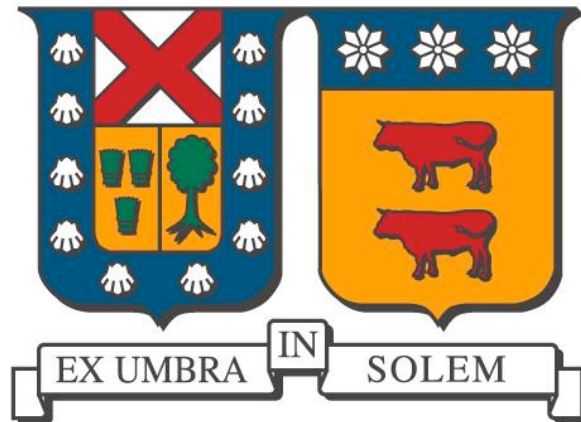


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA METALURGIA Y DE MATERIALES

SANTIAGO DE CHILE



**“METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA SELECCIÓN
DE UNA TECNOLOGÍA DE TRANSPORTE ENTRE CORREA TRANSPORTADORA Y
SISTEMA DE IZAJE PARA MINAS SUBTERRÁNEAS”**

NALDO FERNÁNDEZ HERRERA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL DE MINAS

**PROFESOR GUÍA:
CRISTÓBAL OLAVE MACHUCA**

**CO-REFERENTE:
IVÁN RAYO VILLANUEVA
VÍCTOR ENCINA MONTENEGRO**

AGOSTO 2020

Resumen Ejecutivo

En minería subterránea, el sistema de transporte principal es de las que requiere los mayores niveles de inversión. En este contexto la investigación se centra en dos de los sistemas de transporte principal más utilizados en la actualidad, correspondientes a: sistema de izaje y correas transportadoras. Ambos sistemas son utilizados para minería de gran productividad y a grandes profundidades. Se realiza una comparación entre ambos sistemas mediante una evaluación técnico-económica donde se estiman costos de inversión y de operación a lo largo de la vida útil de la mina, luego se comparan los costos totales para poder determinar cuál de estos sistemas es el más conveniente en términos económicos. Este análisis comparativo se realiza para distintos escenarios de proyectos mineros nuevos, en los que se varia la profundidad y/o el ritmo de producción en cada uno de ellos, considerando en total 20 escenarios. Con la evaluación técnico-económica recopilada de cada escenario, se da paso a diseñar un ábaco de selección de uno de los sistemas de transporte principal antes mencionados, el cual es expresado en forma gráfica. A grandes profundidades (mayores a 550 metros) la alternativa de transporte más conveniente económicamente es el sistema de izaje por sobre las correas transportadoras, mientras que, la correa transportadora será la opción más conveniente a bajas profundidades (menores a 350 metros). El desarrollo de esta metodología permite contar con un elemento de apoyo en estudios de ingeniería de perfil para el proceso de selección de sistemas de transporte principal para un proyecto minero.

Abstract

In underground mining, the main transport system is one that requires the highest levels of investment. In this context, the research focuses on two of the most commonly used main transport systems at present, corresponding to: hoisting system and conveyor belts. Both systems are used for high productivity mining and great depths. A comparison is made between both systems through a technical-economic evaluation where investment and operating costs are estimated throughout life of the mine, then the total costs are compared to determine which of these systems is the most convenient in economic terms. This comparative analysis is carried out for different scenarios of new mining projects, in which the depth and/or the rate of production in each of them is varied, considering a total of 20 scenarios. With the technical-economic evaluation collected from each scenario, it is possible to design a selection abacus for one of the main transportation systems mentioned above, which is expressed in a graphic form. At great depths (greater than 550 meters) the most economically convenient transport alternative is the hoisting system over the conveyor belts, while the conveyor belt will be the most convenient option at low depths (less than 350 meters). The development of this methodology allows to have a support element in profile engineering studies for the selection process of the main transport system for a mining project.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	13
1.1	Contexto.....	13
1.2	Objetivo Principal.....	14
1.3	Objetivos Secundarios.....	14
1.4	Alcances	15
1.5	Estructura de la Memoria	17
2	MARCO CONCEPTUAL	18
2.1	Opciones de Acceso	18
2.2	Criterios de Selección.....	19
2.3	Sistema de Izaje	21
2.4	Correa Transportadora.....	22
2.5	Estimación de Costos	23
2.6	Indicadores Económicos	26
3	METODOLOGÍA	27
3.1	Recopilación de Información	27
3.2	Selección de Escenarios y Sistemas de Transporte	27
3.3	Diseño de Accesos y Dimensionamiento de Obras Civiles	28
3.4	Evaluación Técnico-Económica	30
3.5	Diseño de Ábaco de Selección	34
4	CASO DE ESTUDIO	36
4.1	Descripción general.....	36
5	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	37
5.1	Diseño de Accesos y Dimensionamiento de Obras Civiles	37

5.2	Costos de Inversión	42
5.3	Costos de Operación	49
5.4	Flujo de Caja e Indicadores Económicos	56
5.5	Diseño de Ábaco de Selección	61
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
7	BIBLIOGRAFÍA	70
8	ANEXOS	72
8.1	Diseño de Accesos.....	73
8.2	Costos de Inversión	76
8.3	Costos de Operación	111
8.4	Flujo de Caja e Indicadores Económicos	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Diagrama de procesos para el desarrollo de la metodología.	27
Figura 5.1: Diseño de acceso de sistema de izaje para escenarios de 500 metros.	39
Figura 5.2: Diseño de acceso de correas transportadoras para escenarios de 500 metros.	39
Figura 5.3: Diseño de acceso de sistema de izaje para escenarios de 900 metros.	40
Figura 5.4: Diseño de acceso de correas transportadoras para escenarios de 900 metros.	40
Figura 8.1: Diseño de acceso de sistema de izaje para escenarios de 300 metros.	73
Figura 8.2: Diseño de acceso de correas transportadoras para escenarios de 300 metros.	73
Figura 8.3: Diseño de acceso de sistema de izaje para escenarios de 700 metros.	74
Figura 8.4: Diseño de acceso de correas transportadoras para escenarios de 700 metros	74
Figura 8.5: Diseño de acceso de sistema de izaje para escenarios de 1.200 metros.	75
Figura 8.6: Diseño de acceso de correas transportadoras para escenarios de 1.200 metros.....	75

Índice de tablas

Tabla 2.1: Precisión de costos según fase de estudio.....	24
Tabla 3.1: Escenarios seleccionados.....	28
Tabla 3.2: Costos indirectos estimados según porcentajes.	31
Tabla 5.1: Leyenda de excavaciones realizadas en los diseños.	38
Tabla 5.2: Dimensionamiento de obras civiles a partir del diseño de accesos.....	41
Tabla 5.3: Dimensionamiento de obras civiles a partir de información recopilada.	41
Tabla 5.4: Lista de precios unitarios antes y después de actualización por ipc.	42
Tabla 5.5: CAPEX de sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 500 m.....	44
Tabla 5.6: CAPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 500 m.	45
Tabla 5.7: CAPEX de sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 900 m.....	47
Tabla 5.8: CAPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 900 m.	48
Tabla 5.9: OPEX de correas para sistema de izaje vertical para escenario 45 ktpd – 500 m.	51
Tabla 5.10: OPEX alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 500 m.....	52
Tabla 5.11: OPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 500 m.....	52
Tabla 5.12: OPEX alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 500 m.....	53
Tabla 5.13: OPEX de correas para sistema de izaje vertical para escenario 60 ktpd – 900 m.	54
Tabla 5.14: OPEX alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 900 m.....	54
Tabla 5.15: OPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 900 m.....	55
Tabla 5.16: OPEX alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 500 m.....	55
Tabla 5.17: Evaluación económica de sistema de izaje para escenario 45 ktpd-500 m.	57
Tabla 5.18: Evaluación económica de correas transportadoras para escenario 45 ktpd-500 m.	58
Tabla 5.19: Evaluación económica de sistema de izaje para escenario 60 ktpd-900 m.	59
Tabla 5.20: Evaluación económica de correas transportadoras para escenario 60 ktpd-900 m.	60

Tabla 5.21: Profundidad de los puntos de transición con sus respectivos ritmos de producción.	64
Tabla 8.1: CAPEX de sistema de izaje para escenario 30 ktpd – 300 m.	76
Tabla 8.2: CAPEX de correas transportadoras para escenario 30 ktpd – 300 m.	77
Tabla 8.3: CAPEX de sistema de izaje para escenario 30 ktpd – 500 m.	78
Tabla 8.4: CAPEX de correas transportadoras para escenario 30 ktpd – 500 m.	79
Tabla 8.5: CAPEX de sistema de izaje para escenario 30 ktpd – 700 m.	80
Tabla 8.6: CAPEX de correas transportadoras para escenario 30 ktpd – 700 m.	81
Tabla 8.7: CAPEX de sistema de izaje para escenario 30 ktpd – 900 m.	82
Tabla 8.8: CAPEX de correas transportadoras para escenario 30 ktpd – 900 m.	83
Tabla 8.9: CAPEX de sistema de izaje para escenario 30 ktpd – 1.200 m.	84
Tabla 8.10: CAPEX de correas transportadoras para escenario 30 ktpd – 1.200 m.	85
Tabla 8.11: CAPEX de sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 300 m.	86
Tabla 8.12: CAPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 300 m.	87
Tabla 8.13: CAPEX de sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 700 m.	88
Tabla 8.14: CAPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 700 m.	89
Tabla 8.15: CAPEX de sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 900 m.	90
Tabla 8.16: CAPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 900 m.	91
Tabla 8.17: CAPEX de sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 1.200 m.	92
Tabla 8.18: CAPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 1.200 m.	93
Tabla 8.19: CAPEX de sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 300 m.	94
Tabla 8.20: CAPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 300 m.	95
Tabla 8.21: CAPEX de sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 500 m.	96
Tabla 8.22: CAPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 500 m.	97
Tabla 8.23: CAPEX de sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 700 m.	98
Tabla 8.24: CAPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 700 m.	99

Tabla 8.25: CAPEX de sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 1.200 m.	100
Tabla 8.26: CAPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 1.200 m.	101
Tabla 8.27: CAPEX de sistema de izaje para escenario 90 ktpd – 300 m.	102
Tabla 8.28: CAPEX de correas transportadoras para escenario 90 ktpd – 300 m.	103
Tabla 8.29: CAPEX de sistema de izaje para escenario 90 ktpd – 500 m.	104
Tabla 8.30: CAPEX de correas transportadoras para escenario 90 ktpd – 500 m.	105
Tabla 8.31: CAPEX de sistema de izaje para escenario 90 ktpd – 700 m.	106
Tabla 8.32: CAPEX de correas transportadoras para escenario 90 ktpd – 700 m.	107
Tabla 8.33: CAPEX de sistema de izaje para escenario 90 ktpd – 900 m.	108
Tabla 8.34: CAPEX de correas transportadoras para escenario 90 ktpd – 900 m.	109
Tabla 8.35: CAPEX de sistema de izaje para escenario 90 ktpd – 1.200 m.	110
Tabla 8.36: CAPEX de correas transportadoras para escenario 90 ktpd – 1.200 m.	111
Tabla 8.37: OPEX de los chancadores según su capacidad.	112
Tabla 8.38: OPEX Sistema de Izaje por sí sólo para todos los escenarios.....	112
Tabla 8.39: OPEX de correas para la alternativa sistema de izaje para escenarios de 30 ktpd.	112
Tabla 8.40: OPEX de correas para alternativa correas transportadoras para escenarios de 30 ktpd. 113	
Tabla 8.41: OPEX de correas para la alternativa sistema de izaje para escenarios de 45 ktpd.	113
Tabla 8.42: OPEX de correas para alternativa correas transportadoras para escenarios de 45 ktpd. 113	
Tabla 8.43: OPEX de correas para la alternativa sistema de izaje para escenarios de 60 ktpd.	114
Tabla 8.44: OPEX de correas para alternativa correas transportadoras para escenarios de 60 ktpd. 114	
Tabla 8.45: OPEX de correas para la alternativa sistema de izaje para escenarios de 90 ktpd.	114

Tabla 8.46: OPEX de correas para alternativa correas transportadoras para escenarios de 90 ktpd.

115

Tabla 8.47: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 30 ktpd-300 m. 116

Tabla 8.48: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 30 ktpd-300 m. 117

Tabla 8.49: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 30 ktpd-500 m. 118

Tabla 8.50: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 30 ktpd-500 m. 118

Tabla 8.51: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 30 ktpd-700 m. 119

Tabla 8.52: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 30 ktpd-700 m. 119

Tabla 8.53: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 30 ktpd-900 m. 120

Tabla 8.54: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 30 ktpd-900 m. 120

Tabla 8.55: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 30 ktpd-1.200 m.

121

Tabla 8.56: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 30 ktpd-1.200 m. 121

Tabla 8.57: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd-300 m. 122

Tabla 8.58: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 45 ktpd-300 m. 122

Tabla 8.59: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd-500 m. 123

Tabla 8.60: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 45 ktpd-500 m. 123

Tabla 8.61: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd-700 m. 124

Tabla 8.62: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 45 ktpd-700 m. 124

Tabla 8.63: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd-900 m.	125
Tabla 8.64: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 45 ktpd-900 m.	125
Tabla 8.65: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd-1.200 m.	126
Tabla 8.66: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 45 ktpd-1.200 m.	126
Tabla 8.67: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd-300 m.	127
Tabla 8.68: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 60 ktpd-300 m.	127
Tabla 8.69: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd-500 m.	128
Tabla 8.70: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 60 ktpd-500 m.	128
Tabla 8.71: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd-700 m.	129
Tabla 8.72: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 60 ktpd-700 m.	129
Tabla 8.73: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd-900 m.	130
Tabla 8.74: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 60 ktpd-900 m.	130
Tabla 8.75: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd-1.200 m.	131
Tabla 8.76: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 60 ktpd-1.200 m.	131
Tabla 8.77: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 90 ktpd-300 m.	132
Tabla 8.78: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 90 ktpd-300 m.	132
Tabla 8.79: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 90 ktpd-500 m.	133

Tabla 8.80: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 90 ktpd-500 m.	133
Tabla 8.81: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 90 ktpd-700 m.	134
Tabla 8.82: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 90 ktpd-700 m.	134
Tabla 8.83: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 90 ktpd-900 m.	135
Tabla 8.84: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 90 ktpd-900 m.	135
Tabla 8.85: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 90 ktpd-1.200 m.	136
Tabla 8.86: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 90 ktpd-1.200 m.	136

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto

Hoy en día los recursos minerales superficiales a nivel mundial son cada vez más escasos, por su continua explotación a lo largo de la historia. Es por esto que los proyectos mineros son cada vez a mayores profundidades por lo que la industria de la minería subterránea ha ido tomando mayor importancia a la hora de seleccionar un método de explotación. En este contexto, también se ha estado empleando en diversas operaciones el paso de minería a cielo abierto a minería subterránea ya que los costos de extracción aumentan de manera considerable a medida que se profundiza la envolvente del rajo (Wang & Cui, 2012). Un ejemplo de esto es el caso de la división Chuquicamata de Codelco, que es conocida por ser la mina a rajo abierto más grande del mundo y que actualmente se encuentra en proceso de transición a minería subterránea.

Una de las mayores problemáticas dentro de esta profundización de los yacimientos corresponde a la selección del sistema de transporte principal del proyecto minero ya que es el principal costo de la minería subterránea en términos operacionales y también de gran inversión de capital, por lo que es un elemento determinante en la rentabilidad del proyecto, en especial a grandes profundidades. Es por esta razón que existe una diversidad de sistemas de transporte donde cada uno está diseñado para trabajar según diferentes condiciones de un proyecto minero.

En minería subterránea existen diversos sistemas de transporte para llevar el mineral desde la mina hacia la planta de procesamiento en superficie, dentro de los cuales se encuentran: correas transportadoras, ferrocarriles, camiones, sistema de izaje, rail veyor, entre otros. La decisión en la selección de uno de estos sistemas de transporte se basa en gran parte en una evaluación económica, la cual va a depender de diferentes factores, los más determinantes en cuanto a consumo energético o de combustible y costos de inversión son: la profundidad a la que se encuentra el yacimiento y el ritmo de producción de la mina en estudio.

El presente proyecto de título se realizó para la consultora JRI Ingeniería S.A. Por solicitud de la empresa, según sus intereses, el estudio se centra en dos de los sistemas de transporte principal más utilizados en la actualidad correspondientes a: sistema de izaje y correas transportadoras. Se hace

una comparativa entre ambos sistemas mediante una evaluación técnico-económica donde se estiman costos de inversión y de operación, luego se comparan los costos totales a partir de indicadores económicos como el Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) para poder determinar cuál de estos sistemas es el más conveniente en términos económicos. Este *trade-off* se realizó para distintos escenarios del caso de estudio (proyecto minero *greenfield*) para lo cual se varió la profundidad y/o el ritmo de producción en cada uno de ellos, en total fueron 20 escenarios evaluados. Con los cálculos de CAUE recopilados en cada escenario, se representan los resultados en forma gráfica, lo que permite determinar los puntos de transición según la profundidad para distintos ritmos de producción, entre un sistema de izaje y correas transportadoras.

Con este apoyo gráfico se puede realizar un análisis rápido para un proyecto minero *greenfield* en etapa de estudio de perfil grueso. De manera que se puede ahorrar un gran paso de análisis y estudio, permitiendo visibilizar qué alternativas estudiar en el futuro. Por otro lado, en este proyecto se muestra toda la metodología desarrollada para obtener este gráfico, la cual puede ser utilizada para realizar comparaciones de otros sistemas de transportes y obtener otro ábaco de comparación.

La empresa consultora JRI Ingeniería S.A. dispuso de su base de datos, información, instalaciones y apoyo profesional para poder realizar el estudio con la base técnica necesaria para obtener los resultados esperados.

1.2 Objetivo Principal

- Desarrollar una metodología de evaluación técnico-económica para la selección de un sistema de transporte principal entre sistema de izaje y correas transportadoras para minería subterránea.

1.3 Objetivos Secundarios

- Definir cuáles son las variables que determinan la selección de un sistema de transporte subterráneo.
- Definir diferentes configuraciones o escenarios de estudio a partir de las variables seleccionadas.

- Realizar evaluación económica de cada uno de los escenarios para ambos sistemas de transporte.
- Definir una forma de representación gráfica para la selección de uno de los sistemas de transporte en estudio.

1.4 Alcances

En primer lugar, es importante definir que el presente estudio es aplicado al transporte principal para minería subterránea de alta productividad, en este contexto, se basa en una comparativa entre dos de los sistemas de transporte más utilizados, el sistema de izaje mediante *skip* en piques verticales y el transporte mediante correas transportadoras en rampas. Para esto se utilizó un criterio de selección financiero de manera de poder comparar ambas alternativas a partir de una evaluación económica. Cabe destacar que el transporte principal en minería subterránea es aquel que cumple la función de transportar el mineral desde el subsuelo y llevarlo a superficie.

El resultado de la comparativa entre los sistemas de transporte, se basa en estimaciones de costos para distintos escenarios, los cuales se diferencian unos con otros variando su profundidad y ritmo de producción. Se evaluó un total de 20 escenarios, seleccionados para diferentes ritmos de producción; 30, 45, 60 y 90 ktpd. Cada uno de estos escenarios a su vez fueron evaluados a distintas profundidades; 300, 500, 700, 900 y 1.200 metros. Por otro lado, la vida útil de la mina se consideró para todos los escenarios con una duración de 15 años.

El método de explotación considerado es el de *block caving* ya que es de los métodos más utilizados en Chile para minería subterránea de alta productividad. Además, para términos prácticos sólo se considerará un nivel de transporte principal para todos los escenarios.

Este estudio utiliza el Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) para la evaluación económica, lo cual implica que solo se considerará la estimación de los flujos de costo para cada escenario y no se desarrollarán estimaciones de ingresos. Se calculó también el Valor Actualizado de Costos (VAC), el cual fue necesario para ingresarlo como variable en la ecuación del CAUE. Además se evaluó la

aplicabilidad de usar el VAC versus el CAUE y las ventajas y desventajas de ambos métodos en la evaluación de proyectos para minería subterránea.

El sistema de transporte principal para este estudio abarca desde el punto de vaciado hacia un chancador giratorio en el nivel de transporte hasta la salida a superficie, por tanto, no considera en la evaluación económica el nivel de producción, nivel de hundimiento, subniveles de ventilación o cualquier otro que no esté estrictamente relacionado al sistema de transporte principal.

Se realizó el diseño de accesos a la mina para cada escenario con el fin de dimensionar las obras civiles que se incluyen en la evaluación técnico-económica. Para esto se utilizó el software VentSim con el cual se diseñaron los túneles, rampas y piques.

El estudio se realizó pensado para proyectos *greenfield* por lo que implica que la construcción de la conexión superficie-mina (rampa o pique) es a partir de cero. Es por esto que, en cuanto a la construcción del pique, los costos se estimaron utilizando el método de construcción convencional o *sinking* considerando una velocidad de avance de 75 metros/mes para un diámetro de pique de 6 metros, además se consideró la construcción de un único pique por cada escenario evaluado. Mientras que, para la construcción de los túneles mediante perforación y tronadura, se consideró una velocidad de avance de 180 m/mes para galerías de 5,0 x 5,0 m². Estas consideraciones se aplicaron para todos los escenarios.

La evaluación económica se realizó considerando un nivel de ingeniería de perfil al ser un estudio de pre-factibilidad. Para la estimación de costos de inversión (CAPEX) se utilizó como base de datos, estudios inversionales de proyectos desarrollados por JRI Ingeniería S.A. Esta información corresponde a proyectos de años anteriores por lo que está desactualizada. Por otro lado, estos proyectos se realizaron para minas con diferentes ritmos de producción, los cuales difieren de los evaluados en los escenarios elegidos para el presente estudio. Es por esto que, se manipularon los precios de la base de datos para actualizarlos al presente y para escalarlos según el ritmo de producción que corresponda a cada escenario.

En la estimación de costos de operación (OPEX), para el caso de las correas transportadoras, se calculó los requerimientos de potencia según cada caso, para obtener el costo energético por año considerando que el precio de la energía obtenido de proyectos anteriores de JRI es de 0,096

US\$/kw-h. Los costos de mantención por año se consideraron como un 20% del costo de inversión de las correas. En el caso del sistema de izaje, los costos de operación se calcularon a partir de información recopilada en proyectos anteriores de JRI, aplicándole un escalamiento de costos por ritmo de producción y profundidad según cada escenario.

Para la realización del método de selección, se desarrolló una evaluación económica que considera un indicador financiero llamado Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), el cual se utiliza cuando se tienen dos o más alternativas con distintos horizontes o vida útil como es la construcción del sistema.

1.5 Estructura de la Memoria

El presente documento comienza con un marco conceptual en el cual se explica la teoría y la base técnica con la que se realiza la investigación. En el siguiente capítulo se describe la metodología aplicada, detallando cómo fue el paso a paso de la investigación para poder lograr el objetivo planteado. Luego, se da paso al caso de estudio donde se explica la problemática del estudio y se muestran los principales resultados. En el capítulo siguiente, se expone la aplicación del modelo y se analizan los resultados. Finalmente se muestran las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación.

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 Opciones de Acceso

En minería subterránea es necesario determinar una forma de acceder a los niveles en que se va a extraer el mineral. La infraestructura de acceso va a tener distintas funciones tales como: otorgar acceso al cuerpo mineralizado, remoción de roca, transporte de material y de personas, ventilación, instalación de servicios (electricidad, iluminación, agua, etc.) (Wilson, Willis y Plessis, 2004).

En resumen, la función de un acceso en minería subterránea es proporcionar una conexión para poder poner en funcionamiento una operación. Existen diferentes formas de acceso y también se pueden hacer combinaciones de ellas, Dentro de estas se encuentran las rampas inclinadas, y los piques verticales.

Las rampas inclinadas son túneles contruidos con una pendiente, estas pueden ser en espiral o rectas. Los piques son excavaciones rectas que pueden ser de forma completamente vertical o con una inclinación determinada.

Las distintas opciones de acceso a la mina van a depender del sistema de transporte seleccionado y viceversa. Para utilizar camiones y correas transportadoras será necesario disponer de una rampa, la inclinación de esta va a variar según cada sistema. Por otro lado para un sistema de izaje se construye un pique vertical.

La construcción de una rampa o una galería se puede realizar con dos diferentes métodos. Uno de ellos es perforación y tronadura y el otro con sistemas mecánicos mediante minadores continuos y tuneladoras (*Tunnel Boring Machine, TBM*). El más utilizado es el de perforación y tronadura por su eficiencia en términos económicos y energéticos (Herrera y Gómez, 2007, p.55). En este método se realizan perforaciones en la roca con la forma de la galería, luego se cargan las perforaciones con explosivos y finalmente se realiza la detonación y el retiro del material. De ser necesario se deben realizar obras de fortificación para contener los esfuerzos inducidos en la roca expuesta en el túnel. En el caso de una rampa de acceso, esta debe ser altamente fortificada con elementos como pernos, malla y *shotcrete* dado que será una labor de carácter definitivo. El promedio de la velocidad de

avance de una rampa es de 38 a 45 m por semana (The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 2012).

La construcción de un pique vertical se puede realizar bajo distintos métodos. Los más comunes son el método convencional o *sinking* y el método *Raise Borer*. En el método convencional la construcción se realiza desde la superficie, realizando una perforación vertical con una máquina especializada. El material se va drenando con una bomba gracias a la adición de agua en el orificio. Al ir avanzando la excavación, el pique se reviste con anillos de hormigón. La velocidad de avance para la construcción del pique es de 2 a 3 metros por día (AusIMM, 2012). Por otro lado, el método *Raise Borer*, requiere tener un acceso por abajo desde el nivel al que se quiere llegar. Se inicia mediante una perforación vertical pequeña (20 a 40 cm de diámetro) desde la superficie hasta llegar al nivel subterráneo donde se cambia el bit de perforación inicial y se instala un escariador con el diámetro deseado para el pique. Luego se realiza la excavación del pique en forma ascendente hasta llegar a superficie. El método *Raise Borer* es más rápido en tiempo de construcción y además es menos costoso que el método convencional, pero para aplicarlo es necesario, como se dijo anteriormente, tener un acceso desde el nivel inferior por lo que no siempre es posible aplicarlo.

Según los alcances de la presente investigación, se van a estudiar dos sistemas de transporte: sistema de izaje mediante un pique y correa transportadora mediante una rampa inclinada. El pique se evaluó con el método de construcción convencional al ser un proyecto *greenfield* en el que no se tiene acceso previo, mientras que la galería de la correa transportadora se evaluó con el método de construcción de perforación y tronadura.

Para poder determinar cuál de estos sistemas de transporte utilizar en cada escenario, se necesita estudiar primero cuales son los criterios de selección de un sistema de transporte principal.

2.2 Criterios de Selección

El sistema de transporte principal es una de las inversiones más importantes en cualquier mina nueva. El proceso de selección consiste en considerar los parámetros conocidos como el costo de capital, costo de operación actual y tiempo de construcción, y también los parámetros desconocidos correspondiente a las condiciones de operación futuras. Estas condiciones son difíciles de cuantificar con certeza, estas incluyen: el precio del metal, costos de operación futuros, implementación de

seguridad, condiciones geomecánicas, regulaciones gubernamentales, soporte de mantenimiento, implementación de nuevas tecnologías, cambios en el método de explotación, entre otros factores. (Bloss, Harvey, Grant y Routley, 2011).

Como este proceso conlleva tantos parámetros involucrados en la toma de decisión, es común utilizar un método de evaluación multi-criterio, donde se realiza una matriz con todas las variables que afectan en la decisión (columnas), para cada uno de las opciones de sistemas de transporte que se están evaluando (filas), se le otorga un peso según la importancia de cada variable, por lo general las económicas llevan un mayor peso, y se le asigna un puntaje de acuerdo a que tan bien cumple la opción con la variable en estudio. Finalmente la opción de transporte que obtenga el mayor puntaje es la que se determina como la preferida (Bloss et al., 2011)

Según Bloss et al. (2011), aunque este proceso es relativamente simple y efectivo, tiene algunos inconvenientes, tales como:

- La decisión del sistema de transporte estará basada en la experiencia.
- Algunos de los criterios de selección más relevantes, como los relacionados al futuro, puede que no estén considerados.
- El peso otorgado a cada variable es, a veces, subjetivo.
- El puntaje asignado a cada opción, también es subjetivo.
- La suma en el puntaje total obtenido, puede que no refleje la realidad de cada variable.

Con lo dicho anteriormente, se puede definir que los criterios de selección se dividen en:

Criterios financieros:

- Sistema de transporte más efectivo en términos económicos (considerando costos de capital, costos de operación y tiempo de construcción, aplicado a la vida útil de la mina).

Criterios no financieros:

- Sistema más confiable.
- Sistema más seguro.
- Sistema con menor impacto medio ambiental.

- Sistema con mayor flexibilidad a cambios en la mina.
- Sistema con mayor automatización y tecnología.

Por lo general el criterio más utilizado y el más determinante a la hora de tomar la decisión por parte de los inversionistas es el financiero, pero cuando se tienen opciones de sistema de transporte con costos relativamente similares para un mismo proyecto, es común utilizar los criterios no financieros junto con estudios preliminares de los parámetros desconocidos del futuro y además realizar una evaluación multi-criterio en apoyo a la toma de decisión final.

El presente estudio está basado en una comparación económica donde se evalúan dos sistemas de transporte; sistema de izaje y correas transportadoras, para distintas configuraciones de un proyecto minero, variando profundidad y ritmo de producción.

Cabe destacar, que todos estos criterios de decisión según cada sistema de transporte, van a depender directamente de las características propias del yacimiento, como los son: la profundidad, el ritmo de producción, el método de explotación, la vida útil, geología, entre otros. De estos factores, los más importantes en términos económicos son la profundidad y el ritmo de explotación de la mina (Lowrie, 2002). Esto ya que, por un lado, la profundidad determina la distancia que tendrá que transportar y llevar a superficie un determinado sistema de transporte, mientras que el ritmo de producción indica cuanto mineral deberá cargar. Por otro lado, cabe destacar que, la vida útil también es un factor relevante ya que va a determinar la cantidad de años en operación del sistema de transporte, pero para el presente estudio, este factor se consideró constante en todos los escenarios ya que para la poder operar una mina cualquiera, la vida útil debe ser tal que se pueda pagar la inversión.

2.3 Sistema de Izaje

El sistema de izaje mediante *skip* para piques verticales es conocido por ser ampliamente utilizado en operaciones subterráneas a grandes profundidades, dado su eficiencia en términos económicos. Esto ya que se abren paso por la ruta más corta, se pueden automatizar, la fricción es casi nula para la operación de transporte, el impacto al medio ambiente también es mínimo. En cuanto a energía y el calor generado por la bobina es liberado en superficie generando una menor carga de calor en la mina, es por esto que es útil en minas donde se requiera un enfriamiento extra. Además, permite

transportar tamaños de roca más grande comparados con las correas. Pueden transportar roca, hombres y material (Wilson, 2004).

Las ventajas de utilizar un sistema de izaje son: un transporte de alta capacidad de material, bajos costos operacionales, otorga una capacidad pulmón. Por otro lado, sus desventajas son: alto costo de capital, desafíos operacionales en su construcción, limitación en cuanto a la carga útil y el tamaño de equipos que puede transportar y que no puede generar flujo de caja mientras se construye (*pay as you go*) (Wilson, 2004).

El sistema de izaje se constituye de los siguientes componentes: una estación de carga para mineral o una estación de servicio y material, la unidad de transporte llamada *skip* para el transporte de mineral y jaula para el transporte de personas y material, cables para la suspensión de la unidad de transporte, el pique que conecta con superficie equipado con rieles para guiar el *skip* y un mástil o torre ubicado en superficie que soporta el sistema de izaje (Tiley, 2011).

Existen dos tipos de sistemas de izaje que son comúnmente utilizados hoy en día: izaje mediante tambor, en el cual el cable es almacenado en el tambor a medida que el *skip* sube a superficie, e izaje por fricción, donde el cable pasa sobre la rueda durante el ciclo del izaje. El izaje por fricción con múltiples cables puede transportar cargas más pesadas y entregan una mayor capacidad en toneladas por hora que el izaje por tambor a profundidades de 460 a 1.520 m. Cada uno de estos tipos de izaje puede tener distintas configuraciones según las condiciones de operación requeridas por la mina (Tiley, 2011).

2.4 Correa Transportadora

Las correas transportadoras son ampliamente utilizadas en procesos industriales. En minería subterránea han sido utilizadas por muchos años, recientemente son empleadas en minería de gran escala y para yacimientos de larga vida útil. Las correas son usadas comúnmente en operaciones donde la geometría y el ritmo de producción permiten que su uso sea más eficiente en términos económicos que otros sistemas.

Las correas se instalan en rutas especiales, en minería subterránea se construyen galerías para su implementación, lo que puede incrementar costos. Por otro lado, pueden trabajar con una inclinación de hasta un 18%, mayor a la del camión que el máximo es alrededor de 12% (Bloss et al., 2011)

El continuo desarrollo tecnológico de las correas ha permitido que hoy en día sean un sistema altamente confiable, aunque esto se ve afectado en configuraciones largas de múltiples unidades por su complejidad. Las instalaciones modernas han demostrado una alta disponibilidad (mayor a 85% en operaciones subterráneas). Cabe destacar que normalmente este sistema requiere un chancado del mineral previo al transporte, esto dado que aumenta la vida útil de la cinta al reducir el impacto de rocas grandes (Bloss et al., 2011).

Las ventajas de las correas transportadoras incluyen una alta automatización, mínimo requerimiento para labores de operación, bajos costos operacionales y alta confiabilidad. Por otro lado, las desventajas incluyen un alto costo de capital y flexibilidad limitada.

Las correas son sistemas poco flexibles, al contrario que los camiones, y además requiere una alta inversión inicial. Esto se traduce en que la correa es una opción económicamente viable como transporte principal solo cuando el ritmo de producción y la distancia a recorrer son relativamente altas.

Las correas se constituyen de 5 partes principales: una polea principal con caja de cambios y motores eléctricos, una polea trasera, correa de goma, rodillos de guía y una polea de sujeción. El material es depositado en la parte trasera y se descarga en la parte delantera (donde se encuentra la correa principal). La correa es soportada por una serie de rodillos dispuestos cada cierta distancia durante todo el recorrido. (Salama et al., 2014).

2.5 Estimación de Costos

En primer lugar, se debe considerar que la estimación de costos se realiza con diferentes metodologías de acuerdo al nivel de ingeniería en que se encuentre un determinado proyecto, de esto va a depender también si los valores son calculados, estimados, obtenidos de proyectos anteriores y *benchmarking*, etc. Y por tanto, los resultados van a tener distintos niveles de precisión según cada fase de estudio, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2.1: Precisión de costos según fase de estudio. **Fuente:** AusIMM, 2012.

Fase de estudio	Clase	Precisión
Estudio preliminar	Clase 5	±15 a 20%
Estudio de prefactibilidad	Clase 4	±10 a 15%
Estudio de factibilidad - decisión de inversión	Clase 3	±5 a 10%
Ejecución - Estimación definitiva	Clase 2	±5%

La metodología de costos que se utilizó para este proyecto de investigación corresponde a un estudio preliminar, por lo que los costos son en gran parte estimados y obtenidos a partir de proyectos anteriores y benchmarking disponibles en JRI Ingeniería.

En esta investigación se utilizó la regla de seis décimos (AusIMM, 2012), que sirve para estimar costos de capital y de operación a partir de un valor inicial obtenido por benchmarking o proyecto anterior, escalando el costo según el ritmo de producción o capacidad de la planta, según la siguiente ecuación:

$$\frac{(Costo)_1}{(Costo)_2} = \left[\frac{(Capacidad)_1}{(Capacidad)_2} \right]^{0,6} \quad (1)$$

Donde, el costo y capacidad 1 corresponden al valor conocido de referencia, mientras que el costo 2 es el valor a estimar según la capacidad 2 que sea requerida. Para utilizar esta ecuación en costos operacionales expresados en unidad de US\$/ton se le resta 1,0 al exponente de las capacidades (AusIMM, 2012).

Los costos operacionales se dividen en grandes categorías correspondientes a: servicios contratados (de operación y mantención), labores de mantención, materiales, labores de operación y servicios de utilidad (electricidad, agua y aire). Los componentes fundamentales para las estimaciones de costos operacionales son los costos unitarios de energía, suministros y mano de obra (AusIMM, 2012).

Para calcular el costo unitario de energía en el caso de las correas transportadoras, se deben calcular los requerimientos de potencia del sistema. Para esto se utilizaron las fórmulas descritas en Conveyor Equipment Manufacturers Association [CEMA] (2007) que se resumen a continuación:

$$P_1 = \gamma_1 \cdot Q \cdot V \cdot \frac{(L + L_0)}{75} \quad (2)$$

Donde; P_1 es la potencia en vacío de la correa en HP. γ_1 es el coeficiente de roce de la correa con los rodillos. Q es el peso de las partes móviles llevadas por la correa (qm) en Kilogramos, dividido en la distancia existente entre los ejes de la correa (dq) en metros, es decir que Q es igual a qm/dq en Kilogramos/metros. V es la velocidad de la correa en metros/segundo. L es la distancia entre los ejes de las poleas de la correa y L_0 es la corrección por distancia en metros.

$$P_2 = \gamma_1 + \gamma_2 \cdot D \cdot \frac{(L + L_0)}{3,6 \cdot 75} \quad (3)$$

Donde; P_2 es la potencia para el deslizamiento horizontal de la carga en HP. γ_2 es la pérdida por movimiento propio del material de la cinta y D es la capacidad en toneladas/hora.

$$P_3 = 37 \cdot D \cdot \frac{H}{10.000} \quad (4)$$

Donde; P_3 es la potencia para el deslizamiento vertical de la carga (ascenso o descenso) en HP y H es la altura de elevación en metros.

$$P_M = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{\eta} \quad (5)$$

Finalmente se obtiene P_M que es la potencia del sistema en HP, η corresponde a la eficiencia del motor.

En la presente memoria de título, se utilizó una hoja de cálculos de JRI Ingeniería en la cual se ingresan datos de entrada como capacidad, largo horizontal, altura total, entre otros, y entrega como resultado los requerimientos de potencia del sistema.

El cálculo de los costos de suministros y mano de obra, considerados como costos de mantenimiento, se calculó para las correas transportadoras como un porcentaje (20%) del costo de inversión del equipo involucrado en el transporte, lo cual será explicado con mayor detalle en el apartado de *Aplicación de la Metodología* en la sección de *Costos de Operación*.

El cálculo de costos operacionales para el sistema de izaje, se estimó según estudios inversionales de proyecto anteriores de JRI Ingeniería, los cuales fueron escalados a partir de la *ecuación (1)* según corresponde para cada escenario y actualizados al presente.

2.6 Indicadores Económicos

Para el desarrollo del presente proyecto, se utilizaron dos indicadores económicos: el Valor Actualizado de Costos (VAC) y el Costo Anal Uniforme Equivalente (CAUE). Estos indicadores se detallan a continuación:

2.6.1 Valor Actualizado de Costos

El VAC es un indicador económico que permite calcular el valor presente de un número determinado de costos por periodos futuros a partir de una tasa de descuento o interés. En otras palabras sirve para determinar cuánto equivalen los costos futuros en el presente. Este indicador se utiliza para comparar alternativas de igual vida útil (Ministerio de Desarrollo Social, 2013). La fórmula para determinar el VAC es:

$$VAC = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (6)$$

Donde, I_0 es el valor de la inversión inicial (año 0), C_t es el costo al final del periodo t , y r es la tasa de descuento y n es el número de periodos totales. El VAC se utiliza cuando los ingresos son difíciles de medir y cuando se busca la alternativa de mínimo costo. La alternativa de menor VAC será la más conveniente desde el punto de vista técnico económico (Ministerio de Desarrollo Social, 2013).

2.6.2 Costo Anual Uniforme Equivalente

Este indicador se utiliza cuando se presentan proyectos de distinta vida útil que presentan un ciclo repetitivo común, considerando además que los ingresos del proyecto no se ven afectados o los beneficios son los mismos. La fórmula para calcular el CAUE es:

$$CAUE = VAC \frac{(1+r)^n \cdot r}{(1+r)^n - 1} \quad (7)$$

Según Riquelme (2013), Este indicador es útil para proyectos con distintos periodos de tiempo. El valor calculado se repite en cada periodo según la duración del proyecto sin contar el periodo de inversión inicial (año 0). La alternativa más conveniente será cuando el CAUE sea mínimo.

3 METODOLOGÍA

El presente capítulo contiene la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto. Este se inicia con una recopilación de información para tener una base teórica. Luego se determinaron los escenarios o configuraciones de cada yacimiento y sistemas de transporte a utilizar. A continuación, se procedió a diseñar los accesos a mina subterránea. Luego, se realizó una evaluación económica para cada escenario y finalmente, se diseñó el método de selección para comparar los sistemas de transporte en estudio.

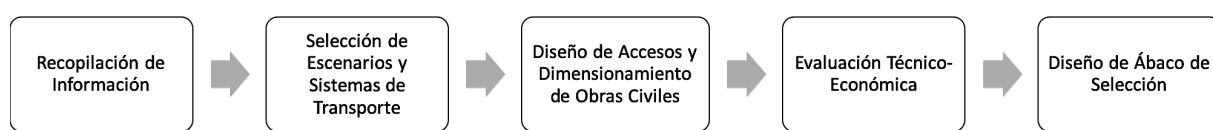


Figura 3.1: Diagrama de procesos para el desarrollo de la metodología. **Fuente:** elaboración propia.

3.1 Recopilación de Información

El presente estudio se inició con un proceso de búsqueda de información, la cual se utilizó para sentar las bases teóricas del proyecto y para tener un entendimiento del problema en cuestión. Para esto se realizó una búsqueda de literatura relacionada a los tipos de sistemas de transporte existentes para minería subterránea con el objetivo de ahondar en sus características, ventajas y desventajas, en que caso es conveniente usar cada uno, etc. Luego, se realizó un levantamiento de los sistemas que se utilizan actualmente en minas subterráneas en operación en Chile e internacionalmente, esto con el fin de tener un entendimiento sobre con qué configuraciones y características de cada yacimiento se utiliza un determinado sistema de transporte. Seguido a esto se realizó una búsqueda sobre trabajos anteriores, investigaciones o *papers* sobre comparativas entre sistemas de transporte con el fin de saber qué se ha hecho previamente y cuáles son los avances en el tema. Finalmente se realizó una búsqueda de proyectos anteriores de JRI Ingeniería que serían de utilidad posteriormente para su uso en la presente investigación.

3.2 Selección de Escenarios y Sistemas de Transporte

A partir de la información recopilada y según los alcances del proyecto, se procedió a seleccionar los escenarios o configuraciones de profundidad y ritmo de producción. Esta selección se hizo

considerando que el estudio es aplicado a minería subterránea profunda y masiva. La minería masiva por lo general, se considera a los proyectos con una producción sobre las 10 ktpd. Dentro de este contexto es que los sistemas de transporte más utilizados son el sistema de izaje y las correas transportadoras, los cuales son los elegidos para hacer la comparativa.

Con el objetivo de obtener un gráfico como resultado final, se seleccionaron 4 ritmos de producción distintos, considerando minería subterránea masiva, los cuales son: 30 ktpd, 45 ktpd, 60 ktpd y 90 ktpd respectivamente. Cada uno de estos fue estudiado, a su vez, a 5 distintas profundidades, las cuales fueron elegidas de acuerdo al contexto de minería subterránea profunda, estas son: 300, 500, 700, 900 y 1.200 metros respectivamente. Con esto se tienen 20 escenarios diferentes, en los que se realizó *trade off* para cada uno de ellos entre sistema de izaje y correas transportadoras. Los escenarios seleccionados se resumen en la tabla a continuación:

Tabla 3.1: Escenarios seleccionados. **Fuente:** elaboración propia.

Producción [ktpd]	Profundidad [m]	Alternativa
30 - 45 - 60 - 90	300	Sistema de Izaje
		Correa Transportadora
	500	Sistema de Izaje
		Correa Transportadora
	700	Sistema de Izaje
		Correa Transportadora
	900	Sistema de Izaje
		Correa Transportadora
	1.200	Sistema de Izaje
		Correa Transportadora

3.3 Diseño de Accesos y Dimensionamiento de Obras Civiles

Una vez determinados los escenarios, con la profundidad del nivel de transporte, el ritmo de producción y el sistema de transporte a utilizar en cada escenario, se dio paso a realizar un diseño preliminar de los accesos a la mina. Esto con el objetivo de disponer de un boceto para poder determinar el dimensionamiento de las excavaciones como piques, túneles, salas de chancado, puntos de transferencia, entre otros, que se deben tener en cuenta previo a realizar una evaluación económica.

Para el diseño del acceso a la mina para las distintas profundidades estudiadas, primero se dispuso de un modelo de bloques de un proyecto anterior de JRI Ingeniería, el cual se utilizó para tener una idea de dimensionamiento de las excavaciones. Este modelo tenía además el *layout* de la subsidencia y el

diseño de los niveles de producción y transporte, por lo que se utilizaron para moverlo a distintas profundidades de acuerdo a cada escenario. Luego, a partir del nivel de transporte se comenzó a realizar el diseño de los accesos hacia la superficie.

Posterior al nivel de transporte se dispuso de una sala de chancado para todos los escenarios evaluados ya que para ambos casos; correas transportadoras y el *skip* se necesita un chancado previo para el funcionamiento adecuado del sistema. Luego de la sala de chancado, se hace el traspaso al sistema de transporte principal según corresponda. Cabe destacar, que en ambos casos, se dispone de correas transportadoras luego del chancado.

El diseño de los piques verticales para el sistema de izaje, se realizó considerando una distancia fuera del área de subsidencia hasta la superficie, por lo que el pique se dispuso a cierta distancia del nivel de transporte. Para transportar el mineral desde el nivel de transporte al pique del *skip*, se consideró el uso de correas transportadoras, por lo que se realizó el diseño de túneles de conexión. Además, se consideró la utilización de tolvas, dispuestas antes del pique para tener una capacidad pulmón antes de la llegada del *skip*.

La construcción del pique se evaluó con el método constructivo convencional o *sinking* ya que al ser un proyecto *greenfield* no se disponía de un acceso en el nivel inferior. El diámetro del pique se consideró de 6 metros para todos los escenarios al ser un diámetro ampliamente utilizado en proyectos con distintos ritmos de producción.

La excavación del túnel para la correa transportadora se diseñó a partir de la salida de la sala de chancado, desde donde se dispuso de un túnel de conexión a la galería del sistema de transporte principal. La construcción de la rampa para disponer la correa fue considerada fuera de la zona de subsidencia y acotada al área del yacimiento. Se consideró una pendiente de 18% para la rampa.

La construcción de la rampa de acceso, se realizó mediante el método de perforación y tronadura al ser el más utilizado en proyectos mineros subterráneos. Por otro lado, los túneles se consideraron de dimensiones 5 x 5 m para todos los escenarios.

3.4 Evaluación Técnico-Económica

3.4.1 Costos de Inversión

La estimación de costos inversionales se basó en gran parte en información recopilada asociada al transporte de material en minería subterránea y que es parte de la base de datos histórica de JRI Ingeniería, de las cuales se obtuvo el precio unitario de adquisiciones y construcción o montaje de: obras civiles, equipos principales y electricidad e instrumentación, esto según corresponda para cada sistema de transporte.

Los costos directos fueron obtenidos a partir de la información de proyectos de años anteriores por lo que se tuvieron que actualizar al presente mediante la utilización del Índice de Precios al Consumidor (IPC) el cual fue calculado para cada caso según el año al que corresponde la información base. Por otro lado, los precios de equipos principales de proyectos anteriores de JRI Ingeniería fueron estimados para determinadas capacidades de planta: unos de 20 ktpd, otros de 40 ktpd y de 60 ktpd. Para poder utilizar estos costos en los escenarios que considera el presente proyecto se escalaron los costos para cada capacidad según corresponde mediante la *ecuación (1)*.

Además, en el caso del sistema de izaje se debe considerar además escalar el costo a partir de la profundidad, dado que a medida que esta aumenta, también aumenta el largo de los cables, el tamaño del tambor y la potencia del motor para poder cumplir con el ciclo. Es por esto que a partir del precio del caso base, correspondiente a 700 metros de profundidad, se escaló a los demás escenarios según corresponde. Esto se hizo sumando o restando un 10% al precio base cada 100 metros de variación en la profundidad a partir del caso base de 700 metros. Por ejemplo, en el caso de 900 metros de profundidad, la variación es de 200 metros con respecto al caso base, por lo que se debe sumar un 20% al valor original, en otras palabras, multiplicar el valor original por un factor de 1,20. Lo anterior se resume en la siguiente ecuación:

$$Precio SI_{escenario} = Precio SI_{original} \cdot \left(1 + \frac{Z_{escenario} - Z_{original}}{1000}\right) \quad (8)$$

Donde, el Precio SI original corresponde al precio del sistema de izaje del caso base, el z original corresponde a la profundidad del caso base, de 700 metros, el z escenario es la profundidad del caso en estudio y el Precio SI escenario es la variable que se busca obtener. Esta ecuación fue sugerida por

juicio experto en JRI Ingeniería a modo de poder estimar los costos del sistema de izaje a distintas profundidades.

Los costos de electricidad e instrumentación se estimaron como porcentajes del valor total de equipos principales según proyectos anteriores de JRI Ingeniería donde se considera un 7,5% del valor de equipos para estimar el precio de equipos y materiales eléctricos y un 2% del valor de equipos para el precio de instrumentación.

Por otro lado, los costos indirectos se consideraron como un porcentaje de algunos costos directos, esto porcentajes se obtuvieron a partir de la base de datos de JRI Ingeniería. Los costos indirectos calculados se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3.2: Costos indirectos estimados según porcentajes. **Fuente:** JRI Ingeniería.

Costos Indirectos	Estimación
Contratistas	35% Construcción y Montaje
Fletes y seguros	12% Suma Importado + 5% Suma Nacional
Derechos de Internación	3% Suma Importado
Repuestos	3% Equipos
Ingeniería	4% del Valor Acumulado
Gestión de Adquisiciones	3% de Adquisiciones
Adm. De la Construcción	7% del Valor Acumulado
Costos del Dueño	4% del Valor Acumulado

Cabe destacar que el valor acumulado que se indica en la tabla corresponde a la suma de los costos indirectos que se encuentran posicionados en las filas superiores. Por ejemplo, los costos de ingeniería se calculan como un 4% de la suma de costos correspondiente a repuestos, derechos de internación, fletes y seguros y contratistas. Para un mayor entendimiento de las estimaciones se pueden observar las tablas de CAPEX presentes en el apartado de *Costos de Inversión* en la sección de *Anexos*.

Se consideró además un costo de contingencia correspondiente a un 25% de la suma de costos directos e indirectos. Este porcentaje se obtuvo a partir de la base de datos de JRI Ingeniería. Finalmente, Al sumar el costo directo total más el costo indirecto total más la contingencia, se obtuvo el costo inversional total del proyecto (CAPEX) para cada escenario.

3.4.2 Costos de Operación

Los costos operacionales, como se dijo anteriormente, se componen principalmente de: servicios contratados (de operación y mantención), labores de mantención, materiales, labores de operación y servicios de utilidad (electricidad, agua y aire). Dentro de estos los principales costos de operación son: los costos unitarios de energía, suministros y mano de obra (AusIMM, 2012). Los dos últimos se agruparon para el presente estudio como costos de mantenimiento.

En el caso de la correa transportadora, el cálculo de los costos operacionales para cada escenario se determinó mediante la obtención del costo energético en régimen sumado a los costos de mantenimientos.

Para el cálculo los costos energéticos de las correas se debió calcular en primer lugar los requerimientos de potencia del sistema en régimen, para esto se dispuso de una hoja de cálculos de JRI Ingeniería que está basada en CEMA (2007), en la cual se ingresan como datos de entrada: la densidad del material (considerada como $2,5 \text{ g/cm}^3$), el largo horizontal entre los centros, la altura total, la capacidad, el ancho de correa, la velocidad de la correa y la eficiencia motriz (considerada como 95%). La hoja de cálculo entrega como resultado la potencia total requerida. Luego, considerando 24 horas al día en operación y 360 días al año, se obtiene el consumo energético anual que al multiplicarlo por el precio de la energía eléctrica que se utiliza en JRI Ingeniería, se obtiene el costo energético en régimen por año.

Los costos de mantenimiento de las correas se estimaron por año, considerando un porcentaje de 20% del valor total de los equipos de las correas transportadoras del sistema completo según cada escenario. Este porcentaje se consideró según juicio experto de JRI Ingeniería.

Finalmente, se sumaron los costos energéticos y los costos de mantenimiento con lo que se obtuvo el costo operacional total por año, que al dividirlo por las toneladas de producción anuales, se obtiene el costo operacional en dólares por toneladas para cada caso de correa transportadora.

En el caso del sistema de izaje mediante *skip*, se utilizó un costo operacional de un presupuesto para un proyecto de la base de datos de JRI Ingeniería en el cual se diseñó el sistema para una capacidad de 20 ktpd y un pique vertical de 700 m de profundidad, este costo corresponde a 0,96 US\$/ton. El costo operacional se escaló mediante la *ecuación (1)* según corresponde a la capacidad de cada

escenario evaluado. En el caso de la profundidad se calculó el costo operacional para un pique de 100 m de profundidad para obtener costo operacional cada 100 m, se obtuvo un valor de 0,04 US\$/ton. Este valor se multiplicó a la variación de profundidad cada 100 m a partir de los 700 m del caso original. Este delta se sumó a las profundidades mayores a 700 m y se restó a las profundidades menores a 700 m, dependiendo de cada escenario. El cálculo del OPEX del sistema de izaje se resume en la siguiente ecuación para un mejor entendimiento:

$$OPEX_{IV} = 0,96 \cdot \left(\frac{Cap}{20}\right)^{-0,4} + 0,04 \cdot \Delta z_{700\ m} \quad (9)$$

Donde, “Cap” es la capacidad o ritmo de producción en ktpd según cada escenario evaluado y $\Delta z_{700\ m}$, corresponde a la variación de profundidad a partir de 700 m dividido en 100 m. De esta forma se obtuvo el costo operacional para el sistema de izaje en dólares por tonelada para cada escenario.

El costo operacional de los chancadores fue estimado a partir de la información entregada por *JRI Ingeniería* en la cual se tenía un OPEX para un chancador giratorio de una capacidad de 60 ktpd de 0,79 US\$/ton, valor que se escaló para cada escenario, a partir de la *ecuación (1)*, según la capacidad que corresponde.

Cabe destacar que el OPEX en los periodos de *ramp up* y *ramp down* se estimó escalando el OPEX calculado para la mina en plena producción, aplicando la *ecuación (1)*, considerando que al estar expresado en US\$/ton se debe restar 1 unidad al exponente (pasa de 0,6 a -0,4).

3.4.3 Flujo de Caja e Indicadores Económicos

En primer lugar se realizó el flujo de costos por periodos, para esto se consideró, una vida útil de 15 años con un *ramp up* de 3 años y un *ramp down* de 2 años para todos los escenarios. Se calculó El tiempo de construcción correspondiente al periodo de inversión que va a depender de cada alternativa y escenario según la velocidad de avance de construcción y las características de cada uno.

A partir del CAPEX y OPEX por año, se obtiene el costo total por año. Luego estos costos se actualizaron al año de la primera inversión, donde se inicia la construcción del sistema de transporte para calcular el valor de los costos en el presente considerando los periodos futuros de inversión. Al sumar todos los costos actualizados año a año, se obtiene el Valor Actualizado de Costos (VAC).

Teniendo el VAC se puede calcular el CAUE utilizando la *ecuación (7)* con la cual se obtiene un valor equivalente para cada año. Finalmente al sumar todos el CAUE de todos los años de duración del proyecto en estudio se obtiene el costo total utilizado para el diseño del ábaco de selección.

3.5 Diseño de Ábaco de Selección

A continuación se desarrolló un análisis numérico para obtener un gráfico de 2 dimensiones en coordenadas cartesianas. Para esto, se procedió a graficar el costo total, que se obtuvo al sumar los CAUE de todos los periodos, para cada uno de los 20 escenarios en función de la profundidad, los puntos obtenidos se representaron como curvas con tendencias lineales. Cada curva corresponde a un ritmo de producción y cada punto de esta curva es una coordenada de (profundidad, costo total). Se obtuvieron dos rectas por cada ritmo de producción; una para el sistema de izaje y la otra para correas transportadoras. En total, considerando los 4 ritmos de producción en estudio, se obtuvo un total de 8 curvas, las cuales se pueden observar en el siguiente gráfico conceptual:

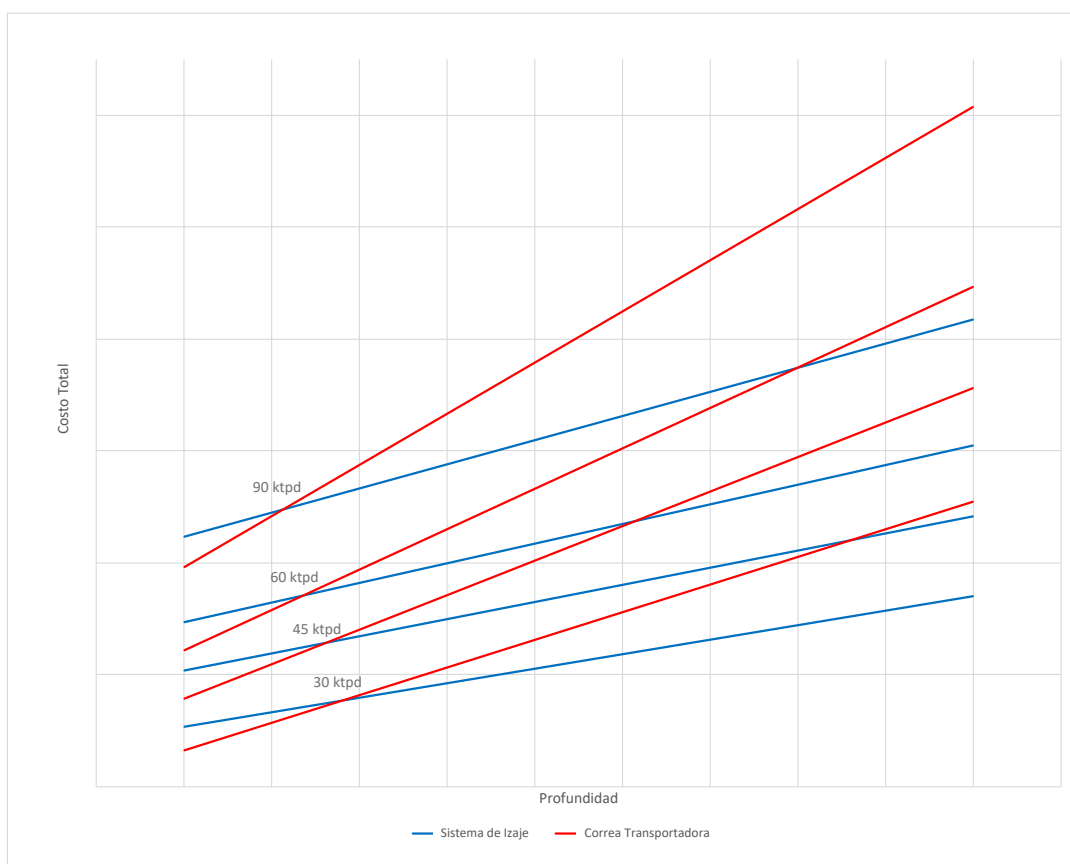


Gráfico 3.1: Costo total en función de la profundidad para todos los escenarios. **Fuente:** elaboración propia.

Las dos curvas de cada ritmo de producción, se intersectan en un punto. Este punto indica la transición para seleccionar un sistema u otro de acuerdo a su costo total según la profundidad a la que se encuentre la mina. Al realizar este mismo procedimiento con todas las curvas de ritmo de producción, se tienen 4 puntos de transición. Cada uno de estos puntos corresponden a una profundidad y un ritmo de producción específicos, por lo que luego se dio paso a realizar un nuevo gráfico de coordenadas (profundidad, ritmo de producción) con los puntos de transición. Al aplicar una línea de tendencia polinómica (es la que mejor se ajusta), se obtiene una curva, correspondiente a la curva de transición en el gráfico de ritmo de producción en función de la profundidad, la cual, permite determinar qué sistema es más conveniente basado en los costos totales.

Finalmente, se realizaron dos curvas idénticas con la misma metodología pero considerando una de ellas con un 10% más de la profundidad correspondiente a los puntos de transición y la otra con un 10% menos. Esto ya que la información que se utilizó para realizar la evaluación económica posee cierta incertidumbre que podría generar errores en los resultados. El área dentro de estas dos curvas de $\pm 10\%$ entonces, corresponde a una zona de incertidumbre donde el resultado final no es seguro. Como se mencionó anteriormente, estas curvas se pueden observar en el *Gráfico 5.3* en el capítulo 5 de *Aplicación de la Metodología* para un mayor entendimiento.

4 CASO DE ESTUDIO

4.1 Descripción general

El presente estudio se desarrolló para JRI Ingeniería, una empresa chilena consultora de ingeniería multidisciplinaria para proyectos mineros e industriales. La investigación a realizar consiste en una metodología que permita seleccionar sistemas de transporte a partir de distintos factores que influyen en la toma de decisión. Para esto, JRI dispuso de sus instalaciones e información de proyectos anteriores para utilizarlos como base de datos de la investigación. Dentro de la información recopilada, se utilizó como modelo de bloques el cuerpo central de la División Ministro Hales (DMH) de Codelco.

DMH se ubica a 5 km de la ciudad de Calama en la región de Antofagasta, Chile. Esta mina se comenzó su producción en enero de 2016 con el método de explotación de rajo abierto con el cual contempla su explotación por 14 años. Luego de esto, se pretende pasar a un régimen subterráneo y extender su producción por otros 50 años (Codelco, s.f.). El yacimiento es un depósito tipo pórfido de cuprífero con mineralización de Cu y Mo, el cual, se separa en dos sectores: el cuerpo central profundo y el cuerpo norte. El modelo de bloques utilizado corresponde al del cuerpo central profundo para su explotación que será a futuro subterránea mediante el método de explotación block caving. Este proyecto fue diseñado para producir a un ritmo de 60.000 toneladas por día a una profundidad de 1.200 metros en su nivel más profundo.

El modelo utilizado contenía también el diseño de las excavaciones subterráneas, las cuales fueron diseñadas para una correa transportadora. De todo el modelo, sólo se utilizó el nivel de transporte con sus coordenadas y parte del diseño de las galerías de las correas. A partir de esto las excavaciones fueron diseñadas para los distintos escenarios de profundidad de la presente investigación, por lo que las coordenadas iniciales del nivel de transporte con el que se trabajó, fueron variando en profundidad desde 1.200 a 300 metros bajo la superficie según las profundidades seleccionadas.

5 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

En este capítulo se abordará la temática sobre cómo se aplicó la metodología vista anteriormente y qué fue lo que se obtuvo como resultado. Conjuntamente se realizará un análisis y manejo de los resultados obtenidos para poder determinar qué sistema de transporte es más conveniente, en base a una evaluación técnico-económica, para cada escenario estudiado.

El presente capítulo se divide en tres ejes: el primero, el diseño de accesos y dimensionamiento de obras civiles, el segundo, una evaluación técnico-económica que se compone a su vez de costos de inversión, costos de operación, flujo de caja e indicadores económicos, y finalmente el diseño del ábaco de selección que corresponde al resultado final de este proyecto.

5.1 Diseño de Accesos y Dimensionamiento de Obras Civiles

Para poder realizar una evaluación técnico-económica es necesario primero determinar las dimensiones de las obras civiles que se van a utilizar en cada escenario. Es por esto que se confeccionó un diseño preliminar de los accesos a las minas con el principal objetivo de poder cubicar los metros lineales correspondientes a la construcción de túneles y piques, para las alternativas de correa transportadora y el sistema de izaje. Por otro lado las demás obras civiles, como sala de chancado, tolvas, entre otras, fueron cubicadas de acuerdo a información disponible de proyectos de la base de datos de JRI Ingeniería y fueron extrapoladas de acuerdo a cada escenario.

El diseño de accesos se realizó mediante el software *VentSim*, que a pesar de ser un *software* aplicado a la ventilación, es posible también realizar diseños de excavaciones de manera práctica. Antes de comenzar con el diseño se tomaron algunas consideraciones para todos los escenarios, tales como: el área de las galerías es de 5,0 x 5,0 metros², el diámetro de los piques verticales es de 6 metros, las rampas para las correas transportadoras se diseñaron con una pendiente de 18%, todas las excavaciones fueron diseñadas fuera de un área de subsidencia considerada como un ángulo de 50 grados desde el contorno del nivel de hundimiento, finalmente, no se consideraron otros aspectos geotécnicos.

Cabe destacar que se realizaron 10 diseños de accesos, según 5 profundidades en estudio para cada una de las alternativas de transporte, por lo que se utilizó el mismo diseño para todos los ritmos de producción de cada profundidad.

Las excavaciones mostradas en los diseños de accesos se encuentran separadas por colores correspondientes a distintas obras, cada uno de ellos se representa en la siguiente tabla:

Tabla 5.1: Leyenda de excavaciones realizadas en los diseños. **Fuente:** elaboración propia.

	Nivel de transporte
	Pique vertical
	Túnel correas de carga y de conexión
	Túnel correa intermedia
	Túnel correa principal

El nivel de transporte utilizado corresponde al del cuerpo central de la División Ministro Hales de Codelco y se utilizó como punto de referencia para iniciar con el sistema de transporte a superficie.

En esta sección se mostrarán dos de las cinco profundidades que se evaluaron para el diseño de accesos, una de 500 metros y la otra de 900 metros, cada una con el diseño de las dos alternativas de transporte. El resto de los diseños de accesos se pueden observar en el apartado de *Anexos* en la sección de *Diseño de Accesos*.

5.1.1 Escenarios de 500 metros

Sistema de Izaje

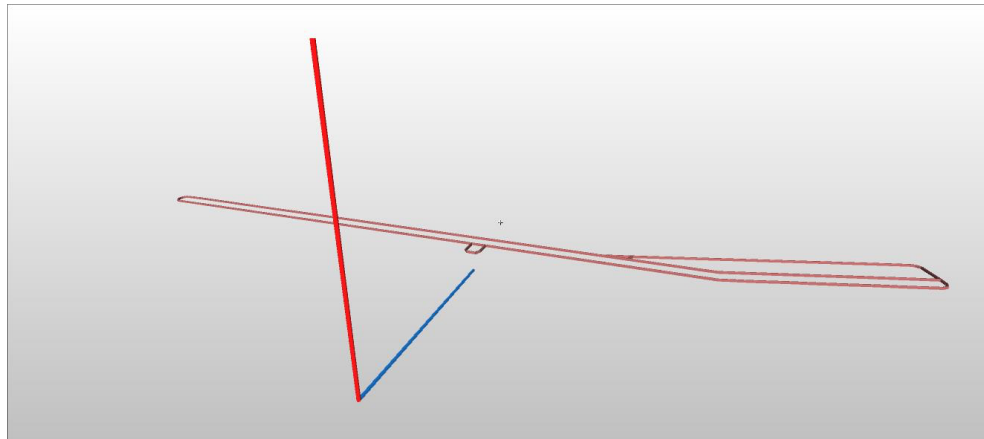


Figura 5.1: Diseño de acceso de sistema de izaje para escenarios de 500 metros. **Fuente:** elaboración propia.

Correas Transportadoras

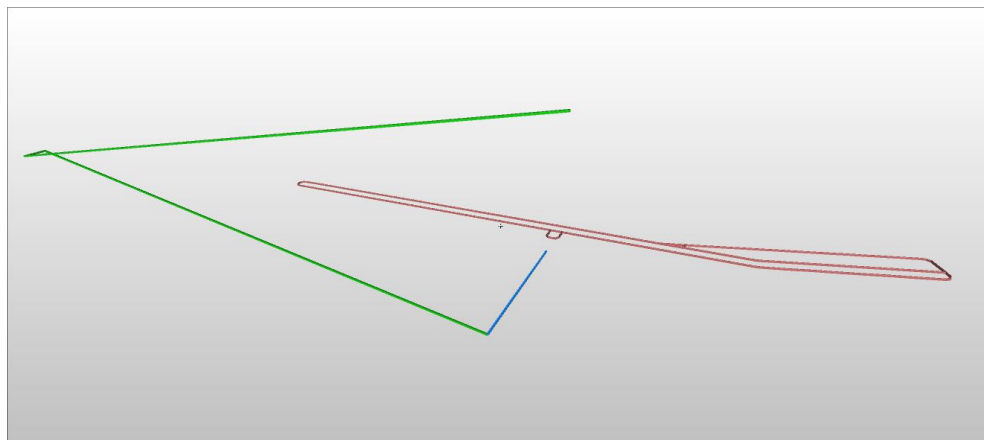


Figura 5.2: Diseño de acceso de correas transportadoras para escenarios de 500 metros. **Fuente:** elaboración propia.

5.1.2 Escenarios de 900 metros

Sistema de Izaje

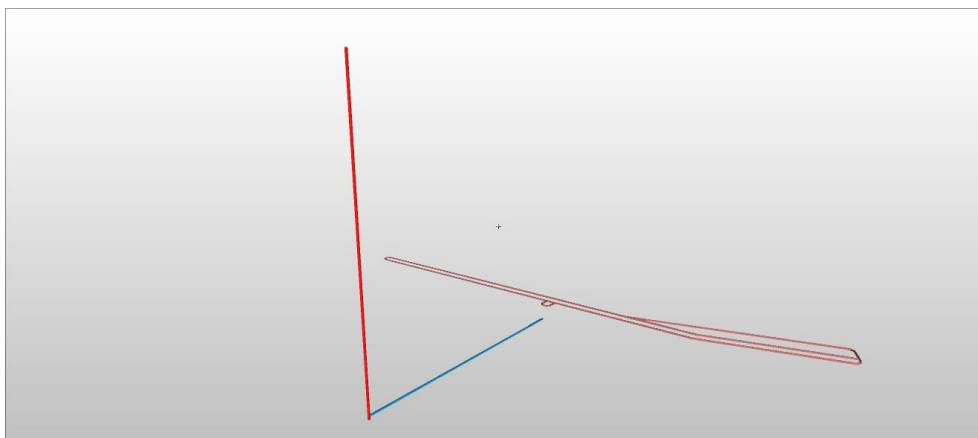


Figura 5.3: Diseño de acceso de sistema de izaje para escenarios de 900 metros. **Fuente:** elaboración propia.

Correas Transportadoras

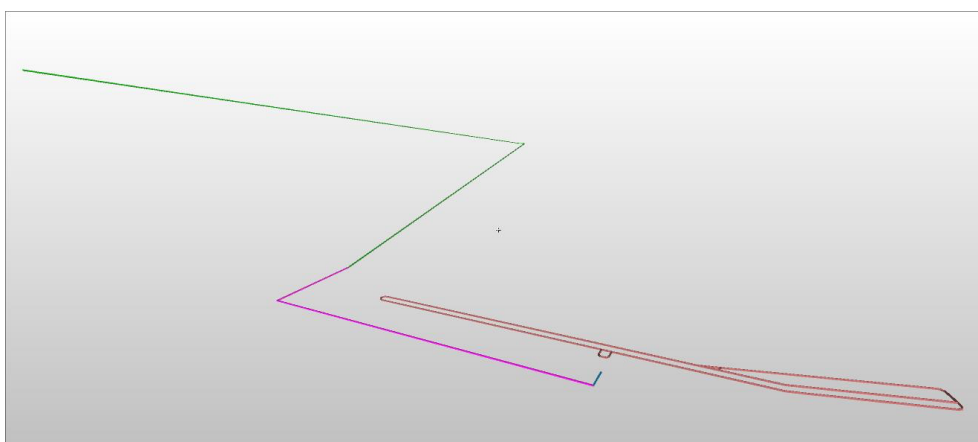


Figura 5.4: Diseño de acceso de correas transportadoras para escenarios de 900 metros. **Fuente:** elaboración propia.

5.1.3 Dimensionamiento de Obras Civiles

A partir de los diseños realizados se dio paso a medir las distancias de las obras involucradas en el transporte de mineral mediante una herramienta de medición del programa *VentSim*. Se consideró que las correas de carga son de 60 metros y se encuentran en el mismo túnel que las correas de conexión (túneles de color azul en los diseños).

Las estaciones de transferencia son las obras realizadas cuando existen traspasos de una correa a otra. Estas se contabilizaron en los traspasos de la correa de conexión a la correa intermedia (o principal), los traspasos de la correa intermedia a la principal y en los cambios de dirección de la correa principal. Considerando que en los escenarios de 300 y 500 metros de profundidad, no cuentan con correa intermedia se tienen en estos 3 estaciones de transferencia, mientras que en los escenarios de 700, 900 y 1.200 metros de profundidad, que sí cuentan con correa intermedia, se tienen 4. La cubicación volumétrica de estas se realizó a partir de información disponible en proyectos anteriores de JRI Ingeniería.

Tabla 5.2: Dimensionamiento de obras civiles a partir del diseño de accesos. **Fuente:** elaboración propia.

Alternativa	Obras Civiles	Unidad	300 metros	500 metros	700 metros	900 metros	1200 metros
Sistema de Izaje	Pique Vertical (d=6 m)	ml	300	500	700	900	1.200
	Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	253	431	716	820	1.110
	Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60	60	60	60	60
Correa Transportadora	Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	2.397	3.493	4.875	6.085	5.665
	Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	-	-	2.026	2.026	5.216
	Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	253	415	39	39	150
	Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60	60	60	60	60
	Estaciones de Transferencia	m3 (u)	4.500 (3)	4.500 (3)	5.400 (4)	5.400 (4)	5.400 (4)

Las unidades de medida son metros lineales (ml), metros cúbicos (m3) y unidades (u) propiamente tal (u). El dimensionamiento de las salas de chancado y las tolvas depende netamente de la capacidad y se realizó a partir de información de proyectos anteriores de la base de datos de JRI Ingeniería. La información recopilada corresponde a escenarios de 45 y 90 ktpd de capacidad, los escenarios de 30 y 45 ktpd fueron calculados por proporción directa. Los resultados obtenidos fueron:

Tabla 5.3: Dimensionamiento de obras civiles a partir de información recopilada. **Fuente:** elaboración propia.

Obras Civiles	Unidad	30 ktpd	45 ktpd	60 ktpd	90 ktpd
Excavación Tolvas	m3	2.274	4.161	5.548	8.322
Sala de Chancado	m3	17.050	21.325	26.978	36.906

Las posibles obras civiles no consideradas, como obras de menor magnitud, se consideraron como otras obras civiles y estructurales en las tablas de costos de inversión, estas fueron estimadas como un 5% del valor de los equipos, porcentaje que se obtuvo de información recopilada en JRI Ingeniería.

5.2 Costos de Inversión

Los costos de inversión para el presente proyecto se estimaron a partir de una base de datos de precios unitarios que se obtuvo a partir de diferentes proyectos de JRI Ingeniería. Estos proyectos se realizaron en años anteriores, por lo que se actualizaron a Enero del 2019 a partir del Índice de Precios al Consumidor (IPC). La lista de precios de la construcción de obras civiles y adquisición de equipos principales se resume a continuación:

Tabla 5.4: Lista de precios unitarios antes y después de actualización por IPC. **Fuente:** JRI Ingeniería.

	Unidad	Año Precio	P. Unitario Inicial (US\$)	Factor IPC	P. Unitario 01/2019 (US\$)
Obras Civiles (Construcción)					
Pique (d=6.0 m) Sinking	ml	2.012 (Aus)	33.488	1,07	35.832
Excavación Tolva	m3	2.009	280	1,32	370
Túnel Correa 5,0 x 5,0 m	ml	2.013	2.482	1,21	3.003
Excavación Sala Chancado	m3	2.009	280	1,32	370
Estaciones de Transferencia	m3	2.009	280	1,32	370
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	2.009	400.000	1,32	528.000
Equipos Principales (Adquisición)					
Sistema Skip 20 ktpd 700 m	gl	2.009	21.530.700	1,32	28.420.524
Correa Overland Sacrificio 20 ktpd	ml	2.009	10.200	1,32	13.464
Correa <500 m Ancho 48" 30 ktpd	ml	2.013	7.992	1,21	9.670
Correa >500 m Ancho 48" 30 ktpd	ml	2.013	6.576	1,21	7.957
Chancador 60 ktpd	gl	2.013	6.700.000	1,21	8.107.000

Los precios unitarios se encuentran en dólares estado unidenses (US\$) según las unidades de metros lineales (ml), metros cúbicos (m3) y global (gl). El precio de la construcción del pique proviene de Australia por lo que se simbolizó en la tabla como (Aus) y posee un IPC diferente.

Cabe destacar que esta lista de precios unitarios corresponde a los precios obtenidos de la base de datos de JRI Ingeniería con su actualización por IPC de acuerdo al año, por lo que se encuentran sin escalar por ritmo de producción ni profundidad, esto se realizará posteriormente.

El CAPEX calculado para los escenarios está dividido en costos directos y costos indirectos. Los costos directos se dividen en obras civiles, equipos principales y electricidad e instrumentación, mientras que los costos indirectos corresponden a los costos del dueño, contratistas, fletes y seguros, repuestos, ingeniería, entre otros.

Los costos que se escalaron por ritmo de producción y/o profundidad fueron solo los de la sección de equipos principales ya que son los que están afectados a estas variables, contrario a las obras civiles en las que solo basta con la actualización de precios por IPC que se muestra en la *Tabla 5.1*, dado que su precio va a depender de la cantidad cubicada y no así del ritmo de producción o profundidad del proyecto minero.

En cuanto a la electricidad e instrumentación, los costos se estimaron como porcentajes de la suma de los precios de equipos principales. Un 7,5% para equipos y materiales eléctricos y un 2% para instrumentación.

A continuación se dará paso a detallar los resultados de evaluación económica de 2 de los 20 escenarios estudiados, estos son: escenario 45 ktpd – 500 m, escenario 60 ktpd – 900 m. El resto de los resultados de evaluación económica para el resto de los escenarios, se encuentran en el apartado *Anexos* en la sección de *Costos de Inversión*, dado que se utilizó la misma metodología escalando los costos según el ritmo de producción y/o la profundidad según corresponda en cada caso.

5.2.1 Escenario 45 ktpd – 500 metros

A partir de la lista de precios anteriormente expuesta en la *Tabla 5.1*, se procedió a escalar los costos de equipos principales según la *ecuación (1)* para este escenario que se caracteriza por tener un ritmo de producción de 45 ktpd a una profundidad de 500 m bajo la superficie. A continuación se presentan los costos de inversión (CAPEX) de los sistemas de izaje vertical y correa transportadora para el presente caso.

Sistema de Izaje

Para escalar los costos de equipos principales, primero se deben considerar los precios base actualizados que aparecen en la *Tabla 5.1* (Costo 1), los cuales fueron obtenidos a partir de proyectos con distintos ritmos de producción (Capacidad 1) y se deben escalar al nuevo ritmo de producción en estudio, en este caso 30 ktpd (Capacidad 2) para obtener el costo que se va a considerar para este escenario (Costo 2). Estas variables se deben reemplazar en la *ecuación (1)* (regla de los seis décimos) vista anteriormente.

Los ritmos de producción de los precios base de equipos principales son de 20 ktpd para el sistema de izaje y correa overland de sacrificio, de 30 ktpd para las correas de 48" y de 60 ktpd para el chancador giratorio.

En el caso del sistema de izaje se debe además escalar el costo a partir de la profundidad. En este caso para 500 metros de profundidad, la variación es de -200 metros con respecto al caso base de 700 metros, por lo que se debe restar un 20% al valor del precio base, en otras palabras, multiplicar el valor original por un factor de 0,80. Esto se puede corroborar en la *ecuación (8)* en el apartado de *Metodología*.

Tabla 5.5: CAPEX de sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	500,0			35.832	17.916	17.916
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539	1.539
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	431,0			3.003	1.294	1.294
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	21.325,0			370	7.888	7.888
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				2.826	2.826
Equipos Principales							
Sistema Izaje 500 m	gl	1,0	32.386.836	32.387	3.238.684	3.239	35.626
Correa Conexión	ml	431,0	10.149	4.374	2.030	875	5.249
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	21.919	1.315	4.384	263	1.578
Chancador	c/u	1,0	7.447.566	7.448	1.489.513	1.490	8.937
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		4.552		587	5.139
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		3.756		484	4.240
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.002		129	1.131
TOTAL COSTOS DIRECTOS				54.833		38.709	93.543
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							13.548
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.122
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							1.502
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							647
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							1.645
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.293
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							790
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							20.548
Contingencia (25%)							28.523
TOTAL PROYECTO							142.613

Al sumar el total de costos directos, con el total de costos indirectos y la contingencia (considerada como un 25% de la suma de costos directos e indirectos) se obtiene un CAPEX total del presente escenario para la alternativa de izaje de 142.613 kUS\$ o aproximado en millones 143 MUS\$.

Correas Transportadoras

En el caso de las correas, se utilizan los precios base de la correa de sacrificio de 20 ktpd, el chancador de 60 ktpd y las correas de 48" de 30 ktpd. Estos precios se escalaron para el ritmo de producción del presente escenario de 45 ktpd utilizando la misma metodología explicada anteriormente. En este caso no se escalaron precios por profundidad, ya que los precios de las correas se cubican por metros lineales por lo que no están afectos a esa variable. Los costos de inversión obtenidos para esta alternativa se resumen en la tabla a continuación:

Tabla 5.6: CAPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Correas Transportadoras							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	3.493,0			3.003	10.490	10.490
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	414,7			3.003	1.245	1.245
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539	1.539
Sala de Chancado	m3	21.325,0			370	7.888	7.888
Estaciones de Transferencia (3)	m3	4.050,0			370	1.498	1.498
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				3.214	3.214
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	3.493,0	10.149	35.449	2.030	7.090	42.538
Correa Overland Conexión	ml	414,7	12.334	5.115	2.467	1.023	6.138
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	21.919	1.315	4.384	263	1.578
Chancador	c/u	1,0	6.821.768	6.822	1.364.354	1.364	8.186
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		4.870		974	5.844
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		4.018		804	4.821
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.071		214	1.286
TOTAL COSTOS DIRECTOS				58.660		38.315	96.975
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							13.410
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							2.933
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							1.607
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							718
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							1.760
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.430
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							874
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							22.733
Contingencia (25%)							29.927
TOTAL PROYECTO							149.634

Al sumar el total de costos directos, con el total de costos indirectos y la contingencia se obtiene un CAPEX total del presente escenario para la alternativa de correas de 149.634 kUS\$ o aproximado en millones: 150 MUS\$.

Se puede observar que el CAPEX de la correa transportadora en este caso es levemente superior al del sistema de izaje, con lo cual todavía no se puede llevar a cabo un análisis a profundidad de las alternativas ya que es necesario estudiar también los costos operacionales antes de tomar una decisión.

5.2.2 Escenario 60 ktpd – 900 metros

En este escenario se utilizó la misma metodología expuesta anteriormente para escalar los costos de equipos principales, según la *ecuación (1)*, pero ahora con un escenario con ritmo de producción de 60 ktpd a una profundidad de 900 metros bajo la superficie. Se utilizó la misma lista de precios expuesta en la *Tabla 5.1*. A continuación se presentan los costos de inversión (CAPEX) de los sistemas de izaje vertical y correa transportadora para el presente caso.

Sistema de Izaje

Utilizando la misma metodología que la alternativa de sistema de izaje vertical del escenario visto anteriormente, se escalaron los precios de acuerdo a ritmo de producción y profundidad. En esta oportunidad para el precio del sistema de izaje, al estar a una profundidad de 900 metros, existe una variación de +200 metros con respecto al caso base de 700 metros, por lo que se agregó un 20% extra al precio base que aparece en la *Tabla 5.1*. En otras palabras se multiplica el precio base del pique por un factor de 1,20. Esto se puede corroborar en la *ecuación (8)* en el apartado de *Metodología*. Los costos de inversión obtenidos para esta alternativa se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 5.7: CAPEX de sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	900,0			35.832	32.249	32.249
Excavación Tolvas (2)	m3	5.548,0			370	2.052	2.052
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	820,0			3.003	2.463	2.463
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	26.978,0			370	9.979	9.979
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				4.334	4.334
Equipos Principales							
Sistema Izaje 900 m	gl	1,0	49.485.303	49.485	4.948.530	4.949	54.434
Correa Conexión	ml	820,0	12.060	9.890	2.412	1.978	11.868
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	26.048	1.563	5.210	313	1.875
Chancador	c/u	1,0	8.850.700	8.851	1.770.140	1.770	10.621
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		6.979		901	7.880
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		5.758		743	6.501
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.535		198	1.734
TOTAL COSTOS DIRECTOS				84.060		62.108	146.168
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							21.738
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.729
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							2.303
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							1.031
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							2.522
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							2.053
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.255
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							32.630
Contingencia (25%)							44.699
TOTAL PROYECTO							223.497

Al sumar el total de costos directos, con el total de costos indirectos y la contingencia (considerada como un 25% de la suma de costos directos e indirectos) se obtiene un CAPEX total del presente escenario para el sistema de izaje de 223.497 kUS\$ o aproximado en millones 223 MUS\$.

Correas Transportadoras

Como se explicó anteriormente los costos de las correas solo se escalaron por ritmo de producción y no así por profundidad. Para esto se utilizó la misma metodología anterior, donde a partir de los precios base en la lista de precios correspondientes a proyectos de distintos ritmos de producción, se escalaron para el presente escenario de 60 ktpd. Con esto se obtuvo los costos de inversión resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 5.8: CAPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos						
	Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	KUS\$
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	6.085,0			3.003	18.275	18.275
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	2.026,0			3.003	6.085	6.085
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	39,0			3.003	117	117
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	5.548,0			370	2.052	2.052
Sala de Chancado	m3	26.978,0			370	9.979	9.979
Estaciones de Transferencia (4)	m3	5.400,0			370	1.997	1.997
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				7.132	7.132
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	6.085,0	12.060	73.388	2.412	14.678	88.066
Correa Intermedia	ml	2.026,0	12.060	24.435	2.412	4.887	29.321
Correa Overland Conexión	ml	39,0	14.657	572	2.931	114	686
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	26.048	1.563	5.210	313	1.875
Chancador	c/u	1,0	8.107.000	8.107	1.621.400	1.621	9.728
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		10.806		2.161	12.968
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		8.915		1.783	10.698
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		2.377		475	2.853
TOTAL COSTO DIRECTO				130.163		72.378	202.541
			Costos Indirectos				
			Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)				25.332
			Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)				6.508
			Derechos de Internación (3% Sum. Importado)				-
			Repuestos (3% Equipos)				3.566
			Ingeniería (4% del Valor Acumulado)				1.416
			Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)				3.905
			Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)				2.851
			Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)				1.743
			TOTAL COSTOS INDIRECTOS				45.322
			Contingencia (25%)				61.966
			TOTAL PROYECTO				309.821

Al sumar el total de costos directos, con el total de costos indirectos y la contingencia (considerada como un 25% de la suma de costos directos e indirectos) se obtiene un CAPEX total del presente escenario para el sistema de izaje de 309.829 kUS\$ o aproximado en millones 310 MUS\$.

En este caso se puede apreciar que el costo de inversión total de la alternativa correa, es considerablemente mayor al del sistema de izaje. Esto se debe principalmente a tres motivos; al alto costo de las correas para este ritmo de producción, al costo de construcción de túneles y la profundidad a la que se encuentra la mina. Al estar a 900 metros de profundidad, la correa, considerando que trabaja a una pendiente de 18%, debe acaparar una larga distancia para llevar el mineral a superficie, por lo que la cubicación de metros lineales aumenta considerablemente cuando la mina se encuentra a gran profundidad como es el caso. En el sistema de izaje ocurre de diferente

forma ya que al ser vertical, al aumentar la profundidad, los costos aumentan pero en una proporción mucho menor a la de la correa, el costo adicional en la construcción del pique, que será por una cubicación de metros lineales en línea recta hacia abajo, y el costo de escalar el sistema de izaje por profundidad, no son costos considerablemente altos.

5.3 Costos de Operación

Los costos de operación para los sistemas de transporte evaluados corresponden a los costos energéticos y costos de mantenimiento de los equipos principales que funcionan para transportar en mineral desde la mina a superficie. En el caso de la alternativa de izaje vertical los equipos en funcionamiento son: el chancador, el sistema de izaje y las correas transportadoras (de carga y conexión) que conectan el punto de vaciado del chancador con la tolva que almacena el mineral que va al sistema de izaje. En el caso de la correa transportadora sus equipos principales son: el chancador, la correa de carga, la correas de conexión, la correa intermedia (según el escenario) y la correa principal que va a superficie.

Los costos de operación del sistema de izaje se estimaron escalando los costos a partir de un valor base extraído de un proyecto anterior de JRI Ingeniería como se explicó en el apartado de *Metodología*. Con el valor base en conjunto con las características de ritmo de producción y profundidad de cada escenario, se utilizó la *ecuación (9)* para obtener finalmente el costo operacional escalado.

Los costos de operación de las correas transportadoras se componen de costos energéticos y costos de mantenimiento. Los costos energéticos se calcularon según los requerimientos de potencia del sistema en régimen, considerando además un precio de energía eléctrica de 0,096 US\$/kw-h. Mientras que, los costos de mantenimiento anual fueron calculados como un 20% del costo de adquisición total de las correas como se explicó en el apartado de *Metodología*. Cabe destacar que para el cálculo de potencia se consideró la utilización de correas de 48" para los escenarios de 30 y 45 ktpd, correas de 54" para los escenarios de 60 ktpd y correas de 60" para los escenarios de 90 ktpd.

Los costos de operación de los chancadores fue estimado a partir de un valor base entregado por *JRI Ingeniería* de un proyecto anterior, este valor corresponde a un chancador de 60 ktpd y se escaló para cada escenario según la capacidad de cada uno.

A continuación, se va a exponer el OPEX para los mismos dos escenarios anteriores, considerando que la metodología es la misma para el resto. Los resultados de OPEX para los demás escenarios se encuentran en el apartado de *Anexos* en la sección de *Costos de Operación*. Cabe destacar que solo se van a mostrar los cálculos de los costos operacionales de los escenarios a su ritmo de producción total y no así en *ramp up* ni *ramp down*, dado que esos valores se estimaron escalando el costo en plena producción mediante la *ecuación (1)* según el ritmo de producción que corresponda a cada año. Los valores obtenidos de OPEX para todos los años de vida útil de los escenarios, se pueden visualizar en las tablas de flujo de caja presentes en el apartado de *Anexos* en la sección de *Flujo de Caja e Indicadores*.

5.3.1 Escenario 45 ktpd – 500 metros

A partir de lo dicho anteriormente, se procedió a calcular y estimar los costos de operación para este escenario con un ritmo de producción de 45 ktpd y 500 metros de profundidad, considerando que los costos fueron escalados para el sistema de izaje vertical a partir de la *ecuación (9)*, para los chancadores a partir de la *ecuación (1)* y para las correas se estimaron a partir de cálculos de potencia y requerimientos de mantención.

Sistema de Izaje Vertical

Como se dijo anteriormente, esta alternativa de transporte se compone de tres equipos principales: el chancador giratorio, las correas transportadoras (de carga y conexión) y el sistema de izaje.

El costo operacional del chancador se estimó a partir del valor base obtenido de JRI Ingeniería, el cual corresponde a 0,79 US\$/ton para una capacidad de 60 ktpd. Con estos valores, se utilizó la *ecuación (1)*, considerando que para trabajar directamente los valores en US\$/ton en la ecuación, se debe restar 1 al exponente, por lo que este quedaría en -0,4. Al realizar el cálculo se obtiene que el costo de operación para el chancador de 45 ktpd corresponde a 0,89 US\$/ton para la mina en plena producción. Cabe destacar que este valor aplica para todas las profundidades de los escenarios de 45 ktpd, dado que es intrínseca a los costos energéticos y de mantenimiento que no dependen directamente de la profundidad.

El costo operacional de las correas transportadoras se resume en la siguiente tabla, considerando que para este escenario se utilizaron correas de un ancho de 48”:

Tabla 5.9: OPEX de correas para sistema de izaje vertical para escenario 45 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Sistema	Unidad	Correas
Horas de operación	h/día	24
Potencia del sistema en régimen	HP	151
Potencia del sistema en régimen	Kw	113
Consumo energía	Kw-h/año	972.870
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096
Gasto energía	US\$/año	93.492
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,006
Costo mantenimiento	US\$/ton	0,070
Costo Operacional	US\$/ton	0,08

Con el valor de la potencia del sistema en régimen en equivalente a 113 Kw, considerando además 24 horas de operación, se calculó el consumo energético en Kw-h/año y teniendo el precio de la energía se calculó al gasto energético anual, luego, al dividir este último por la producción anual (16.200 ton) se obtuvo el costo energético en régimen de 0,006 US\$/ton. Por otro lado, el costo de mantenimiento por año se estimó como un 20% del precio de adquisición de ambas correas en este escenario (20% de 5.689 kUS\$) al dividir esto por las toneladas anuales (16.200 ktpa) se obtiene el 0,070 US\$/ton que aparece en la tabla. Sumando ambos costos se obtuvo finalmente el costo operacional total para las correas en la alternativa de sistema de izaje equivalente a 0,08 US\$/ton, el cual aplica a las dos correas utilizadas para esta alternativa, correa de carga y correa de conexión que juntas suman un largo entre sus ejes de 475 metros con una pendiente nula.

Para el sistema de izaje el costo operacional se estima escalando el costo a partir de un valor base. Este valor base corresponde a un sistema de izaje de 20 ktpd de capacidad y de 700 metros de profundidad, con lo cual se utilizó la *ecuación (9)* para escalar el OPEX a cualquier escenario. En este escenario el ritmo de producción es de 45 ktps y la profundidad es de 500 metros, por lo que reemplazando en la ecuación antes mencionada el OPEX quedaría de la siguiente forma:

$$OPEX_{IV} = 0,96 \cdot \left(\frac{45}{20}\right)^{-0,4} + 0,04 \cdot \left(\frac{500 - 700}{100}\right)$$

Al resolver la ecuación se obtiene un resultado de 0,61 US\$/ton. Los resultados del OPEX total de la alternativa de sistema de izaje se obtiene sumando los resultados obtenidos, lo que se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5.10: OPEX alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costo Operacional [US\$/ton]			
Chancador	Correas	Sistema de Izaje	Total
0,89	0,19	0,61	1,69

Correas Transportadoras

La alternativa de correas transportadoras se compone de dos equipos principales; uno es el chancador, y el otro la correas propiamente tal, entre las cuales están la correa de carga, la correa de conexión y la correa principal que lleva el mineral a superficie.

El OPEX del chancador corresponde al mismo visto en el escenario anterior para la alternativa de sistema de izaje vertical, dado que es de la misma capacidad de 45 ktpd, por lo tanto corresponde a **0,89 US\$/ton**.

En cuanto al OPEX de las correas, se calculó utilizando la misma metodología que las correas para la alternativa de sistema de izaje y también con correas de ancho de 48”.

Tabla 5.11: OPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Sistema	Unidad	Correas
Horas de operación	h/día	24
Potencia del sistema en régimen	HP	9.019
Potencia del sistema en régimen	Kw	6.725
Consumo energía	Kw-h/año	58.108.045
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096
Gasto energía	US\$/año	5.584.136
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,34
Costo mantenimiento	US\$/ton	1,04
Costo Operacional	US\$/ton	1,38

En esta alternativa de transporte se incluyen todas las correas presentes en el sistema como una sola global para calcular la potencia del sistema en régimen por lo que con una potencia del sistema en régimen de 6.725 Kw, se obtuvo el costo energético en régimen de 0,34 US\$/ton y un costo de mantenimiento de 1,04 US\$/ton que corresponde a considerar como costo anual de mantenimiento un 20% del precio de todas las correas del sistema, el cual se divide en las toneladas producidas por año para obtener el valor antes mencionado. Al sumar estos valores se obtiene el costo operacional total para las correas que es de 1,38 US\$/ton. Este valor corresponde a un largo entre los ejes de las correas de 3.967 metros y que recorren una distancia vertical de 500 metros a través de rampas que en las zonas con pendiente es de un 18%.

Los resultados del OPEX total de la alternativa de correas transportadoras se obtiene sumando los resultados obtenidos, lo que se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5.12: OPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costo Operacional [US\$/ton]		
Chancador	Correas	Total
0,89	0,70	1,59

Se puede observar que el valor de OPEX obtenido para la alternativa de correa es un tanto menor al del sistema de izaje, lo cual indica que la correa para escenarios de estas características es un sistema más eficiente en términos energéticos y de mantenimiento. De todas formas, para tomar la decisión se debe realizar un análisis más acabado en términos económicos, que englobe todos los costos dentro de la vida útil y tiempo de construcción del proyecto. Esto será llevado a cabo en el apartado de CAUE.

5.3.2 Escenario 60 ktpd – 900 metros

En este escenario se utilizó la misma metodología expuesta anteriormente para obtener los costos operacionales, pero ahora con un escenario con ritmo de producción de 60 ktpd a una profundidad de 900 metros.

Sistema de Izaje Vertical

Al igual que en el escenario anterior, se tienen tres equipos principales que presentan costos operacionales: el chancador, las correas de transporte y el sistema de izaje.

El costo operacional del chancador para este escenario se obtuvo directamente del valor base dado que correspondía a un proyecto de la misma capacidad. Este valor corresponde a 0,79 US\$/ton.

En cuanto al costo operacional de las correas, este se calculó a partir de la misma metodología utilizada anteriormente, pero en este caso usando correas de 54" de ancho.

Tabla 5.13: OPEX de correas para sistema de izaje vertical para escenario 60 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Sistema	Unidad	Correas SI
Horas de operación	h/día	24
Potencia del sistema en régimen	HP	314
Potencia del sistema en régimen	Kw	234
Consumo energía	Kw-h/año	2.023.054
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096
Gasto energía	US\$/año	194.414
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,009
Costo mantenimiento	US\$/ton	0,106
Costo Operacional	US\$/ton	0,12

Las correas utilizadas en esta alternativa de sistema de izaje fueron las correas de carga y de conexión. Estas fueron evaluadas en conjunto, por lo que con una potencia del sistema en régimen de 234 Kw, se obtiene el costo energético en régimen de 0,009 US\$/ton y un costo de mantenimiento de 0,106 US\$/ton que al sumarlos equivalen a 0,12 US\$/ton que corresponde al costo operacional de las correas, las que poseen una distancia entre sus ejes de 880 metros.

Para el caso del sistema de izaje propiamente tal, el costo operacional se calculó a partir de la ecuación (9) aplicando la misma metodología que el caso anterior, pero ahora con las características del escenario actual (60 ktpd de capacidad y 900 metros de profundidad), reemplazando en la ecuación se tiene:

$$OPEX_{IV} = 0,96 \cdot \left(\frac{60}{20}\right)^{-0,4} + 0,04 \cdot \left(\frac{900 - 700}{100}\right)$$

Al resolver la ecuación se obtiene un resultado de 0,70 US\$/ton. Los resultados del OPEX total de la alternativa de sistema de izaje se obtienen sumando los resultados obtenidos, lo que se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5.14: OPEX alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costo Operacional [US\$/ton]			
Chancador	Correas	Sistema de Izaje	Total
0,79	0,12	0,70	1,60

Correas Transportadoras

Los equipos principales en esta alternativa son los mismos que en el escenario anterior; uno es el chancador, y el otro la correas propiamente tal, entre las cuales están la correa de carga, la correa de

conexión, la correa principal y se agrega una correa intermedia para este escenario que conecta la de conexión con la correa principal.

El OPEX del chancador es el mismo que en la alternativa del sistema de izaje y es de 0,79 US\$/ton. Que corresponde al valor base obtenido un proyecto anterior de JRI Ingeniería.

En cuanto al OPEX de las correas, se calculó utilizando la misma metodología y con correas de 54" de ancho.

Tabla 5.15: OPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Sistema	Unidad	Correas CT
Horas de operación	h/día	24
Potencia del sistema en régimen	HP	11.759
Potencia del sistema en régimen	Kw	8.769
Consumo energía	Kw-h/año	75.761.449
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096
Gasto energía	US\$/año	7.280.614
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,34
Costo mantenimiento	US\$/ton	0,93
Costo Operacional	US\$/ton	1,26

Se calculó el OPEX de todas las correas utilizadas en el sistema de forma global, por lo que con una potencia del sistema en régimen de 8.769 Kw se obtuvo un costo energético de 0,34 US\$/ton mientras que el costo de mantenimiento, calculado de igual forma que en los casos anteriores, fue de 0,93 US\$/ton. Sumando los valores antes mencionados se obtiene un costo operacional de 1,26 US\$/ton para las correas del sistema. Este valor corresponde a un largo entre los ejes de las correas de 8.210 metros y que recorren una distancia vertical de 900 metros a través de rampas que en las zonas con pendiente es de un 18%.

Los resultados del OPEX total de la alternativa de correas transportadoras se obtiene sumando los resultados obtenidos, lo que se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5.16: OPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costo Operacional [US\$/ton]		
Chancador	Correas	Total
0,79	1,26	2,05

En este escenario se puede apreciar que la diferencia de costos operacionales entre la alternativa de sistema de izaje (1,60 US\$/ton) y la correa transportadora (2,05 US\$/ton), es considerable, lo que

muestra que la correa en escenarios de mayor profundidad y productividad deja de ser eficiente en términos energéticos y de mantenimiento, esto se debe principalmente a las grandes distancias que debe abarcar para llegar a superficie, que implica también una gran cantidad de equipamiento a mantener, los cuales equivalen a un mayores costos operacionales. El sistema de izaje por su parte, al recorrer una distancia vertical recorre una ruta mucho más directa que le permite ser eficiente en términos energéticos y de mantenimiento para un escenario de estas características.

5.4 Flujo de Caja e Indicadores Económicos

Para realizar el flujo de caja, se consideró 15 años de vida útil de la mina, 3 años de *ramp up* y 2 años de *ramp down*, sin considerar ingresos como se explicó en el capítulo de *Alcances*. Además, se determinó el periodo de construcción de la mina, para cada escenario y alternativa de transporte según la velocidad de avance de la construcción de los accesos, que es el principal limitante en cuanto al tiempo de construcción. Para el pique vertical mediante el método convencional o *sinking* se consideró una velocidad de avance de 75 metros/mes. Mientras que, para la construcción de túneles por perforación y tronadura, se consideró de 180 metros/mes. De acuerdo a estos valores se realizó el flujo de la inversión (CAPEX) por periodos, que va a depender en gran parte de la cubicación en metros lineales de los piques para la alternativa de sistema de izaje y de los túneles para las correas transportadoras.

el OPEX se calculó y estimó para los sistemas de transporte de los escenarios en plena producción (luego del *ramp up*), como se explicó anteriormente, y a partir de ese valor, se escaló el OPEX para los ritmos de producción que consideran el *ramp up* y *ramp down* utilizando la *ecuación (1)*.

Los costos totales actualizados (VAC) se calcularon considerando una tasa de descuento base de 8%, actualizándolos a partir del año de inicio de la inversión, mientras que el costo anual uniforme equivalente (CAUE) se calculó utilizando la *ecuación (7)* considerando que no se aplica al año de inversión inicial.

Cabe destacar que las tablas que se presentarán en esta sección poseen las columnas desde el año 5 hasta el año 11 ocultas para poder visualizarlas. De todas formas estas se encuentran completas en el apartado de *Anexos* en conjunto con las de los demás escenarios.

5.4.1 Escenario 45 ktpd – 500 metros

Este escenario tiene un ritmo de producción de 45 ktpd que equivale anualmente a 16.200 ktpa cuando se encuentra en plena producción. El *ramp up* se consideró como un cuarto de este valor y fue subiendo año a año en la misma proporción, mientras que el *ramp down* fue disminuyendo en proporción de un tercio.

Sistema de Izaje Vertical

Con el CAPEX y OPEX calculado anteriormente para este escenario, se procedió a realizar el flujo de los costos por periodos del sistema de izaje vertical, con costos actualizados y costo anual uniforme equivalente (CAUE).

Tabla 5.17: Evaluación económica de sistema de izaje para escenario 45 ktpd-500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	13	14	15	16	TOTAL	
		Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa			4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$											0	
CAPEX	MUS\$	86	57									143	138
Directos	MUS\$	57	37									37	91
Indirectos	MUS\$	12	9									9	20
Contingencia	MUS\$	17	11									11	28
OPEX	MUS\$			11	17	21	27	27	27	20	13	357	184
Chancador	US\$/t			1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Sistema de Izaje	US\$/t			1,07	0,81	0,69	0,61	0,61	0,61	0,72	0,95		
Correas	US\$/t			0,13	0,10	0,09	0,19	0,19	0,19	0,09	0,12		
COSTO TOTAL	MUS\$	86	57	11	17	21	27	27	27	20	13	499	322
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	86	53	10	13	16	19	10	9	6	4	322	
CAUE	MUS\$		36	36	36	36	36	36	36	36	36	583	

Los años negativos (año -2 y año -1), corresponden al periodo de construcción del sistema de transporte, donde se realiza la inversión. Este periodo abarca la construcción del pique, túneles, y las demás obras civiles, así como también la construcción y montaje de equipos principales. Esto quiere decir que desde el año 1, el sistema de transporte se encuentra habilitado para la operación, por lo que ese es el año en que comienza la producción.

Durante la vida útil de la mina solo se consideraron costos operacionales, los cuales fueron calculados y escalados según el ritmo de producción que corresponda.

El costo total nominal corresponde a la suma del CAPEX y OPEX y es de 499 MUS\$, mientras que el costo total actualizado corresponde al costo actualizado considerando como año 0 el de la primera inversión a una tasa de 8%. Con esto se obtuvo un VAC de 322 MUS\$.

Con el valor del VAC, la tasa de 8%, y los periodos totales, que en este caso son 16. Se calculó el CAUE mediante la *ecuación (1)*, con lo que se obtuvo un valor de 36 MUS\$ por cada año, considerando que este valor no se aplica al año de inversión inicial, al sumar el CAUE de todos los periodos se obtuvo un costo total de 583 MUS\$.

Correas Transportadoras

Con el CAPEX y OPEX calculado anteriormente, se procedió a realizar el flujo de los costos por periodos de la alternativa de correas transportadoras, aplicando la misma metodología anterior.

Tabla 5.18: Evaluación económica de correas transportadoras para escenario 45 ktpd-500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concentrado de cobre	MUS\$												0	
CAPEX	MUS\$	11	73	65									150	135
Directos	MUS\$	7	48	42									97	87
Indirectos	MUS\$	3	10	10									23	21
Contingencia	MUS\$	2	15	13									30	27
OPEX	MUS\$				11	17	22	26	26	26	20	13	341	163
Chancador	US\$/t				1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Correas	US\$/t				1,22	0,93	0,79	0,70	0,70	0,70	0,83	1,09		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	73	65	11	17	22	26	26	26	20	13	490	298
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	67	56	9	12	15	16	9	8	6	4	298	
CAUE	MUS\$		33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	556	

En este caso el tiempo de construcción es de 3 años, que abarcan la construcción de los túneles (rampas de acceso), estaciones de transferencia y las demás obras civiles, así como también la construcción y montaje de los equipos principales. Tarda un año más que la alternativa de izaje, principalmente porque la construcción de los accesos, que es el principal limitante, demora más que en esta alternativa.

Los costos operacionales se calcularon en la sección anterior y se escalaron para el plan de producción correspondiente al *ramp up* y *ramp down*.

La suma de costos totales sin actualizar es de 490 MUS\$. Mientras que el costo total actualizado de todos los periodos (VAC) es de 298 MUS\$. Con este valor se calculó el CAUE teniendo un total de 17 periodos obteniendo 33 MUS\$ para cada año. Al sumar todos los años se obtuvo un costo total de 566 MUS\$. Se puede apreciar que la alternativa de correa es levemente inferior en costos que la de izaje, aunque son muy similares ya que sus costos tanto operacionales como de inversión, en este escenario, son cercanos.

5.4.2 Escenario 60 ktpd – 900 metros

Este escenario cuenta con un ritmo de producción de 60 ktpd que equivale anualmente a 16.200 ktpa cuando se encuentra en plena producción.

Sistema de Izaje

Con el CAPEX y OPEX calculado anteriormente para este escenario, se procedió a realizar el flujo de los costos por periodos de la alternativa de sistema de izaje.

Tabla 5.19: Evaluación económica de sistema de izaje para escenario 60 ktpd-900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$													
CAPEX	MUS\$	57	101	66									223	207
Directos	MUS\$	32	69	45									146	135
Indirectos	MUS\$	13	11	8									33	31
Contingencia	MUS\$	11	20	13									45	41
OPEX	MUS\$				15	23	29	35	35	35	27	18	459	220
Chancador	US\$/t				1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Sistema de Izaje	US\$/t				1,22	0,92	0,78	0,70	0,70	0,70	0,82	1,08		
Correas	US\$/t				0,20	0,15	0,13	0,12	0,12	0,12	0,14	0,18		
COSTO TOTAL	MUS\$	57	101	66	15	23	29	35	35	35	27	18	682	426
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	57	93	57	12	17	20	22	12	11	8	5	426	
CAUE	MUS\$		47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	794	

En este caso, al encontrarse a una profundidad mayor que el escenario antes visto, el tiempo de construcción aumentó a 3 años (1 año más que el anterior).

Los costos operacionales se calcularon en la sección anterior y se escalaron para el plan de producción correspondiente al *ramp up* y *ramp down* que se aprecia en la tabla.

La suma de costos totales sin actualizar es de 682 MUS\$. Mientras que el valor actualizado de costos (VAC) es de 426 MUS\$. Con este valor se calculó el CAUE teniendo un total de 17 periodos obteniendo 47 MUS\$ para cada año. Al sumar todos los años se obtuvo un costo total de 794 MUS\$.

Correa Transportadora

Con el CAPEX y OPEX calculado anteriormente, se procedió a realizar el flujo de los costos por periodos de la alternativa de correas transportadoras.

Tabla 5.20: Evaluación económica de correas transportadoras para escenario 60 ktpd-900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	16	17	18	19	TOTAL	
		Año -5	Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa						5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concentrado de cobre	MUS\$															
CAPEX	MUS\$	11	11	140	31	115									310	252
Directos	MUS\$	7	6	95	18	77									203	164
Indirectos	MUS\$	3	3	18	7	15									45	37
Contingencia	MUS\$	2	2	28	6	23									62	50
OPEX	MUS\$						19	29	37	44	44	44	35	23	587	241
Chancador	US\$/t						1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Correas	US\$/t						2,20	1,67	1,42	1,26	1,26	1,26	1,48	1,96		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	140	31	115	19	29	37	44	44	44	35	23	897	493
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	120	25	85	13	18	22	24	13	12	9	5	493	
CAUE	MUS\$		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	975	

En este caso, al encontrarse a una profundidad mayor que el escenario antes visto de 500 metros, el tiempo de construcción aumentó a 5 años. Además, corresponde a 2 años más que la alternativa de sistema de izaje para este mismo escenario.

Los costos operacionales se calcularon en la sección anterior y se escalaron para el plan de producción correspondiente al *ramp up* y *ramp down* que se aprecia en la tabla.

La suma de costos totales sin actualizar es de 897 MUS\$. Mientras que el valor actualizado de costos (VAC) es de 493 MUS\$. Con este valor se calculó el CAUE teniendo un total de 19 periodos obteniendo 32 MUS\$ para cada año. Al sumar todos los años se obtuvo un costo total de 975 MUS\$.

En este escenario el costo del sistema de izaje es bastante menor, esto ya que como se dijo anteriormente, al ser un escenario de gran profundidad, la correa transportadora debe recorrer distancias muy grandes por lo que se incurre en un mayor tiempo de construcción y en más costos operacionales y de inversión para los túneles y equipos de correa.

Cabe destacar que, al revisar el valor del VAC en las dos alternativas de transporte de este escenario (426 para el izaje y 493 MUS\$ para las correas), se puede apreciar que no poseen una gran diferencia. Al contrario de lo que se observa en el costo total sin actualizar (682 para el izaje y 897 MUS\$ para las correas) y en la suma del CAUE para todos los periodos (794 para el izaje y 975 MUS\$ para las correas) donde las diferencias sí son notorias. Esto se debe a que el VAC, se actualiza para cada periodo, entonces cuando se tiene una mayor cantidad de periodos, los costos futuros se verán más atenuados. Esto ocurre en el caso de la alternativa de correa, que al tener un tiempo de construcción mayor al del sistema de izaje, posee mayor cantidad de periodos por los que sus costos se van atenuando más que la alternativa de izaje. Es por esto que cuando se estudian los costos de dos alternativas con distintas cantidades de periodos, el VAC no es el indicador económico apropiado ya que tiende a “premiar” a la alternativa con más periodos, siendo que traerá como consecuencia empezar a producir más tarde. Es por esto que el indicador económico apropiado es el CAUE que se aplica a proyectos con alternativas con diferentes horizontes.

5.5 Diseño de Ábaco de Selección

A partir de la evaluación económica realizada, se desarrolló un análisis numérico para obtener como resultado un gráfico de 2 dimensiones en coordenadas cartesianas. Para esto, primero se ordenaron los resultados, separando cada escenario por ritmos de producción, cada escenario de ritmo de producción se estudió con todas las profundidades consideradas. El indicador económico que se utilizó para realizar los gráficos fue el de la suma del CAUE de todos los periodos (se le llamará costo total en adelante). Las curvas se construyeron con el costo total en función de la profundidad y esto para cada ritmo de producción evaluado, considerando una curva para cada alternativa de transporte. A continuación se muestra como ejemplo un gráfico de todos los escenarios de 60 ktpd:

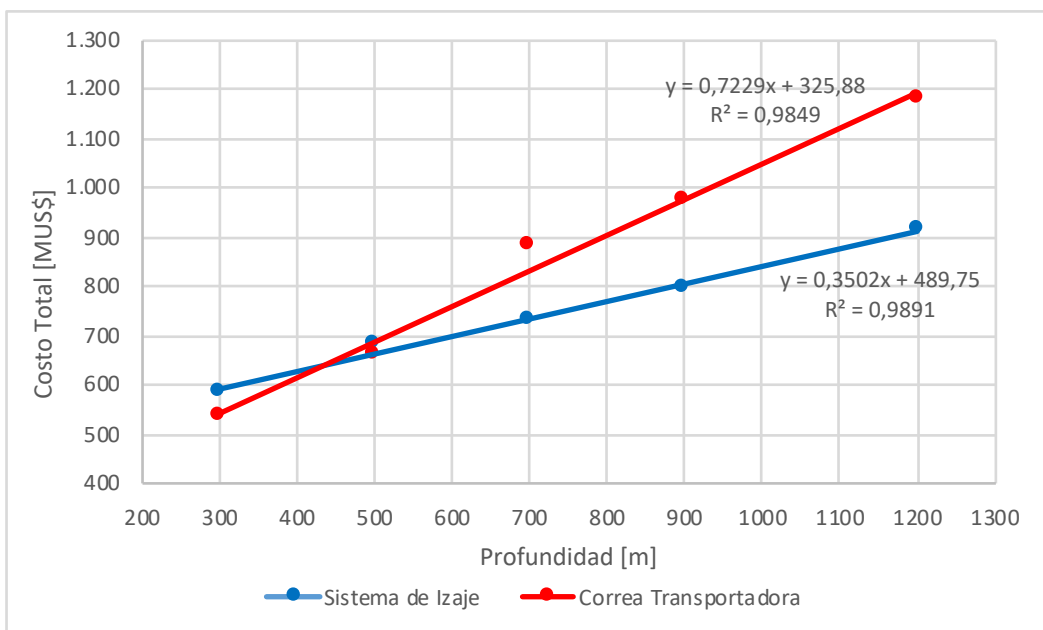


Gráfico 5.1: Costo total en función de la profundidad para escenarios de 60 ktpd. **Fuente:** elaboración propia.

Los puntos del gráfico son coordenadas cartesianas (x,y) correspondientes a (profundidad, costo total), las profundidades de los puntos son las estudiadas en este proyecto (300, 500, 700, 900 y 1.200 metros) todas ellas correspondientes a 60 ktpd, luego, a los puntos obtenidos se les aplicó una línea de tendencia lineal a los que son de la alternativa de sistema de izaje vertical (línea de color azul) y otra a los pertenecientes a correas transportadoras (línea de color rojo).

Las dos curvas obtenidas, una de izaje y la otra de correa transportadora, se intersectan en un punto, este punto indica la transición para seleccionar un sistema u otro de acuerdo a su costo total según la profundidad a la que se encuentre la mina. En este caso para 60 ktpd el punto de intersección de ambas curvas es de 440 metros en la abscisa (calculado con las ecuaciones de la recta obtenidas con el gráfico). Esto quiere decir que a una profundidad menor a 440 metros, según las rectas, el sistema de menor costo es la correa transportadora, mientras que a una profundidad mayor a 440 metros, el sistema de menor costo es el de izaje.

Al aplicar esta misma metodología para la construcción de las rectas para todos los escenarios, se obtuvieron dos rectas por cada ritmo de producción; una para el sistema de izaje y la otra para correas transportadoras. En total, considerando los 4 ritmos de producción en estudio, se obtuvo un total de 8 curvas, las cuales se presentan el siguiente gráfico:

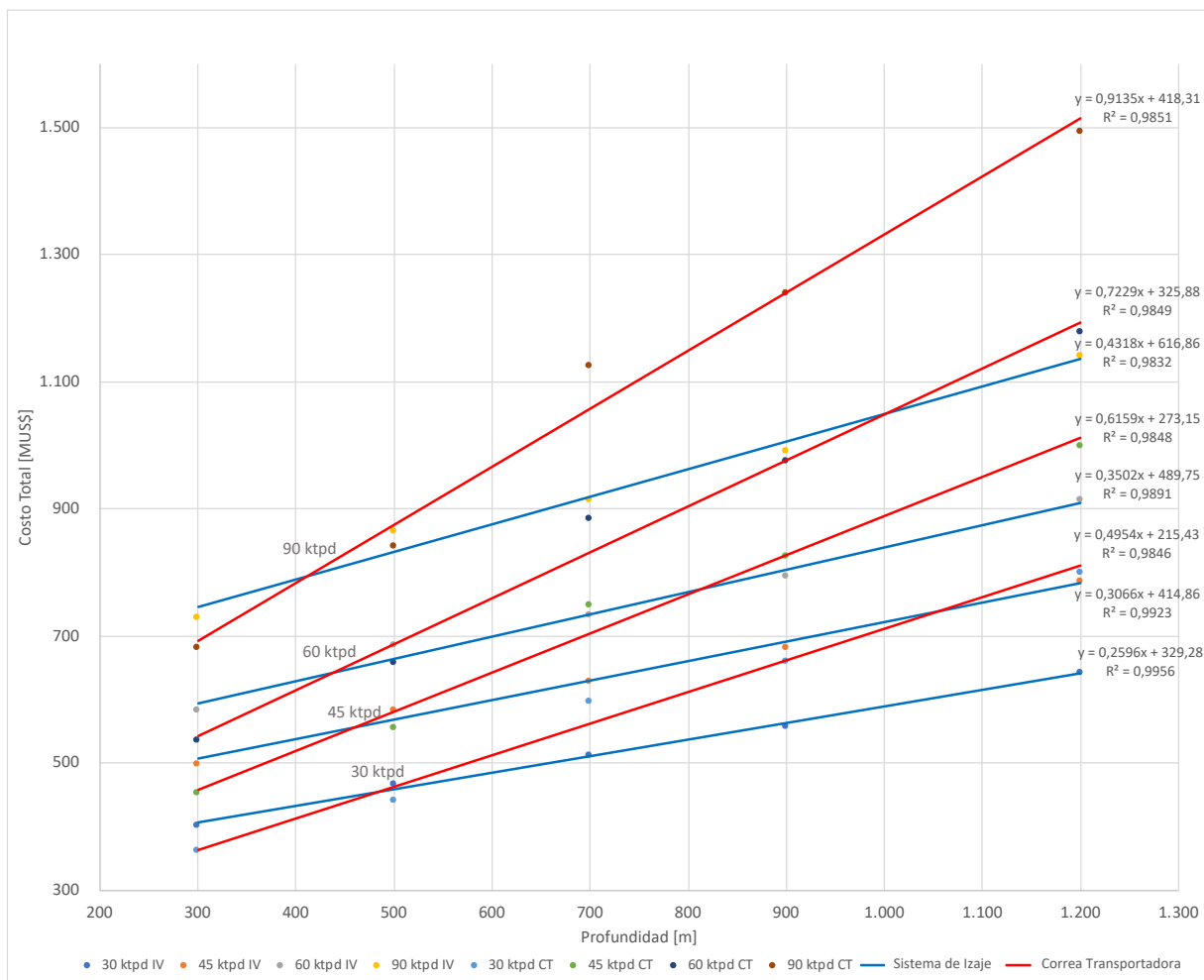


Gráfico 5.2: Costo total en función de la profundidad para todos los escenarios. **Fuente:** elaboración propia.

Las rectas de color azul son las respectivas al sistema de izaje, mientras que las rectas de color rojo son las de la alternativa de correas transportadoras. Los pares de rectas obtenidas (una para cada alternativa de transporte) corresponden, de abajo hacia arriba en el gráfico, a los escenarios de 30, 45, 60 y 90 ktpd.

Los puntos de intersección de los pares de curvas, corresponden a los puntos de transición de acuerdo al costo (costo total). Hacia la izquierda de estos puntos la alternativa de transporte de más

bajo costo es la correa transportadora, mientras que hacia la derecha de los puntos el de más bajo costo es el sistema de izaje. Es por esto que, los puntos de transición son los que determinan la toma de decisión entre una alternativa y otra de acuerdo a la evaluación económica realizada. De estos puntos, la coordenada de profundidad es la que indica desde donde conviene utilizar una alternativa u otra, según el ritmo de producción de la mina. Por lo tanto, si se ordenan los datos de la coordenada de profundidad de los puntos de transición con el ritmo de producción que corresponda según cada par de rectas se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 5.21: Profundidad de los puntos de transición con sus respectivos ritmos de producción. **Fuente:** elaboración propia.

Profundidad [m]	Ritmo de Producción [ktpd]
483	30
458	45
440	60
412	90

Entonces, a profundidades menores a las que aparecen en la tabla la alternativa más conveniente según el costo total corresponde a la correa transportadora y a mayores profundidades será el sistema de izaje. Cabe destacar que, como se dijo anteriormente, las profundidades fueron calculadas a partir de los puntos de intersección de los pares de rectas, con la ecuación de la recta de cada una.

A partir de este razonamiento se dio paso a graficar la información de la tabla, con lo que se obtuvo puntos de ritmo de producción en función de la profundidad. A estos puntos se les aplicó una línea de tendencia polinómica que es la que mejor se ajusta. Además, se realizaron dos curvas idénticas con la misma metodología pero considerando una de ellas con un 10% más de la profundidad correspondiente a los puntos de transición y la otra con un 10% menos. Esto ya que la información que se utilizó para realizar la evaluación económica posee cierta incertidumbre que podría generar errores en los resultados. El área dentro de estas dos curvas de $\pm 10\%$ entonces, corresponde a una zona de incertidumbre donde el resultado final no es seguro. A partir de esto se obtuvo el ábaco de selección:

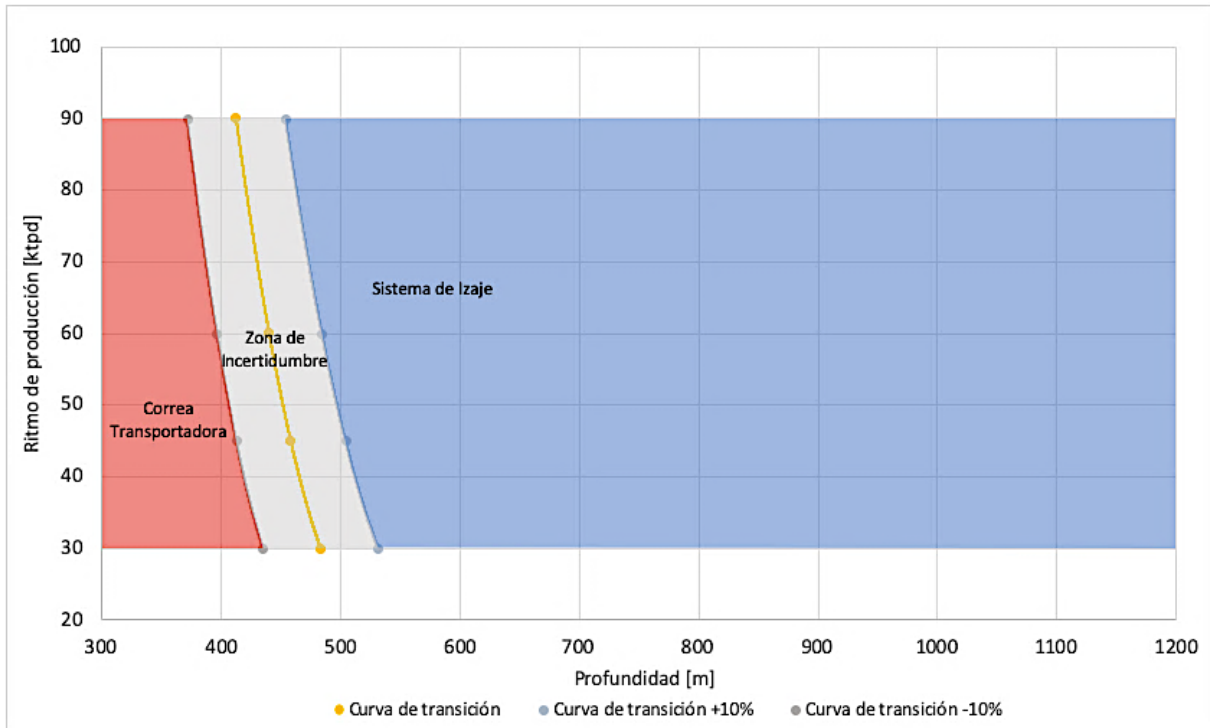


Gráfico 5.3: Ábaco de selección entre alternativas de transporte de sistema de izaje y correas transportadoras según el ritmo de producción y la profundidad de una mina. **Fuente:** elaboración propia.

A partir de la profundidad de los puntos de transición con sus respectivos ritmos de producción se realizaron estas curvas de transición. Hacia la izquierda, lo que corresponde a la zona de color rojo, es la correa transportadora el sistema de transporte más eficiente en términos económicos, mientras que, hacia la derecha, correspondiente a la zona de color azul, es el sistema de izaje el más conveniente. La zona gris es la zona de incertidumbre antes mencionada por las posibles desviaciones en las bases de estimación de la evaluación económica.

Según la evaluación económica realizada y el gráfico obtenido se tiene que a profundidades menores a 370 metros va a ser siempre la correa transportadora el más conveniente, mientras que a profundidades mayores a 530 va a ser el sistema de izaje el más conveniente en términos económicos. Esto indica que el sistema de izaje es una alternativa de transporte más eficiente a grandes profundidades, con menores costos de operación y de inversión y una ruta más directa al ser vertical. Al contrario que en el caso de la correa que para llegar a grandes profundidades debe recorrer grandes distancias a través de rampas con una pendiente de 18%, lo que se traduce en mayores costos.

Cabe destacar, que al observar el gráfico anterior (*Gráfico 5.2*) se puede ver que a medida que aumenta la profundidad los pares de rectas se van abriendo o alejando una de otra cada vez más debido a su pendiente. Esto se traduce en que al aumentar la profundidad la alternativa de sistema de izaje es cada vez más eficiente en términos económicos que la alternativa de correas transportadoras, lo cual concuerda con el razonamiento anterior. En el caso contrario, cuando la profundidad es menor, la brecha entre ambas rectas no alcanza a abrirse en forma considerable dentro del rango de profundidades estudiado, por lo que los costos entre ambos sistemas de transporte son similares, a pesar de que la correa es levemente más conveniente. Esto último se debe a la cercanía de la profundidad más baja evaluada (300 metros) con las profundidades de los puntos de transición obtenidos (entre 400 y 500 metros).

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente proyecto de título permitió el desarrollo de una metodología para la selección de un sistema de transporte entre sistema de izaje y correas transportadoras para minería subterránea basada en un análisis de evaluaciones técnico económicas determinadas para distintos escenarios de minería subterránea variando ritmo de producción y profundidad. Esta metodología permitió obtener, mediante la manipulación de los datos obtenidos, un ábaco de selección, el cual consiste en un gráfico de coordenadas cartesianas del ritmo de producción de la mina, en función de la profundidad a la que se encuentra, donde es posible determinar según las coordenadas, qué sistema de transporte es más conveniente en términos económicos

Los costos de cualquier sistema de transporte a desarrollar en una mina subterránea van a depender de diferentes factores, en este estudio se evaluaron dos de los más importantes: el ritmo de producción de la mina y la profundidad a la que se encuentra. Es a partir de estos factores que teniendo una lista de precios base, se pueden realizar todas las estimaciones y aplicarlas a cualquier escenario de un proyecto minero.

Para poder desarrollar una evaluación económica de cualquier sistema de transporte es necesario primero contar con un dimensionamiento de las obras civiles con las que va a contar, es por esto que en el presente estudio se realizó un diseño de los accesos principales a la mina según cada alternativa y escenario, además de esta forma se pudo contabilizar otras obras civiles como estaciones de transferencia y tolvas.

Se puede concluir que a grandes profundidades (mayores a 550 metros) la alternativa de transporte más conveniente económicamente es el sistema de izaje por sobre las correas transportadoras, mientras que, la correa transportadora será la opción más conveniente a bajas profundidades (menores a 350 metros). Esto aplicado a los costos de inversión se traduce en que, las correas dependen del precio de las mismas y de la construcción de galerías con las que pueden trabajar con una pendiente máxima alrededor de 18%. Es por esto que a grandes profundidades su costo aumenta de forma considerable debiendo acaparar largas distancias para transportar el mineral a superficie. En su contraparte, el sistema de izaje depende del precio del sistema y de la construcción de un pique vertical por lo que a grandes profundidades los costos aumentan pero en una proporción mucho

menor dado que la diferencia de distancia es también mucho menor en comparación a la correa. Ahora bien, a bajas profundidades según los escenarios evaluados, si bien la correa presenta menores costos, la diferencia en la inversión total es pequeña entre ambos sistemas dado su cercanía con los puntos de transición obtenidos.

Para los costos de operación ocurre prácticamente lo mismo que en los costos de inversión pero aplicado de forma diferente. Esto quiere decir que a grandes profundidades la correa transportadora al tener que recorrer largas distancias y al contar con mayor dimensionamiento de equipo, incurre en mayores costos de energía y de mantenimiento lo que se traduce en mayores costos operacionales. Al contrario ocurre con el sistema de izaje, que las dimensiones del equipo y el largo del pique aumentan en una proporción mucho menos en relación a la profundidad, por lo que sus costos operacionales de energía y mantención son también menores.

Lo expuesto en los párrafos anteriores se puede observar en el *Gráfico 5.2* de costo total en función de la profundidad, donde a la derecha de los puntos de inflexión, es decir, a mayores profundidades, las curvas de sistema de izaje y correas transportadoras se empiezan a distanciar cada vez más. Esto quiere decir que el costo de la correa transportadora va aumentando en mayor medida que el costo del sistema de izaje a medida que aumenta la profundidad dado que las pendientes de las curvas de las correas son mayores. Para ejemplificar esto se puede analizar en el escenario de 60 ktpd los puntos de costo total (suma total del CAUE) en el escenario de 900 metros de profundidad: el valor en la alternativa del sistema de izaje es de 794 MUS\$, mientras que, para la correa el valor es de 975 MUS\$ (diferencia de 181 MUS\$). Ahora bien a 1.200 metros de profundidad: el valor del costo total en el sistema de izaje es de 913 MUS\$, mientras que, en la correa el valor es de 1.177 MUS\$ (diferencia de 264 MUS\$). Esto demuestra de forma numérica lo dicho anteriormente, que a mayor profundidad conviene cada vez más la alternativa de sistema de izaje.

La obtención de los puntos de intersección entre las curvas de sistema de izaje y correas transportadoras en el *Gráfico 5.2*, fueron determinantes para poder obtener el ábaco de selección. Estos puntos se traducen finalmente en qué sistema de transporte es más conveniente de acuerdo a cada escenario desde un punto de vista técnico económico.

Al estudiar escenarios con diferentes tiempos de construcción no es apropiado utilizar el Valor Actualizado de Costos como indicador económico para realizar el análisis de datos ya que este

favorece a la alternativa de transporte con más periodos en total. Es por esto que el indicador económico apropiado que se utiliza para escenarios con distintos horizontes es el de Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) que es con el que finalmente se realizó el ábaco de selección.

Cuando las dos alternativas de transporte luego de realizar una evaluación económica y determinar que poseen costos similares, se recomienda revisar los criterios de selección no financieros para tomar la decisión (el sistema con mayor flexibilidad, con menor impacto ambiental, con mayor confiabilidad, entre otros) y realizar una evaluación multi-criterio otorgando peso a todas estas variables según cada alternativa de transporte.

El presente estudio se realizó con la finalidad de poder contar con un elemento de apoyo y referencia para estudios de ingeniería de perfil aplicados a la selección de sistemas de transporte en minería subterránea. También para mostrar el desarrollo de una metodología de selección de entre sistemas de izaje y de correas transportadoras a partir de un análisis y manipulación de datos económicos.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Bloss, M., Harvey, P., Grant, D., y Routley, C. (2011). Underground Ore Movement. En: P., Darling (Ed.), *SME Mining Engineering Handbook*, pp. 1271-1294. Englewood, Colo., USA: SME.
- Briozzo, A. E., Milanesi, G.S. (2006). *Proyectos mutuamente excluyentes con vidas desiguales: extensiones al análisis tradicional*. XXVI Jornadas Nacionales de Administración Financiera, Córdoba, Argentina. En RIDCA.
- Codelco (s.f.). División Ministro Hales. Recuperado de: https://www.codelco.com/nosotros/prontus_codelco/2011-08-02/194134.html.
- Conveyor Equipment Manufacturers Association (CEMA). (2007). *Belt Conveyors for Bulk Materials*. (6ta. Ed.). Florida, USA: CEMA.
- Edwards, F.A. (1992). Hoisting systems. En: H.L. Hartman (Ed.), *SME Mining Engineering Handbook*, pp. 1646-1673. Littleton, CO: SME.
- Lowrie, R. L., & Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (U.S.). (2002). *SME mining reference handbook*. Littleton, Colo: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
- McCarthy, P.L., Livingstone, R. (1993). Shaft or decline? An economic comparison. En: AIG Bulletin 14, *Open Pit to Underground: Making the Transition*, pp. 45-56.
- Ministerio de Desarrollo Social. Gobierno de Chile. (2013). Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos. División de evaluación social de inversiones.
- Pratt, A. G. L. (2005, March). Application of conveyors for underground haulage. In Proceedings of the Ninth Underground Operators Conference. Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Melbourne.
- Riquelme, M. (2013). Costo Anual Equivalente o Beneficio Anual Equivalente (CAUE o BAUE). Web y Empresas. Recuperado de: <https://www.webyempresas.com>.
- Salama, A., Gerberg, J., y Gustafson, A. (2014). *Conceptual Models Regarding Mine Layout/Infrastructure and Process Flow at Greater Depths: A Literature Review on Haulage Systems*. Luleå: Luleå University of Technology.
- The Australian Institute of Mining and Metallurgy (AusIMM). (2012). *Cost Estimation Handbook*. Carlton: AusIMM.

- Tiley, P. (2011). Hoisting System. En: P., Darling (Ed.), *SME Mining Engineering Handbook*, pp. 1295-1324. Englewood, Colo., USA: SME.
- Wang, Y., & Cui, F. (2012). Study on stability and failure characteristics of the slope in transition from open - pit to underground mining by structural geology (Vols. 170 - 173). *Applied Mechanics and Materials*.
- Wilson, R.B., Willis, R.P.H., and Du Plessis, A.G. (2004). *Considerations in the choice of primary access and transportation options in platinum mines*. International Platinum Conference 'Platinum Adding Value', The South African Institute of Mining and Metallurgy.

8 ANEXOS

8.1 Diseño de Accesos

8.1.1 Escenarios de 300 metros

Sistema de Izaje

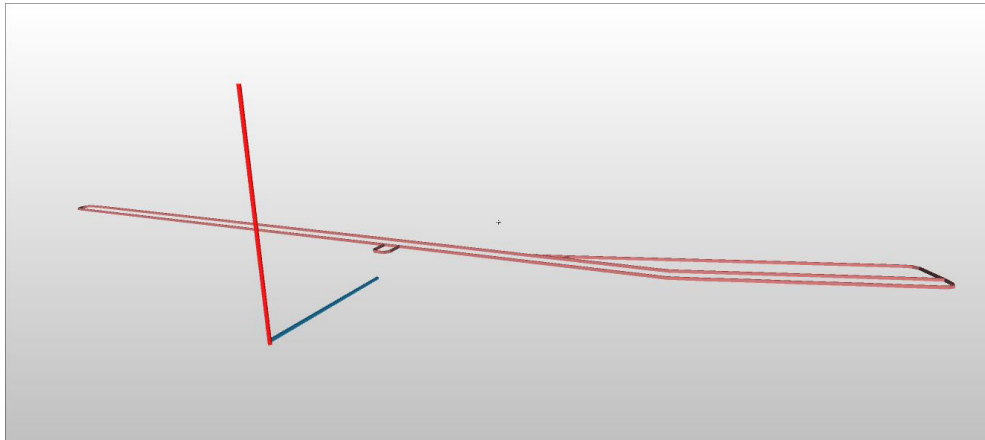


Figura 8.1: Diseño de acceso de sistema de izaje para escenarios de 300 metros. **Fuente:** elaboración propia.

Correas Transportadoras

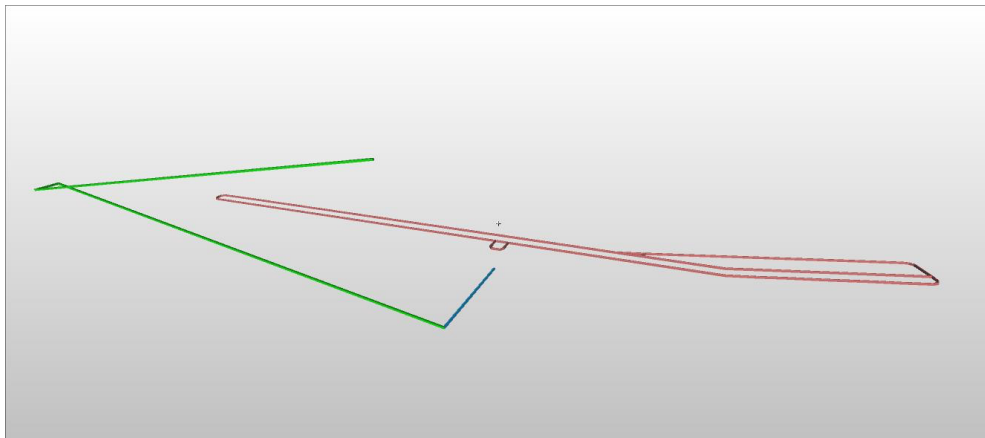


Figura 8.2: Diseño de acceso de correas transportadoras para escenarios de 300 metros. **Fuente:** elaboración propia.

8.1.2 Escenarios de 700 metros

Sistema de Izaje

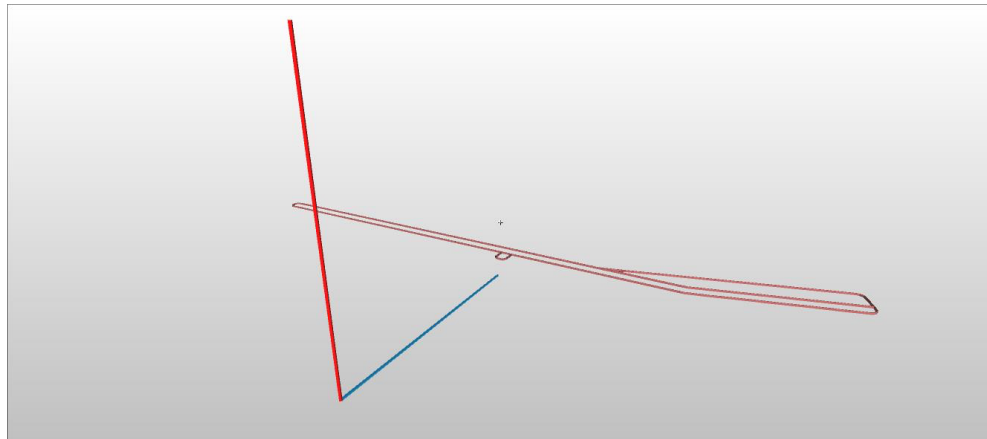


Figura 8.3: Diseño de acceso de sistema de izaje para escenarios de 700 metros. **Fuente:** elaboración propia.

Correas Transportadoras

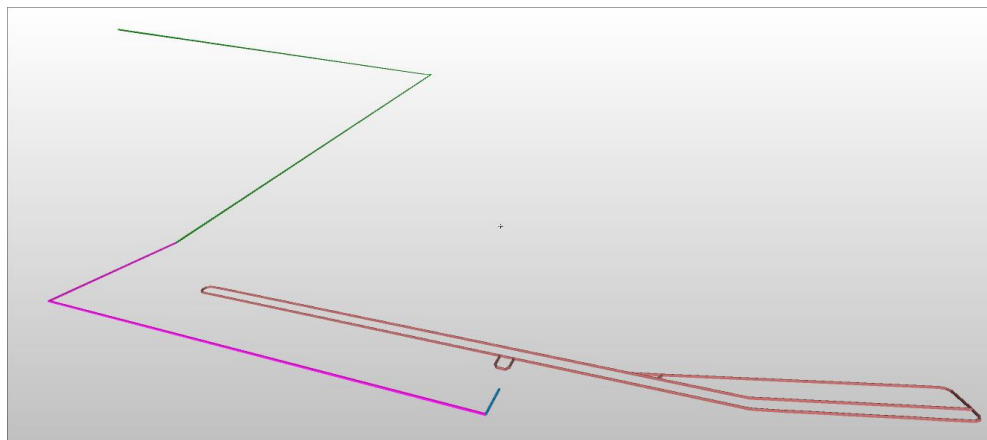


Figura 8.4: Diseño de acceso de correas transportadoras para escenarios de 700 metros. **Fuente:** elaboración propia.

8.1.3 Escenarios de 1.200 metros

Sistema de Izaje

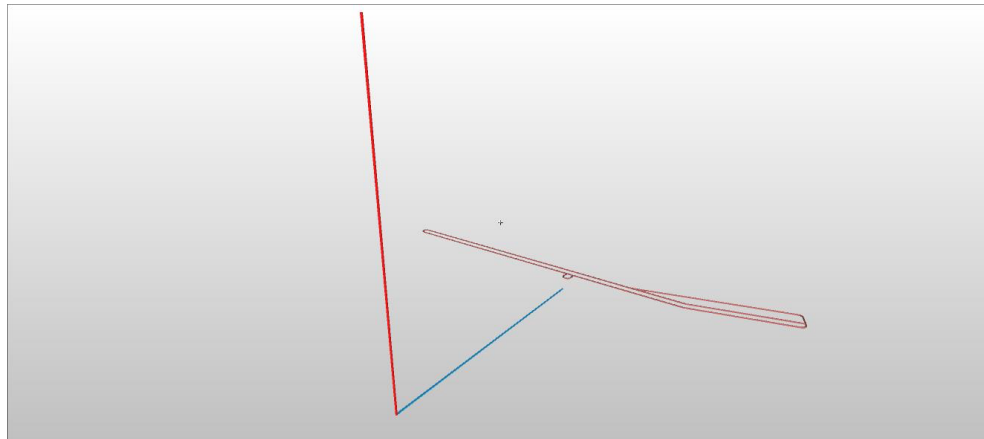


Figura 8.5: Diseño de acceso de sistema de izaje para escenarios de 1.200 metros. **Fuente:** elaboración propia.

Correas Transportadoras

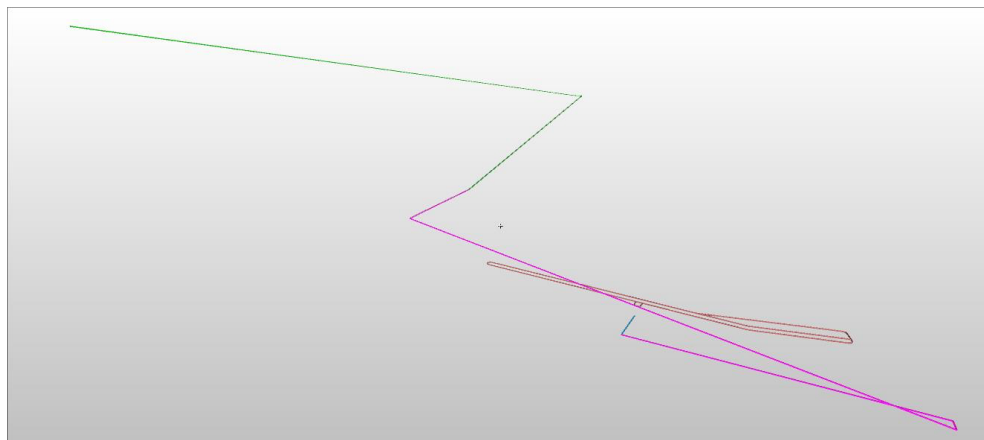


Figura 8.6: Diseño de acceso de correas transportadoras para escenarios de 1.200 metros. **Fuente:** elaboración propia.

8.2 Costos de Inversión

8.2.1 Escenario 30 ktpd – 300 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.1: CAPEX de sistema de izaje para escenario 30 ktpd – 300 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos						
	Sistema de Izaje Vertical						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	KUS\$
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	300,0			35.832	10.750	10.750
Excavación Tolvas (2)	m3	2.274,0			370	841	841
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	236,6			3.003	711	711
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	17.050,0			370	6.306	6.306
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				1.895	1.895
Equipos Principales							
Sistema Izaje 300 m	gl	1,0	21.765.416	21.765	2.176.542	2.177	23.942
Correa Conexión	ml	236,6	7.957	1.883	1.591	377	2.259
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	17.185	1.031	3.437	206	1.237
Chancador	c/u	1,0	5.839.284	5.839	1.167.857	1.168	7.007
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		3.052		393	3.445
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		2.518		324	2.842
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		671		86	758
TOTAL COSTO DIRECTO				36.759		25.413	62.172
			Costos Indirectos				
			Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)				8.894
			Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)				750
			Derechos de Internación (3% Sum. Importado)				-
			Repuestos (3% Equipos)				1.007
			Ingeniería (4% del Valor Acumulado)				426
			Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)				1.103
			Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)				853
			Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)				521
			TOTAL COSTOS INDIRECTOS				13.554
			Contingencia (25%)				18.932
			TOTAL PROYECTO				94.658

Correas Transportadoras

Tabla 8.2: CAPEX de correas transportadoras para escenario 30 ktpd – 300 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos							
	Correas Transportadoras							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo	
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total		
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	KUS\$	
Obras Civiles								
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528	
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	2.397,0			3.003	7.199	7.199	
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	252,5			3.003	758	758	
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180	
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539	1.539	
Sala de Chancado	m3	17.050,0			370	6.306	6.306	
Estaciones de Transferencia (3)	m3	4.050,0			370	1.498	1.498	
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				1.841	1.841	
Equipos Principales								
Correa Overland a Superficie	ml	2.397,0	7.957	19.073	1.591	3.815	22.887	
Correa Overland Conexión	ml	252,5	9.670	2.442	1.934	488	2.930	
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	17.185	1.031	3.437	206	1.237	
Chancador	c/u	1,0	5.348.625	5.349	1.069.725	1.070	6.418	
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		2.789		558	3.347	
Electricidad e Instrumentación								
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		2.301		460	2.762	
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		614		123	736	
TOTAL COSTO DIRECTO				33.599		26.570	60.169	
			Costos Indirectos					
			Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)					9.299
			Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)					1.680
			Derechos de Internación (3% Sum. Importado)					-
			Repuestos (3% Equipos)					921
			Ingeniería (4% del Valor Acumulado)					476
			Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)					1.008
			Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)					937
			Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)					573
			TOTAL COSTOS INDIRECTOS					14.894
			Contingencia (25%)					18.766
			TOTAL PROYECTO					93.829

8.2.2 Escenario 30 ktpd – 500 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.3: CAPEX de sistema de izaje para escenario 30 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	500,0			35.832	17.916	17.916
Excavación Tolvas (2)	m3	2.274,0			370	841	841
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	431,0			3.003	1.294	1.294
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	17.050,0			370	6.306	6.306
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				2.216	2.216
Equipos Principales							
Sistema Izaje 500 m	gl	1,0	25.392.985	25.393	2.539.299	2.539	27.932
Correa Conexión	ml	431,0	7.957	3.429	1.591	686	4.115
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	17.185	1.031	3.437	206	1.237
Chancador	c/u	1,0	5.839.284	5.839	1.167.857	1.168	7.007
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		3.569		460	4.029
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		2.945		379	3.324
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		785		101	886
TOTAL COSTOS DIRECTOS				42.992		34.294	77.286
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							12.003
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							880
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							1.178
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							562
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							1.290
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.114
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							681
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							17.708
Contingencia (25%)							23.749
TOTAL PROYECTO							118.743

Correas Transportadoras

Tabla 8.4: CAPEX de correas transportadoras para escenario 30 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos						
	Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	KUS\$
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	3.493,0			3.003	10.490	10.490
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	414,7			3.003	1.245	1.245
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	2.274,0			370	841	841
Sala de Chancado	m3	17.050,0			370	6.306	6.306
Estaciones de Transferencia (3)	m3	4.050,0			370	1.498	1.498
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				2.520	2.520
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	3.493,0	7.957	27.794	1.591	5.559	33.352
Correa Overland Conexión	ml	414,7	9.670	4.010	1.934	802	4.812
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	17.185	1.031	3.437	206	1.237
Chancador	c/u	1,0	5.348.625	5.349	1.069.725	1.070	6.418
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		3.818		764	4.582
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		3.150		630	3.780
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		840		168	1.008
TOTAL COSTOS DIRECTOS				45.992		32.808	78.801
	Costos Indirectos						
	Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)						11.483
	Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)						2.300
	Derechos de Internación (3% Sum. Importado)						-
	Repuestos (3% Equipos)						1.260
	Ingeniería (4% del Valor Acumulado)						602
	Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)						1.380
	Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)						1.192
	Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)						729
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS						18.944
	Contingencia (25%)						24.436
	TOTAL PROYECTO						122.181

8.2.3 Escenario 30 ktpd – 700 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.5: CAPEX de sistema de izaje para escenario 30 ktpd – 700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	700,0			35.832	25.083	25.083
Excavación Tolvas (2)	m3	2.274,0			370	841	841
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	716,0			3.003	2.150	2.150
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	17.050,0			370	6.306	6.306
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				2.585	2.585
Equipos Principales							
Sistema Izaje 700 m	gl	1,0	29.020.555	29.021	2.902.055	2.902	31.923
Correa Conexión	ml	716,0	7.957	5.697	1.591	1.139	6.837
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	17.185	1.031	3.437	206	1.237
Chancador	c/u	1,0	5.839.284	5.839	1.167.857	1.168	7.007
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		4.159		542	4.700
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		3.431		447	3.878
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		915		119	1.034
TOTAL COSTO DIRECTO				50.093		43.669	93.762
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							15.284
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.054
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							1.372
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							708
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							1.503
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.394
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							853
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							22.168
Contingencia (25%)							28.983
TOTAL PROYECTO							144.913

Correas Transportadoras

Tabla 8.6: CAPEX de correas transportadoras para escenario 30 ktpd – 700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos						
Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje	
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$
Total Costo Directo						
KUS\$						
Obras Civiles						
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	4.875,0			3.003	14.641
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	2.026,0			3.003	6.085
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	39,0			3.003	117
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180
Excavación Tolvas (2)	m3	2.274,0			370	841
Sala de Chancado	m3	17.050,0			370	6.306
Estaciones de Transferencia (4)	m3	5.400,0			370	1.997
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				4.070
Equipos Principales						
Correa Overland a Superficie	ml	4.875,0	7.957	38.790	1.591	7.758
Correa Intermedia	ml	2.026,0	7.957	16.121	1.591	3.224
Correa Overland Conexión	ml	39,0	9.670	377	1.934	75
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	17.185	1.031	3.437	206
Chancador	c/u	1,0	5.348.625	5.349	1.069.725	1.070
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		6.167		1.233
Electricidad e Instrumentación						
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		5.088		1.018
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.357		271
TOTAL COSTO DIRECTO				74.279		49.622
						123.901
Costos Indirectos						
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)						17.368
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)						3.714
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)						-
Repuestos (3% Equipos)						2.035
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)						925
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)						2.228
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)						1.839
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)						1.124
TOTAL COSTOS INDIRECTOS						29.233
Contingencia (25%)						38.283
TOTAL PROYECTO						191.417

8.2.4 Escenario 30 ktpd – 900 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.7: CAPEX de sistema de izaje para escenario 30 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Pique (d=6 m) Sinking	ml	900,0			35.832	32.249	32.249
Excavación Tolvas (2)	m3	2.274,0			370	841	841
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	820,0			3.003	2.463	2.463
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	17.050,0			370	6.306	6.306
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				2.859	2.859
Equipos Principales							
Sistema Izaje 900 m	gl	1,0	32.648.124	32.648	3.264.812	3.265	35.913
Correa Conexión	ml	820,0	7.957	6.525	1.591	1.305	7.830
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	17.185	1.031	3.437	206	1.237
Chancador	c/u	1,0	5.839.284	5.839	1.167.857	1.168	7.007
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		4.604		594	5.199
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		3.799		490	4.289
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.013		131	1.144
TOTAL COSTO DIRECTO				55.459		52.058	107.517
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							18.220
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.141
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							1.519
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							835
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							1.664
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.637
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.001
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							26.016
Contingencia (25%)							33.383
TOTAL PROYECTO							166.917

Correas Transportadoras

Tabla 8.8: CAPEX de correas transportadoras para escenario 30 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos						
Correas Transportadoras						
Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
		Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
		US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	KUS\$
Obras Civiles						
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0		528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	6.085,0		3.003	18.275	18.275
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	2.026,0		3.003	6.085	6.085
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	39,0		3.003	117	117
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0		3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	2.274,0		370	841	841
Sala de Chancado	m3	17.050,0		370	6.306	6.306
Estaciones de Transferencia (4)	m3	5.400,0		370	1.997	1.997
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0			4.706	4.706
Equipos Principales						
Correa Overland a Superficie	ml	6.085,0	7.957	1.591	9.684	58.102
Correa Intermedia	ml	2.026,0	7.957	1.591	3.224	19.345
Correa Overland Conexión	ml	39,0	9.670	1.934	75	453
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	17.185	3.437	206	1.237
Chancador	c/u	1,0	5.348.625	1.069.725	1.070	6.418
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0	7.130		1.426	8.555
Electricidad e Instrumentación						
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5	5.882		1.176	7.058
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0	1.569		314	1.882
TOTAL COSTO DIRECTO			85.876		56.210	142.086
Costos Indirectos						
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)						19.674
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)						4.294
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)						-
Repuestos (3% Equipos)						2.353
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)						1.053
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)						2.576
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)						2.096
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)						1.282
TOTAL COSTOS INDIRECTOS						33.328
Contingencia (25%)						43.853
TOTAL PROYECTO						219.267

8.2.5 Escenario 30 ktpd – 1.200 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.9: CAPEX de sistema de izaje para escenario 30 ktpd – 1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	1.200,0			35.832	42.999	42.999
Excavación Tolvas (2)	m3	2.274,0			370	841	841
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	1.110,0			3.003	3.334	3.334
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	17.050,0			370	6.306	6.306
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				3.560	3.560
Equipos Principales							
Sistema Izaje 1200 m	gl	1,0	41.717.047	41.717	4.171.705	4.172	45.889
Correa Conexión	ml	1.110,0	7.957	8.832	1.591	1.766	10.599
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	17.185	1.031	3.437	206	1.237
Chancador	c/u	1,0	5.839.284	5.839	1.167.857	1.168	7.007
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		5.742		731	6.473
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		4.737		603	5.340
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.263		161	1.424
TOTAL COSTO DIRECTO				69.162		66.028	135.190
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							23.110
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.372
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							1.895
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							1.055
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							2.075
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							2.065
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.263
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							32.835
Contingencia (25%)							42.006
TOTAL PROYECTO							210.031

Correas Transportadoras

Tabla 8.10: CAPEX de correas transportadoras para escenario 30 ktpd – 1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Correas Transportadoras							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	5.664,8			3.003	17.013	17.013
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	5.216,0			3.003	15.665	15.665
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	150,0			3.003	450	450
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	2.274,0			370	841	841
Sala de Chancado	m3	17.050,0			370	6.306	6.306
Estaciones de Transferencia (6)	m3	8.100,0			370	2.996	2.996
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				6.231	6.231
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	5.664,8	7.957	45.075	1.591	9.015	54.090
Correa Intermedia	ml	5.215,9	7.957	41.503	1.591	8.301	49.803
Correa Overland Conexión	ml	150,0	9.670	1.451	1.934	290	1.741
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	17.185	1.031	3.437	206	1.237
Chancador	c/u	1,0	5.348.625	5.349	1.069.725	1.070	6.418
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		9.441		1.888	11.329
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		7.789		1.558	9.346
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		2.077		415	2.492
TOTAL COSTO DIRECTO				113.714		72.954	186.668
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							25.534
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							5.686
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							3.115
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							1.373
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							3.411
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							2.738
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.674
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							43.533
Contingencia (25%)							57.550
TOTAL PROYECTO							287.750

8.2.6 Escenario 45 ktpd – 300 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.11: CAPEX de sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 300 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	300,0			35.832	10.750	10.750
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539	1.539
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	236,6			3.003	711	711
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	21.325,0			370	7.888	7.888
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				2.416	2.416
Equipos Principales							
Sistema Izaje 300 m	gl	1,0	27.760.145	27.760	2.776.014	2.776	30.536
Correa Conexión	ml	236,6	10.149	2.401	2.030	480	2.881
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	21.919	1.315	4.384	263	1.578
Chancador	c/u	1,0	7.447.566	7.448	1.489.513	1.490	8.937
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		3.892		501	4.393
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		3.211		413	3.624
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		856		110	967
TOTAL COSTOS DIRECTOS				46.884		29.517	76.400
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							10.331
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							956
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							1.284
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							503
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							1.407
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.014
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							620
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							16.114
Contingencia (25%)							23.129
TOTAL PROYECTO							115.643

Correas Transportadoras

Tabla 8.12: CAPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 300 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos						
	Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	2.397,0			3.003	7.199	7.199
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	252,5			3.003	758	758
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539	1.539
Sala de Chancado	m3	21.325,0			370	7.888	7.888
Estaciones de Transferencia (3)	m3	4.050,0			370	1.498	1.498
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				2.348	2.348
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	2.397,0	10.149	24.326	2.030	4.865	29.191
Correa Overland Conexión	ml	252,5	12.334	3.114	2.467	623	3.737
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	21.919	1.315	4.384	263	1.578
Chancador	c/u	1,0	6.821.768	6.822	1.364.354	1.364	8.186
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		3.558		712	4.269
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		2.935		587	3.522
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		783		157	939
TOTAL COSTOS DIRECTOS				42.853		30.509	73.362
	Costos Indirectos						
	Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)						10.678
	Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)						2.143
	Derechos de Internación (3% Sum. Importado)						-
	Repuestos (3% Equipos)						1.174
	Ingeniería (4% del Valor Acumulado)						560
	Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)						1.286
	Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)						1.109
	Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)						678
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS						17.627
	Contingencia (25%)						22.747
	TOTAL PROYECTO						113.736

8.2.7 Escenario 45 ktpd – 700 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.13: CAPEX de sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 700 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos						
	Sistema de Izaje Vertical						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	KUS\$
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	700,0			35.832	25.083	25.083
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539	1.539
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	716,0			3.003	2.150	2.150
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	21.325,0			370	7.888	7.888
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				3.297	3.297
Equipos Principales							
Sistema Izaje 700 m	gl	1,0	37.013.527	37.014	3.701.353	3.701	40.715
Correa Conexión	ml	716,0	10.149	7.266	2.030	1.453	8.720
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	21.919	1.315	4.384	263	1.578
Chancador	c/u	1,0	7.447.566	7.448	1.489.513	1.490	8.937
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		5.304		691	5.995
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		4.376		570	4.946
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.167		152	1.319
TOTAL COSTOS DIRECTOS				63.890		48.457	112.346
	Costos Indirectos						
	Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)						16.960
	Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)						1.344
	Derechos de Internación (3% Sum. Importado)						-
	Repuestos (3% Equipos)						1.750
	Ingeniería (4% del Valor Acumulado)						802
	Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)						1.917
	Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)						1.594
	Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)						975
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS						25.342
	Contingencia (25%)						34.422
	TOTAL PROYECTO						172.110

Correas Transportadoras

Tabla 8.14: CAPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos						
Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje	
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$
Total Costo Directo						
KUS\$						
Obras Civiles						
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	4.875,0			3.003	14.641
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	2.026,0			3.003	6.085
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	39,0			3.003	117
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539
Sala de Chancado	m3	21.325,0			370	7.888
Estaciones de Transferencia (4)	m3	5.400,0			370	1.997
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				5.191
Equipos Principales						
Correa Overland a Superficie	ml	4.875,0	10.149	49.474	2.030	9.895
Correa Intermedia	ml	2.026,0	10.149	20.561	2.030	4.112
Correa Overland Conexión	ml	39,0	12.334	481	2.467	96
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	21.919	1.315	4.384	263
Chancador	c/u	1,0	6.821.768	6.822	1.364.354	1.364
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		7.865		1.573
Electricidad e Instrumentación						
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		6.489		1.298
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.730		346
TOTAL COSTOS DIRECTOS				94.737		57.114
						151.851
Costos Indirectos						
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)						19.990
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)						4.737
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)						-
Repuestos (3% Equipos)						2.596
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)						1.093
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)						2.842
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)						2.188
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)						1.338
TOTAL COSTOS INDIRECTOS						34.783
Contingencia (25%)						46.658
TOTAL PROYECTO						233.292

8.2.8 Escenario 45 ktpd – 900 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.15: CAPEX de sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Pique (d=6 m) Sinking	ml	900,0			35.832	32.249	32.249
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539	1.539
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	820,0			3.003	2.463	2.463
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	21.325,0			370	7.888	7.888
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				3.647	3.647
Equipos Principales							
Sistema Izaje 900 m	gl	1,0	41.640.217	41.640	4.164.022	4.164	45.804
Correa Conexión	ml	820,0	10.149	8.322	2.030	1.664	9.986
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	21.919	1.315	4.384	263	1.578
Chancador	c/u	1,0	7.447.566	7.448	1.489.513	1.490	8.937
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		5.872		758	6.631
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		4.845		625	5.470
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.292		167	1.459
TOTAL COSTOS DIRECTOS				70.734		57.097	127.830
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							19.984
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.455
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							1.938
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							935
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							2.122
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.850
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.131
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							29.415
Contingencia (25%)							39.311
TOTAL PROYECTO							196.557

Correas Transportadoras

Tabla 8.16: CAPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos						
Correas Transportadoras						
Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
		Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
		US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	KUS\$
Obras Civiles						
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0		528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	6.085,0		3.003	18.275	18.275
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	2.026,0		3.003	6.085	6.085
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	39,0		3.003	117	117
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0		3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0		370	1.539	1.539
Sala de Chancado	m3	21.325,0		370	7.888	7.888
Estaciones de Transferencia (4)	m3	5.400,0		370	1.997	1.997
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0			6.002	6.002
Equipos Principales						
Correa Overland a Superficie	ml	6.085,0	10.149	2.030	12.351	74.104
Correa Intermedia	ml	2.026,0	10.149	2.030	4.112	24.673
Correa Overland Conexión	ml	39,0	12.334	2.467	96	577
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	21.919	4.384	263	1.578
Chancador	c/u	1,0	6.821.768	1.364.354	1.364	8.186
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0	9.093		1.819	10.912
Electricidad e Instrumentación						
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5	7.502		1.500	9.002
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0	2.001		400	2.401
TOTAL COSTOS DIRECTOS			109.528		64.516	174.044
Costos Indirectos						
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)						22.581
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)						5.476
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)						-
Repuestos (3% Equipos)						3.001
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)						1.242
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)						3.286
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)						2.491
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)						1.523
TOTAL COSTOS INDIRECTOS						39.600
Contingencia (25%)						53.411
TOTAL PROYECTO						267.055

8.2.9 Escenario 45 ktpd – 1.200 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.17: CAPEX de sistema de izaje para escenario 45 ktpd – 1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	1.200,0			35.832	42.999	42.999
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539	1.539
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	1.110,0			3.003	3.334	3.334
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	21.325,0			370	7.888	7.888
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				4.541	4.541
Equipos Principales							
Sistema Izaje 1200 m	gl	1,0	53.206.944	53.207	5.320.694	5.321	58.528
Correa Conexión	ml	1.110,0	10.149	11.265	2.030	2.253	13.518
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	21.919	1.315	4.384	263	1.578
Chancador	c/u	1,0	7.447.566	7.448	1.489.513	1.490	8.937
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		7.323		933	8.256
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		6.042		769	6.811
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.611		205	1.816
TOTAL COSTOS DIRECTOS				88.211		71.713	159.924
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							25.100
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.750
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							2.417
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							1.171
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							2.646
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							2.316
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.416
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							36.815
Contingencia (25%)							49.185
TOTAL PROYECTO							245.925

Correas Transportadoras

Tabla 8.18: CAPEX de correas transportadoras para escenario 45 ktpd – 1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Correas Transportadoras							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	5.664,8			3.003	17.013	17.013
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	5.216,0			3.003	15.665	15.665
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	150,0			3.003	450	450
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539	1.539
Sala de Chancado	m3	21.325,0			370	7.888	7.888
Estaciones de Transferencia (6)	m3	8.100,0			370	2.996	2.996
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				7.947	7.947
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	5.664,8	10.149	57.489	2.030	11.498	68.987
Correa Intermedia	ml	5.215,9	10.149	52.934	2.030	10.587	63.520
Correa Overland Conexión	ml	150,0	12.334	1.850	2.467	370	2.220
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	21.919	1.315	4.384	263	1.578
Chancador	c/u	1,0	6.821.768	6.822	1.364.354	1.364	8.186
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		12.041		2.408	14.449
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		9.934		1.987	11.921
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		2.649		530	3.179
TOTAL COSTOS DIRECTOS				145.034		83.213	228.247
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							29.125
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							7.252
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							3.974
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							1.614
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							4.351
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							3.242
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.982
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							51.539
Contingencia (25%)							69.946
TOTAL PROYECTO							349.732

8.2.10 Escenario 60 ktpd – 300 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.19: CAPEX de sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 300 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	300,0			35.832	10.750	10.750
Excavación Tolvas (2)	m3	5.548,0			370	2.052	2.052
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	236,6			3.003	711	711
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	26.978,0			370	9.979	9.979
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				2.872	2.872
Equipos Principales							
Sistema Izaje 300 m	gl	1,0	32.990.202	32.990	3.299.020	3.299	36.289
Correa Conexión	ml	236,6	12.060	2.854	2.412	571	3.424
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	26.048	1.563	5.210	313	1.875
Chancador	c/u	1,0	8.850.700	8.851	1.770.140	1.770	10.621
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		4.626		595	5.221
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		3.816		491	4.307
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.018		131	1.149
TOTAL COSTOS DIRECTOS				55.717		33.712	89.429
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							11.799
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.136
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							1.526
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							578
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							1.672
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.170
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							715
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							18.597
Contingencia (25%)							27.007
TOTAL PROYECTO							135.033

Correas Transportadoras

Tabla 8.20: CAPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 300 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos						
	Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
							KUS\$
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	2.397,0			3.003	7.199	7.199
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	252,5			3.003	758	758
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539	1.539
Sala de Chancado	m3	26.978,0			370	9.979	9.979
Estaciones de Transferencia (3)	m3	4.050,0			370	1.498	1.498
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				2.790	2.790
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	2.397,0	12.060	28.909	2.412	5.782	34.691
Correa Overland Conexión	ml	252,5	14.657	3.701	2.931	740	4.441
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	26.048	1.563	5.210	313	1.875
Chancador	c/u	1,0	8.107.000	8.107	1.621.400	1.621	9.728
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		4.228		846	5.074
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		3.488		698	4.186
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		930		186	1.116
TOTAL COSTOS DIRECTOS				50.926		34.657	85.583

8.2.11 Escenario 60 ktpd – 500 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.21: CAPEX de sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	500,0			35.832	17.916	17.916
Excavación Tolvas (2)	m3	5.548,0			370	2.052	2.052
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	431,0			3.003	1.294	1.294
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	26.978,0			370	9.979	9.979
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				3.359	3.359
Equipos Principales							
Sistema Izaje 500 m	gl	1,0	38.488.569	38.489	3.848.857	3.849	42.337
Correa Conexión	ml	431,0	12.060	5.198	2.412	1.040	6.238
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	26.048	1.563	5.210	313	1.875
Chancador	c/u	1,0	8.850.700	8.851	1.770.140	1.770	10.621
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		5.410		697	6.107
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		4.463		575	5.038
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.190		153	1.344
TOTAL COSTOS DIRECTOS				65.164		43.177	108.341
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							15.112
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.334
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							1.785
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							729
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							1.955
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.464
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							895
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							23.274
Contingencia (25%)							32.904
TOTAL PROYECTO							164.519

Correas Transportadoras

Tabla 8.22: CAPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos						
	Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	3.493,0			3.003	10.490	10.490
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	414,7			3.003	1.245	1.245
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	5.548,0			370	2.052	2.052
Sala de Chancado	m3	26.978,0			370	9.979	9.979
Estaciones de Transferencia (3)	m3	4.050,0			370	1.498	1.498
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				3.820	3.820
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	3.493,0	12.060	42.127	2.412	8.425	50.553
Correa Overland Conexión	ml	414,7	14.657	6.078	2.931	1.216	7.294
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	26.048	1.563	5.210	313	1.875
Chancador	c/u	1,0	8.107.000	8.107	1.621.400	1.621	9.728
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		5.788		1.158	6.945
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		4.775		955	5.730
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.273		255	1.528
TOTAL COSTOS DIRECTOS				69.711		43.735	113.446

8.2.12 Escenario 60 ktpd – 700 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.23: CAPEX de sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	700,0			35.832	25.083	25.083
Excavación Tolvas (2)	m3	5.548,0			370	2.052	2.052
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	716,0			3.003	2.150	2.150
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	26.978,0			370	9.979	9.979
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				3.918	3.918
Equipos Principales							
Sistema Izaje 700 m	gl	1,0	43.986.936	43.987	4.398.694	4.399	48.386
Correa Conexión	ml	716,0	12.060	8.635	2.412	1.727	10.362
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	26.048	1.563	5.210	313	1.875
Chancador	c/u	1,0	8.850.700	8.851	1.770.140	1.770	10.621
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		6.304		821	7.124
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		5.200		677	5.878
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.387		181	1.567
TOTAL COSTOS DIRECTOS				75.927		53.249	129.176
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							18.637
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.597
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							2.080
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							893
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							2.278
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.784
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.091
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							28.359
Contingencia (25%)							39.384
TOTAL PROYECTO							196.919

Correas Transportadoras

Tabla 8.24: CAPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos						
Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje	
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$
Total Costo Directo						
KUS\$						
Obras Civiles						
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	4.875,0			3.003	14.641
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	2.026,0			3.003	6.085
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	39,0			3.003	117
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180
Excavación Tolvas (2)	m3	5.548,0			370	2.052
Sala de Chancado	m3	26.978,0			370	9.979
Estaciones de Transferencia (4)	m3	5.400,0			370	1.997
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				6.169
Equipos Principales						
Correa Overland a Superficie	ml	4.875,0	12.060	58.795	2.412	11.759
Correa Intermedia	ml	2.026,0	12.060	24.435	2.412	4.887
Correa Overland Conexión	ml	39,0	14.657	572	2.931	114
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	26.048	1.563	5.210	313
Chancador	c/u	1,0	8.107.000	8.107	1.621.400	1.621
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		9.347		1.869
Electricidad e Instrumentación						
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		7.711		1.542
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		2.056		411
TOTAL COSTOS DIRECTOS				112.586		64.265
						176.851
Costos Indirectos						
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)						22.493
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)						5.629
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)						-
Repuestos (3% Equipos)						3.085
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)						1.248
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)						3.378
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)						2.508
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)						1.534
TOTAL COSTOS INDIRECTOS						39.874
Contingencia (25%)						54.181
TOTAL PROYECTO						270.907

8.2.13 Escenario 60 ktpd – 1.200 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.25: CAPEX de sistema de izaje para escenario 60 ktpd – 1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	1.200,0			35.832	42.999	42.999
Excavación Tolvas (2)	m3	5.548,0			370	2.052	2.052
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	1.110,0			3.003	3.334	3.334
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	26.978,0			370	9.979	9.979
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				5.396	5.396
Equipos Principales							
Sistema Izaje 1200 m	gl	1,0	63.231.220	63.231	6.323.122	6.323	69.554
Correa Conexión	ml	1.110,0	12.060	13.387	2.412	2.677	16.065
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	26.048	1.563	5.210	313	1.875
Chancador	c/u	1,0	8.850.700	8.851	1.770.140	1.770	10.621
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		8.703		1.108	9.812
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		7.180		914	8.095
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.915		244	2.159
TOTAL COSTOS DIRECTOS				104.830		77.289	182.119
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							27.051
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							2.080
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							2.872
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							1.280
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							3.145
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							2.550
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.559
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							40.537
Contingencia (25%)							55.664
TOTAL PROYECTO							278.321

Correas Transportadoras

Tabla 8.26: CAPEX de correas transportadoras para escenario 60 ktpd – 1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos						
	Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	5.664,8			3.003	17.013	
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	5.216,0			3.003	15.665	
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	150,0			3.003	450	
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	
Excavación Tolvas (2)	m3	5.548,0			370	2.052	
Sala de Chancado	m3	26.978,0			370	9.979	
Estaciones de Transferencia (6)	m3	8.100,0			370	2.996	
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				9.444	
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	5.664,8	12.060	68.320	2.412	13.664	
Correa Intermedia	ml	5.215,9	12.060	62.906	2.412	12.581	
Correa Overland Conexión	ml	150,0	14.657	2.199	2.931	440	
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	26.048	1.563	5.210	313	
Chancador	c/u	1,0	8.107.000	8.107	1.621.400	1.621	
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		14.310		2.862	
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		11.805		2.361	
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		3.148		630	
TOTAL COSTOS DIRECTOS				172.358		92.779	
						265.137	
	Costos Indirectos						
	Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)						32.473
	Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)						8.618
	Derechos de Internación (3% Sum. Importado)						-
	Repuestos (3% Equipos)						4.722
	Ingeniería (4% del Valor Acumulado)						1.833
	Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)						5.171
	Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)						3.697
	Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)						2.261
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS						58.774
	Contingencia (25%)						80.978
	TOTAL PROYECTO						404.889

8.2.14 Escenario 90 ktpd – 300 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.27: CAPEX de sistema de izaje para escenario 90 ktpd – 300 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	300,0			35.832	10.750	10.750
Excavación Tolvas (2)	m3	8.322,0			370	3.078	3.078
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	236,6			3.003	711	711
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	36.906,0			370	13.651	13.651
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				3.662	3.662
Equipos Principales							
Sistema Izaje 300 m	gl	1,0	42.076.512	42.077	4.207.651	4.208	46.284
Correa Conexión	ml	236,6	15.382	3.639	3.076	728	4.367
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	33.222	1.993	6.644	399	2.392
Chancador	c/u	1,0	11.288.400	11.288	2.257.680	2.258	13.546
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		5.900		759	6.659
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		4.867		626	5.494
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.298		167	1.465
TOTAL COSTOS DIRECTOS				71.063		41.176	112.239
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							14.412
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.449
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							1.947
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							712
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							2.132
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.446
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							884
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							22.982
Contingencia (25%)							33.805
TOTAL PROYECTO							169.026

Correas Transportadoras

Tabla 8.28: CAPEX de correas transportadoras para escenario 90 ktpd – 300 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos						
	Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	2.397,0			3.003	7.199	7.199
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	252,5			3.003	758	758
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	4.161,0			370	1.539	1.539
Sala de Chancado	m3	36.906,0			370	13.651	13.651
Estaciones de Transferencia (3)	m3	4.050,0			370	1.498	1.498
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				3.559	3.559
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	2.397,0	15.382	36.871	3.076	7.374	44.246
Correa Overland Conexión	ml	252,5	18.694	4.720	3.739	944	5.664
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	33.222	1.993	6.644	399	2.392
Chancador	c/u	1,0	10.339.866	10.340	2.067.973	2.068	12.408
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		5.392		1.078	6.471
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		4.449		890	5.339
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.186		237	1.424
TOTAL COSTOS DIRECTOS				64.952		41.903	106.855

Costos Indirectos	
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)	14.666
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)	3.248
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)	-
Repuestos (3% Equipos)	1.780
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)	788
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)	1.949
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)	1.570
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)	960
TOTAL COSTOS INDIRECTOS	24.960
Contingencia (25%)	32.954
TOTAL PROYECTO	164.769

8.2.15 Escenario 90 ktpd – 500 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.29: CAPEX de sistema de izaje para escenario 90 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	500,0			35.832	17.916	17.916
Excavación Tolvas (2)	m3	8.322,0			370	3.078	3.078
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	431,0			3.003	1.294	1.294
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	36.906,0			370	13.651	13.651
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				4.284	4.284
Equipos Principales							
Sistema Izaje 500 m	gl	1,0	49.089.263	49.089	4.908.926	4.909	53.998
Correa Conexión	ml	431,0	15.382	6.630	3.076	1.326	7.956
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	33.222	1.993	6.644	399	2.392
Chancador	c/u	1,0	11.288.400	11.288	2.257.680	2.258	13.546
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		6.900		889	7.789
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		5.693		734	6.426
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.518		196	1.714
TOTAL COSTOS DIRECTOS				83.111		51.113	134.225
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							17.890
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							1.701
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							2.277
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							875
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							2.493
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							1.767
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.080
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							28.082
Contingencia (25%)							40.577
TOTAL PROYECTO							202.884

Correas Transportadoras

Tabla 8.30: CAPEX de correas transportadoras para escenario 90 ktpd – 500 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos							
	Correas Transportadoras							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo	
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total		
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	KUS\$	
Obras Civiles								
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528	
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	3.493,0			3.003	10.490	10.490	
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	414,7			3.003	1.245	1.245	
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180	
Excavación Tolvas (2)	m3	8.322,0			370	3.078	3.078	
Sala de Chancado	m3	36.906,0			370	13.651	13.651	
Estaciones de Transferencia (3)	m3	4.050,0			370	1.498	1.498	
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				4.872	4.872	
Equipos Principales								
Correa Overland a Superficie	ml	3.493,0	15.382	53.730	3.076	10.746	64.476	
Correa Overland Conexión	ml	414,7	18.694	7.753	3.739	1.551	9.303	
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	33.222	1.993	6.644	399	2.392	
Chancador	c/u	1,0	10.339.866	10.340	2.067.973	2.068	12.408	
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		7.382		1.476	8.858	
Electricidad e Instrumentación								
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		6.090		1.218	7.308	
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.624		325	1.949	
TOTAL COSTOS DIRECTOS				88.911		53.325	142.237	
			Costos Indirectos					
			Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)					18.664
			Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)					4.446
			Derechos de Internación (3% Sum. Importado)					-
			Repuestos (3% Equipos)					2.436
			Ingeniería (4% del Valor Acumulado)					1.022
			Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)					2.667
			Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)					2.046
			Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)					1.251
			TOTAL COSTOS INDIRECTOS					32.532
			Contingencia (25%)					43.692
			TOTAL PROYECTO					218.461

8.2.16 Escenario 90 ktpd – 700 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.31: CAPEX de sistema de izaje para escenario 90 ktpd – 700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	700,0			35.832	25.083	25.083
Excavación Tolvas (2)	m3	8.322,0			370	3.078	3.078
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	716,0			3.003	2.150	2.150
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	36.906,0			370	13.651	13.651
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				4.998	4.998
Equipos Principales							
Sistema Izaje 700 m	gl	1,0	56.102.015	56.102	5.610.202	5.610	61.712
Correa Conexión	ml	716,0	15.382	11.014	3.076	2.203	13.216
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	33.222	1.993	6.644	399	2.392
Chancador	c/u	1,0	11.288.400	11.288	2.257.680	2.258	13.546
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		8.040		1.047	9.087
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		6.633		864	7.497
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.769		230	1.999
TOTAL COSTOS DIRECTOS				96.839		61.750	158.589
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							21.612
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							2.037
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							2.653
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							1.052
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							2.905
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							2.118
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.295
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							33.673
Contingencia (25%)							48.065
TOTAL PROYECTO							240.327

Correas Transportadoras

Tabla 8.32: CAPEX de correas transportadoras para escenario 90 ktpd – 700 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos						
	Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	KUS\$
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	4.875,0			3.003	14.641	14.641
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	2.026,0			3.003	6.085	6.085
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	39,0			3.003	117	117
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	8.322,0			370	3.078	3.078
Sala de Chancado	m3	36.906,0			370	13.651	13.651
Estaciones de Transferencia (4)	m3	5.400,0			370	1.997	1.997
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				7.868	7.868
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	4.875,0	15.382	74.988	3.076	14.998	89.986
Correa Intermedia	ml	2.026,0	15.382	31.164	3.076	6.233	37.397
Correa Overland Conexión	ml	39,0	18.694	729	3.739	146	875
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	33.222	1.993	6.644	399	2.392
Chancador	c/u	1,0	10.339.866	10.340	2.067.973	2.068	12.408
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		11.922		2.384	14.306
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		9.835		1.967	11.802
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		2.623		525	3.147
TOTAL COSTOS DIRECTOS				143.595		76.864	220.459

8.2.17 Escenario 90 ktpd – 900 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.33: CAPEX de sistema de izaje para escenario 90 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Pique (d=6 m) Sinking	ml	900,0			35.832	32.249	32.249
Excavación Tolvas (2)	m3	8.322,0			370	3.078	3.078
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	820,0			3.003	2.463	2.463
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	36.906,0			370	13.651	13.651
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				5.528	5.528
Equipos Principales							
Sistema Izaje 900 m	gl	1,0	63.114.767	63.115	6.311.477	6.311	69.426
Correa Conexión	ml	820,0	15.382	12.613	3.076	2.523	15.136
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	33.222	1.993	6.644	399	2.392
Chancador	c/u	1,0	11.288.400	11.288	2.257.680	2.258	13.546
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		8.901		1.149	10.050
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		7.343		948	8.291
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		1.958		253	2.211
TOTAL COSTOS DIRECTOS				107.212		70.989	178.201
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							24.846
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							2.205
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							2.937
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							1.200
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							3.216
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							2.408
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.472
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							38.285
Contingencia (25%)							54.121
TOTAL PROYECTO							270.607

Correas Transportadoras

Tabla 8.34: CAPEX de correas transportadoras para escenario 90 ktpd – 900 m. **Fuente:** elaboración propia.

	Costos Directos						Total Costo Directo
	Correas Transportadoras						
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	KUS\$
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	6.085,0			3.003	18.275	18.275
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	2.026,0			3.003	6.085	6.085
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	39,0			3.003	117	117
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	8.322,0			370	3.078	3.078
Sala de Chancado	m3	36.906,0			370	13.651	13.651
Estaciones de Transferencia (4)	m3	5.400,0			370	1.997	1.997
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				9.097	9.097
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	6.085,0	15.382	93.601	3.076	18.720	112.321
Correa Intermedia	ml	2.026,0	15.382	31.164	3.076	6.233	37.397
Correa Overland Conexión	ml	39,0	18.694	729	3.739	146	875
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	33.222	1.993	6.644	399	2.392
Chancador	c/u	1,0	10.339.866	10.340	2.067.973	2.068	12.408
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		13.783		2.757	16.539
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		11.371		2.274	13.645
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		3.032		606	3.639
TOTAL COSTOS DIRECTOS				166.014		86.210	252.224
	Costos Indirectos						
	Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)						30.174
	Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)						8.301
	Derechos de Internación (3% Sum. Importado)						-
	Repuestos (3% Equipos)						4.548
	Ingeniería (4% del Valor Acumulado)						1.721
	Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)						4.980
	Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)						3.481
	Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)						2.128
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS						55.333
	Contingencia (25%)						76.889
	TOTAL PROYECTO						384.444

8.2.18 Escenario 90 ktpd – 1.200 metros

Sistema de Izaje

Tabla 8.35: CAPEX de sistema de izaje para escenario 90 ktpd – 1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Sistema de Izaje Vertical							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Pique (d=6 m) Sinking	ml	1.200,0			35.832	42.999	42.999
Excavación Tolvas (2)	m3	8.322,0			370	3.078	3.078
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	1.110,0			3.003	3.334	3.334
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Sala Chancado	m3	36.906,0			370	13.651	13.651
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				6.883	6.883
Equipos Principales							
Sistema Izaje 1200 m	gl	1,0	80.646.647	80.647	8.064.665	8.065	88.711
Correa Conexión	ml	1.110,0	15.382	17.074	3.076	3.415	20.489
Correa de Carga (Sacrificio)	ml	60,0	33.222	1.993	6.644	399	2.392
Chancador	c/u	1,0	11.288.400	11.288	2.257.680	2.258	13.546
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		11.100		1.414	12.514
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		9.158		1.166	10.324
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		2.442		311	2.753
TOTAL COSTOS DIRECTOS				133.703		87.151	220.853
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							30.503
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							2.653
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							3.663
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							1.473
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							4.011
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							2.961
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							1.811
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							47.074
Contingencia (25%)							66.982
TOTAL PROYECTO							334.909

Correas Transportadoras

Tabla 8.36: CAPEX de correas transportadoras para escenario 90 ktpd – 1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Costos Directos							
Correas Transportadoras							
	Unidad	Cantidad	Adquisiciones		Construcción y Montaje		Total Costo Directo
			Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
			US\$	KUS\$	US\$	KUS\$	
Obras Civiles							
Plataforma y Portal Túnel Correa	gl	1,0			528.400	528	528
Túnel Correa Superficie 5,0 x 5,0 m	ml	5.664,8			3.003	17.013	17.013
Túnel Correa Intermedio 5,0 x 5,0 m	ml	5.216,0			3.003	15.665	15.665
Túnel Correa Conexión 5,0 x 5,0 m	ml	150,0			3.003	450	450
Túnel Correa de Carga 5,0 x 5,0 m	ml	60,0			3.003	180	180
Excavación Tolvas (2)	m3	8.322,0			370	3.078	3.078
Sala de Chancado	m3	36.906,0			370	13.651	13.651
Estaciones de Transferencia (6)	m3	8.100,0			370	2.996	2.996
Obras Civiles y Estructurales (5% Equipos)	%	5,0				12.045	12.045
Equipos Principales							
Correa Overland a Superficie	ml	5.664,8	15.382	87.137	3.076	17.427	104.565
Correa Intermedia	ml	5.215,9	15.382	80.232	3.076	16.046	96.279
Correa Overland Conexión	ml	150,0	18.694	2.804	3.739	561	3.365
Correa de Carga (sacrificio)	ml	60,0	33.222	1.993	6.644	399	2.392
Chancador	c/u	1,0	10.339.866	10.340	2.067.973	2.068	12.408
Otros Equipos (10% Equipos)	%	10,0		18.251		3.650	21.901
Electricidad e Instrumentación							
Equipos y Materiales Eléctricos (7,5% Equipos)	%	7,5		15.057		3.011	18.068
Instrumentación (2% Equipos)	%	2,0		4.015		803	4.818
TOTAL COSTOS DIRECTOS				219.830		109.573	329.403
Costos Indirectos							
Indirectos Contratistas (35% Construcción y Montaje)							38.351
Fletes y seguros (12% Sum. Importado, 5% Sum. Nacional)							10.991
Derechos de Internación (3% Sum. Importado)							-
Repuestos (3% Equipos)							6.023
Ingeniería (4% del Valor Acumulado)							2.215
Gestión de Adquisiciones (3% de Adquisiciones)							6.595
Adm. De la Construcción (7% del Valor Acumulado)							4.492
Costos del Dueño (4% del Valor Acumulado)							2.747
TOTAL COSTOS INDIRECTOS							71.413
Contingencia (25%)							100.204
TOTAL PROYECTO							501.020

8.3 Costos de Operación

8.3.1 Chancadores

El costo operacional de los chancadores fue calculado según su capacidad, esto quiere decir que se utilizó el mismo para cada escenario por ritmo de producción. El valor se calculó escalando los costos utilizando *la ecuación (1)* a partir del precio base extraído de un proyecto anterior de JRI Ingeniería para un chancador de 60 ktpd con un OPEX de 0,79 [US\$/ton]. Con esto se obtuvo:

Tabla 8.37: OPEX de los chancadores según su capacidad. **Fuente:** elaboración propia

Chancadores	
Ritmo de producción [ktpd]	OPEX [US\$/ton]
30	1,04
45	0,89
60	0,79
90	0,67

8.3.2 Sistema de Izaje

El costo operacional del sistema de izaje (*skip*) propiamente tal, se calculó escalando los costos utilizando la *ecuación (9)*, con lo que se obtuvo para todos los escenarios lo siguiente:

Tabla 8.38: OPEX Sistema de Izaje por sí sólo para todos los escenarios. **Fuente:** elaboración propia.

OPEX Sistema de Izaje [US\$/ton]					
Prof. [m] Prod. [ktpd]	300	500	700	900	1.200
30	0,66	0,74	0,82	0,90	1,02
45	0,53	0,61	0,69	0,77	0,89
60	0,46	0,54	0,62	0,70	0,82
90	0,37	0,45	0,53	0,61	0,73

8.3.3 Correas Transportadoras

El costo operacional de las correas, tanto las pertenecientes a la alternativa de izaje (correas de conexión), como a la de correas transportadoras, se calculó según sus costos energéticos y de mantenimiento para cada escenario.

Escenarios 30 ktpd – Correas Alternativa Sistema de Izaje

Tabla 8.39: OPEX de correas para la alternativa sistema de izaje para escenarios de 30 ktpd. **Fuente:** elaboración propia.

Correas Alternativa Sistema de Izaje						
Sistema	Unidad	300 m	500 m	700 m	900 m	1200 m
Horas de operación	h/día	24	24	24	24	24
Potencia del sistema en régimen	HP	77	119	180	202	265
Potencia del sistema en régimen	Kw	57	89	134	151	198
Consumo energía	Kw-h/año	496.099	766.699	1.159.713	1.301.455	1.707.355
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
Gasto energía	US\$/año	47.675	73.679	111.447	125.069	164.075
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,004	0,007	0,010	0,012	0,015
Costo mantenimiento	US\$/ton	0,05	0,08	0,12	0,14	0,18
Costo Operacional	US\$/ton	0,06	0,09	0,13	0,15	0,20

Escenarios 30 ktpd – Alternativa Correas Transportadoras

Tabla 8.40: OPEX de correas para alternativa correas transportadoras para escenarios de 30 ktpd. **Fuente:** elaboración propia.

Alternativa Correas Transportadoras						
Sistema	Unidad	300 m	500 m	700 m	900 m	1200 m
Horas de operación	h/día	24	24	24	24	24
Potencia del sistema en régimen	HP	2.095	3.366	5.018	6.278	8.398
Potencia del sistema en régimen	Kw	1.562	2.510	3.742	4.682	6.262
Consumo energía	Kw-h/año	13.497.766	21.686.626	32.330.211	40.448.199	54.107.037
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
Gasto energía	US\$/año	1.297.124	2.084.067	3.106.907	3.887.039	5.199.642
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,12	0,19	0,29	0,36	0,48
Costo mantenimiento	US\$/ton	0,42	0,61	1,04	1,22	1,65
Costo Operacional	US\$/ton	0,54	0,80	1,33	1,58	2,13

Escenarios 45 ktpd – Correas Alternativa Sistema de Izaje

Tabla 8.41: OPEX de correas para la alternativa sistema de izaje para escenarios de 45 ktpd. **Fuente:** elaboración propia.

Correas Alternativa Sistema de Izaje						
Sistema	Unidad	300 m	500 m	700 m	900 m	1200 m
Horas de operación	h/día	24	24	24	24	24
Potencia del sistema en régimen	HP	98	151	230	258	338
Potencia del sistema en régimen	Kw	73	113	172	192	252
Consumo energía	Kw-h/año	631.399	972.870	1.481.855	1.662.255	2.177.683
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
Gasto energía	US\$/año	60.677	93.492	142.405	159.741	209.274
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,004	0,006	0,009	0,010	0,013
Costo mantenimiento	US\$/ton	0,05	0,07	0,11	0,12	0,16
Costo Operacional	US\$/ton	0,05	0,08	0,11	0,13	0,17

Escenarios 45 ktpd – Alternativa Correas Transportadoras

Tabla 8.42: OPEX de correas para alternativa correas transportadoras para escenarios de 45 ktpd. **Fuente:** elaboración propia.

Alternativa Correas Transportadoras						
Sistema	Unidad	300 m	500 m	700 m	900 m	1200 m
Horas de operación	h/día	24	24	24	24	24
Potencia del sistema en régimen	HP	3.010	4.855	7.187	9.019	12.059
Potencia del sistema en régimen	Kw	2.245	3.620	5.359	6.725	8.992
Consumo energía	Kw-h/año	19.392.972	31.280.027	46.304.748	58.108.045	77.694.303
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
Gasto energía	US\$/año	1.863.649	3.005.985	4.449.849	5.584.136	7.466.360
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,12	0,19	0,27	0,34	0,46
Costo mantenimiento	US\$/ton	0,36	0,52	0,89	1,04	1,40
Costo Operacional	US\$/ton	0,47	0,70	1,16	1,38	1,86

Escenarios 60 ktpd –Correas Alternativa Sistema de Izaje

Tabla 8.43: OPEX de correas para la alternativa sistema de izaje para escenarios de 60 ktpd. **Fuente:** elaboración propia.

Correas Alternativa Sistema de Izaje						
Sistema	Unidad	300 m	500 m	700 m	900 m	1200 m
Horas de operación	h/día	24	24	24	24	24
Potencia del sistema en régimen	HP	119	184	280	314	411
Potencia del sistema en régimen	Kw	89	137	209	234	306
Consumo energía	Kw-h/año	766.699	1.185.484	1.803.997	2.023.054	2.648.010
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
Gasto energía	US\$/año	73.679	113.924	173.363	194.414	254.472
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,003	0,005	0,008	0,009	0,012
Costo mantenimiento	US\$/ton	0,04	0,06	0,09	0,11	0,14
Costo Operacional	US\$/ton	0,04	0,07	0,10	0,12	0,15

Escenarios 60 ktpd – Alternativa Correas Transportadoras

Tabla 8.44: OPEX de correas para alternativa correas transportadoras para escenarios de 60 ktpd. **Fuente:** elaboración propia.

Alternativa Correas Transportadoras						
Sistema	Unidad	300 m	500 m	700 m	900 m	1200 m
Horas de operación	h/día	24	24	24	24	24
Potencia del sistema en régimen	HP	3.924	6.343	9.356	11.759	15.720
Potencia del sistema en régimen	Kw	2.926	4.730	6.977	8.769	11.722
Consumo energía	Kw-h/año	25.281.735	40.866.984	60.279.285	75.761.449	101.281.569
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
Gasto energía	US\$/año	2.429.554	3.927.284	5.792.790	7.280.614	9.733.077
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,11	0,18	0,27	0,34	0,45
Costo mantenimiento	US\$/ton	0,32	0,46	0,79	0,93	1,25
Costo Operacional	US\$/ton	0,43	0,64	1,06	1,26	1,70

Escenarios 90 ktpd –Correas Alternativa Sistema de Izaje

Tabla 8.45: OPEX de correas para la alternativa sistema de izaje para escenarios de 90 ktpd. **Fuente:** elaboración propia.

Correas Alternativa Sistema de Izaje						
Sistema	Unidad	300 m	500 m	700 m	900 m	1200 m
Horas de operación	h/día	24	24	24	24	24
Potencia del sistema en régimen	HP	162	250	379	426	558
Potencia del sistema en régimen	Kw	121	186	283	318	416
Consumo energía	Kw-h/año	1.043.741	1.610.712	2.441.839	2.744.653	3.595.109
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
Gasto energía	US\$/año	100.303	154.788	234.659	263.759	345.487
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,003	0,005	0,007	0,008	0,011
Costo mantenimiento	US\$/ton	0,03	0,05	0,08	0,09	0,12
Costo Operacional	US\$/ton	0,04	0,06	0,09	0,10	0,13

Escenarios 90 ktpd – Alternativa Correas Transportadoras

Tabla 8.46: OPEX de correas para alternativa correas transportadoras para escenarios de 90 ktpd. **Fuente:** elaboración propia.

Alternativa Correas Transportadoras						
Sistema	Unidad	300 m	500 m	700 m	900 m	1200 m
Horas de operación	h/día	24	24	24	24	24
Potencia del sistema en régimen	HP	5.752	9.361	13.693	17.240	23.042
Potencia del sistema en régimen	Kw	4.289	6.980	10.211	12.856	17.182
Consumo energía	Kw-h/año	37.059.261	60.311.499	88.221.916	111.074.698	148.456.102
Precio energía eléctrica	US\$/Kw-h	0,096	0,096	0,096	0,096	0,096
Gasto energía	US\$/año	3.561.365	5.795.886	8.478.055	10.674.189	14.266.511
Costo energético (en régimen)	US\$/ton	0,11	0,18	0,26	0,33	0,44
Costo mantenimiento	US\$/ton	0,27	0,39	0,67	0,79	1,06
Costo Operacional	US\$/ton	0,38	0,57	0,93	1,12	1,50

8.4 Flujo de Caja e Indicadores Económicos

8.4.1 Escenario 30 ktpd – 300 metros

Tabla 8.47: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 30 ktpd-300 m. **Fuente:** elaboración propia.

[illegible]

Tabla 8.48: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 30 ktpd-300 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				2.700	5.400	8.100	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	7.200	3.600	135.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	11	57	25																94	86
Directos	MUS\$	7	37	17																60	55
Indirectos	MUS\$	3	9	4																15	14
Contingencia	MUS\$	2	11	5																19	17
OPEX	MUS\$				7	11	14	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	13	9	226	108
Chancador	US\$/t				1,81	1,38	1,17	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,23	1,62		
Correas	US\$/t				0,94	0,71	0,60	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,63	0,83		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	57	25	7	11	14	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	13	9	320	194
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	53	22	6	8	10	11	10	9	9	8	7	7	6	6	5	4	2	194	
CAUE	MUS\$		21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	362	

8.4.2 Escenario 30 ktpd – 500 metros

Tabla 8.49: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 30 ktpd-500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL	
		Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa			2.700	5.400	8.100	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	7.200	3.600	135.000	
INGRESOS	MUS\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																		0	
CAPEX	MUS\$	74	45																119	115
Directos	MUS\$	48	29																29	75
Indirectos	MUS\$	11	7																7	17
Contingencia	MUS\$	15	9																9	23
OPEX	MUS\$			9	13	17	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	16	10	278	143
Chancador	US\$/t			1,81	1,38	1,17	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,23	1,62		
Sistema de izaje	US\$/t			1,28	0,97	0,83	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,87	1,14		
Correas	US\$/t			0,16	0,12	0,10	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,11	0,14		
COSTO TOTAL	MUS\$	74	45	9	13	17	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	16	10	397	259
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	74	42	8	11	12	14	13	12	11	11	10	9	8	8	7	5	3	259	
CAUE	MUS\$		29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	468	

Tabla 8.50: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 30 ktpd-500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				2.700	5.400	8.100	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	7.200	3.600	135.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	11	59	51																122	110
Directos	MUS\$	7	39	33																79	71
Indirectos	MUS\$	3	8	8																19	17
Contingencia	MUS\$	2	12	10																24	22
OPEX	MUS\$				9	13	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	16	10	264	126
Chancador	US\$/t				1,81	1,38	1,17	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,23	1,62		
Correas	US\$/t				1,39	1,06	0,90	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,94	1,24		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	59	51	9	13	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	16	10	386	237
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	55	44	7	10	11	13	12	11	10	9	9	8	7	7	6	5	3	237	
CAUE	MUS\$		26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	441	

8.4.3 Escenario 30 ktpd – 700 metros

Tabla 8.51: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 30 ktpd-700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				2.700	5.400	8.100	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	7.200	3.600	135.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	88	17	40																145	138
Directos	MUS\$	57	9	27																94	89
Indirectos	MUS\$	13	4	5																22	21
Contingencia	MUS\$	18	3	8																29	28
OPEX	MUS\$				9	14	18	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	17	11	285	136
Chancador	US\$/t				1,81	1,38	1,17	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,23	1,62		
Sistema de Izaje	US\$/t				1,42	1,08	0,92	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,96	1,27		
Correas	US\$/t				0,23	0,18	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,16	0,21		
COSTO TOTAL	MUS\$	88	17	40	9	14	18	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	17	11	430	274
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	88	15	35	7	10	12	14	13	12	11	10	9	9	8	7	7	5	3	274	
CAUE	MUS\$		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	511	

Tabla 8.52: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 30 ktpd-700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	TOTAL	
		Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa					2.700	5.400	8.100	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	7.200	3.600	135.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				0	
CAPEX	MUS\$	11	11	80	89																191	161
Directos	MUS\$	7	6	53	58																124	104
Indirectos	MUS\$	3	3	11	13																29	25
Contingencia	MUS\$	2	2	16	18																38	32
OPEX	MUS\$					11	17	22	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	20	13	339	150
Chancador	US\$/t					1,81	1,38	1,17	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,23	1,62		
Correas	US\$/t					2,32	1,76	1,49	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,56	2,06		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	80	89	11	17	22	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	20	13	531	311
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	68	71	8	12	14	15	14	13	12	11	10	9	9	8	7	5	3	311	
CAUE	MUS\$		33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	598	

8.4.4 Escenario 30 ktpd – 900 metros

Tabla 8.53: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 30 ktpd-900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				2.700	5.400	8.100	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	7.200	3.600	135.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				
CAPEX	MUS\$	57	67	44																167	156
Directos	MUS\$	32	46	30																108	100
Indirectos	MUS\$	13	8	5																26	25
Contingencia	MUS\$	11	13	9																33	31
OPEX	MUS\$				10	15	19	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	18	12	299	143
Chancador	US\$/t				1,81	1,38	1,17	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,23	1,62		
Sistema de izaje	US\$/t				1,56	1,18	1,01	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,05	1,39		
Correas	US\$/t				0,26	0,20	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,18	0,24		
COSTO TOTAL	MUS\$	57	67	44	10	15	19	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	18	12	466	299
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	57	62	38	8	11	13	14	13	12	11	10	10	9	8	8	7	5	3	299	
CAUE	MUS\$		33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	557	

Tabla 8.54: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 30 ktpd-900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL	
		Año -5	Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa						2.700	5.400	8.100	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	7.200	3.600	135.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																						
CAPEX	MUS\$	11	11	97	23	77																219	180
Directos	MUS\$	7	6	65	13	52																142	116
Indirectos	MUS\$	3	3	13	5	10																33	28
Contingencia	MUS\$	2	2	19	5	15																44	36
OPEX	MUS\$						12	19	24	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	22	15	375	154
Chancador	US\$/t						1,81	1,38	1,17	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,23	1,62		
Correas	US\$/t						2,75	2,09	1,77	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,86	2,45		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	97	23	77	12	19	24	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	22	15	594	333
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	83	18	57	8	12	14	15	14	13	12	11	10	10	9	8	8	6	3	333	
CAUE	MUS\$		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	660	

8.4.5 Escenario 30 ktpd – 1.200 metros

Tabla 8.55: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 30 ktpd-1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				2.700	5.400	8.100	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	7.200	3.600	135.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				
CAPEX	MUS\$	57	89	59																205	190
Directos	MUS\$	32	61	38																132	122
Indirectos	MUS\$	13	11	9																33	31
Contingencia	MUS\$	11	18	12																41	38
OPEX	MUS\$				11	16	21	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	19	13	323	154
Chancador	US\$/t				1,81	1,38	1,17	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,23	1,62		
Sistema de izaje	US\$/t				1,77	1,34	1,14	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,20	1,58		
Correas	US\$/t				0,34	0,26	0,22	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,23	0,31		
COSTO TOTAL	MUS\$	57	89	59	11	16	21	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	19	13	528	345
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	57	83	51	8	12	14	15	14	13	12	11	10	10	9	8	8	6	3	345	
CAUE	MUS\$		38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	643	

Tabla 8.56: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 30 ktpd-1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
		Año -6	Año -5	Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa							2.700	5.400	8.100	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	7.200	3.600	135.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																							
CAPEX	MUS\$	11	11	91	11	11	151																288	220
Directos	MUS\$	7	6	61	6	6	100																187	143
Indirectos	MUS\$	3	3	12	3	3	21																44	34
Contingencia	MUS\$	2	2	18	2	2	30																58	44
OPEX	MUS\$							15	23	29	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	27	18	454	172
Chancador	US\$/t							1,81	1,38	1,17	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,23	1,62		
Correas	US\$/t							3,71	2,81	2,39	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,51	3,31		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	91	11	11	151	15	23	29	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	27	18	741	393
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	78	9	8	103	9	13	16	17	16	15	14	13	12	11	10	9	9	6	4	393	
CAUE	MUS\$		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	800	

8.4.6 Escenario 45 ktpd – 300 metros

Tabla 8.57: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd-300 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL	
		Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa			4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																		0	
CAPEX	MUS\$	79	37																116	113
Directos	MUS\$	52	25																76	75
Indirectos	MUS\$	12	5																16	16
Contingencia	MUS\$	16	7																23	23
OPEX	MUS\$			10	16	20	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	19	12	315	163
Chancador	US\$/t			1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Sistema de izaje	US\$/t			0,93	0,70	0,60	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,63	0,83		
Correas	US\$/t			0,09	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,08		
COSTO TOTAL	MUS\$	79	37	10	16	20	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	19	12	431	276
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	79	34	9	12	15	16	15	14	13	12	11	10	9	9	8	6	4	276	
CAUE	MUS\$		31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	499	

Tabla 8.58: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 45 ktpd-300 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	11	71	31																114	104
Directos	MUS\$	7	46	21																73	67
Indirectos	MUS\$	3	11	4																18	16
Contingencia	MUS\$	2	14	6																23	21
OPEX	MUS\$				10	14	18	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	17	11	291	139
Chancador	US\$/t				1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Correas	US\$/t				0,82	0,62	0,53	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,55	0,73		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	71	31	10	14	18	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	17	11	405	243
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	66	27	8	11	13	14	13	12	11	10	9	9	8	7	7	5	3	243	
CAUE	MUS\$		27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	453	

8.4.7 Escenario 45 ktpd – 500 metros

Tabla 8.59: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd-500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL	
		Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa			4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																		0	
CAPEX	MUS\$	86	57																143	138
Directos	MUS\$	57	37																37	91
Indirectos	MUS\$	12	9																9	20
Contingencia	MUS\$	17	11																11	28
OPEX	MUS\$			11	17	21	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	20	13	357	184
Chancador	US\$/t			1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Sistema de Izaje	US\$/t			1,07	0,81	0,69	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,72	0,95		
Correas	US\$/t			0,13	0,10	0,09	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,09	0,12		
COSTO TOTAL	MUS\$	86	57	11	17	21	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	20	13	499	322
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	86	53	10	13	16	19	17	16	15	14	13	12	11	10	9	6	4	322	
CAUE	MUS\$		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	583	

Tabla 8.60: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 45 ktpd-500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	11	73	65																150	135
Directos	MUS\$	7	48	42																97	87
Indirectos	MUS\$	3	10	10																23	21
Contingencia	MUS\$	2	15	13																30	27
OPEX	MUS\$				11	17	22	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	20	13	341	163
Chancador	US\$/t				1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Correas	US\$/t				1,22	0,93	0,79	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,83	1,09		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	73	65	11	17	22	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	20	13	490	298
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	67	56	9	12	15	16	15	14	13	12	11	10	9	9	8	6	4	298	
CAUE	MUS\$		33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	556	

8.4.8 Escenario 45 ktpd – 700 metros

Tabla 8.61: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd-700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	100	21	51																172	163
Directos	MUS\$	66	12	35																112	107
Indirectos	MUS\$	14	5	6																25	24
Contingencia	MUS\$	20	4	10																34	33
OPEX	MUS\$				12	18	23	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	22	14	364	174
Chancador	US\$/t				1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Sistema de Izaje	US\$/t				1,21	0,92	0,78	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,82	1,08		
Correas	US\$/t				0,20	0,15	0,13	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13	0,18		
COSTO TOTAL	MUS\$	100	21	51	12	18	23	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	22	14	536	337
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	100	19	44	9	13	16	17	16	15	14	13	12	11	10	9	9	6	4	337	
CAUE	MUS\$		37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	629	

Tabla 8.62: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 45 ktpd-700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	TOTAL	
		Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa					4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				0	
CAPEX	MUS\$	11	11	98	112																233	195
Directos	MUS\$	7	6	66	73																152	127
Indirectos	MUS\$	3	3	13	17																35	29
Contingencia	MUS\$	2	2	20	22																47	39
OPEX	MUS\$					14	22	28	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	26	17	439	195
Chancador	US\$/t					1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Correas	US\$/t					2,02	1,53	1,30	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,37	1,80		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	98	112	14	22	28	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	26	17	672	390
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	84	89	11	15	18	19	18	17	15	14	13	12	11	10	10	7	4	390	
CAUE	MUS\$		42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	749	

8.4.9 Escenario 45 ktpd – 900 metros

Tabla 8.63: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd-900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				
CAPEX	MUS\$	57	84	56																197	182
Directos	MUS\$	32	58	38																128	118
Indirectos	MUS\$	13	9	7																29	28
Contingencia	MUS\$	11	17	11																39	36
OPEX	MUS\$				13	19	24	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	23	15	384	184
Chancador	US\$/t				1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Sistema de izaje	US\$/t				1,35	1,02	0,87	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,91	1,20		
Correas	US\$/t				0,22	0,17	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,15	0,20		
COSTO TOTAL	MUS\$	57	84	56	13	19	24	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	23	15	580	366
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	57	78	48	10	14	17	18	17	16	15	13	12	12	11	10	9	7	4	366	
CAUE	MUS\$		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	682	

Tabla 8.64: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 45 ktpd-900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL	
		Año -5	Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa						4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																						
CAPEX	MUS\$	11	11	120	27	98																267	218
Directos	MUS\$	7	6	81	15	65																174	142
Indirectos	MUS\$	3	3	15	6	13																40	33
Contingencia	MUS\$	2	2	24	5	20																53	44
OPEX	MUS\$						16	24	31	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	29	19	487	200
Chancador	US\$/t						1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Correas	US\$/t						2,41	1,83	1,55	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,63	2,15		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	120	27	98	16	24	31	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	29	19	754	418
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	103	21	72	11	15	18	20	18	17	16	15	14	13	12	11	10	7	4	418	
CAUE	MUS\$		43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	826	

8.4.10 Escenario 45 ktpd – 1.200 metros

Tabla 8.65: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 45 ktpd-1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				
CAPEX	MUS\$	57	108	75																240	221
Directos	MUS\$	32	74	49																155	143
Indirectos	MUS\$	13	12	12																37	34
Contingencia	MUS\$	11	22	15																48	44
OPEX	MUS\$				14	21	27	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	25	16	418	200
Chancador	US\$/t				1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Sistema de izaje	US\$/t				1,56	1,18	1,00	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,05	1,39		
Correas	US\$/t				0,29	0,22	0,19	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,20	0,26		
COSTO TOTAL	MUS\$	57	108	75	14	21	27	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	25	16	658	421
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	57	100	65	11	15	18	20	18	17	16	15	14	13	12	11	10	7	4	421	
CAUE	MUS\$		46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	786	

Tabla 8.66: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 45 ktpd-1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
		Año -6	Año -5	Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa							4.050	8.100	12.150	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	16.200	10.800	5.400	202.500	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																							
CAPEX	MUS\$	11	11	113	11	11	192																350	266
Directos	MUS\$	7	6	75	6	6	127																228	173
Indirectos	MUS\$	3	3	15	3	3	26																52	40
Contingencia	MUS\$	2	2	23	2	2	38																70	53
OPEX	MUS\$							19	29	37	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	35	23	590	224
Chancador	US\$/t							1,54	1,17	0,99	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,04	1,38		
Correas	US\$/t							3,24	2,46	2,09	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	2,19	2,89		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	113	11	11	192	19	29	37	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	35	23	939	490
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	96	9	8	130	12	17	20	22	21	19	18	16	15	14	13	12	11	8	5	490	
CAUE	MUS\$		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	999	

8.4.11 Escenario 60 ktpd – 300 metros

Tabla 8.67: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd-300 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL	
		Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa			5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concentrado de cobre	MUS\$																		0	
CAPEX	MUS\$	91	44																135	132
Directos	MUS\$	60	29																89	87
Indirectos	MUS\$	13	5																19	18
Contingencia	MUS\$	18	9																27	26
OPEX	MUS\$			12	18	23	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	22	14	370	191
Chancador	US\$/t			1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Sistema de izaje	US\$/t			0,80	0,61	0,51	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,54	0,71		
Correas	US\$/t			0,08	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,07		
COSTO TOTAL	MUS\$	91	44	12	18	23	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	22	14	505	323
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	91	40	10	15	17	19	18	16	15	14	13	12	11	10	10	7	4	323	
CAUE	MUS\$		36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	584	

Tabla 8.68: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 60 ktpd-300 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	11	84	37																132	121
Directos	MUS\$	7	55	24																86	78
Indirectos	MUS\$	3	13	5																20	19
Contingencia	MUS\$	2	17	7																26	24
OPEX	MUS\$				11	17	22	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	21	14	349	167
Chancador	US\$/t				1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Correas	US\$/t				0,75	0,57	0,48	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,50	0,67		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	84	37	11	17	22	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	21	14	481	288
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	78	32	9	13	15	17	15	14	13	12	11	10	10	9	8	6	4	288	
CAUE	MUS\$		32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	536	

8.4.12 Escenario 60 ktpd – 500 metros

Tabla 8.69: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd-500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL	
		Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa			5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concentrado de cobre	MUS\$																		0	
CAPEX	MUS\$	96	69																165	159
Directos	MUS\$	64	45																45	105
Indirectos	MUS\$	13	10																10	23
Contingencia	MUS\$	19	14																14	32
OPEX	MUS\$			13	20	25	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	24	16	426	220
Chancador	US\$/t			1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Sistema de Izaje	US\$/t			0,94	0,71	0,60	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,63	0,84		
Correas	US\$/t			0,12	0,09	0,08	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,08	0,11		
COSTO TOTAL	MUS\$	96	69	13	20	25	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	24	16	590	379
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	96	64	11	16	19	22	21	19	18	16	15	14	13	12	11	7	5	379	
CAUE	MUS\$		43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	685	

Tabla 8.70: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 60 ktpd-500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	11	84	79																175	157
Directos	MUS\$	7	56	50																113	102
Indirectos	MUS\$	3	11	13																26	24
Contingencia	MUS\$	2	17	16																35	31
OPEX	MUS\$				13	20	26	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	24	16	410	196
Chancador	US\$/t				1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Correas	US\$/t				1,12	0,85	0,72	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,76	1,00		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	84	79	13	20	26	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	24	16	584	353
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	78	67	11	15	18	20	18	17	15	14	13	12	11	11	10	7	4	353	
CAUE	MUS\$		39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	658	

8.4.13 Escenario 60 ktpd – 700 metros

Tabla 8.71: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd-700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	111	25	61																197	186
Directos	MUS\$	73	14	41																129	122
Indirectos	MUS\$	15	6	8																28	27
Contingencia	MUS\$	22	5	12																39	37
OPEX	MUS\$				14	22	27	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	26	17	432	207
Chancador	US\$/t				1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Sistema de Izaje	US\$/t				1,08	0,82	0,69	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,73	0,96		
Correas	US\$/t				0,18	0,14	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,16		
COSTO TOTAL	MUS\$	111	25	61	14	22	27	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	26	17	629	393
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	111	23	52	11	16	19	21	19	18	16	15	14	13	12	11	10	7	5	393	
CAUE	MUS\$		43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	733	

Tabla 8.72: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 60 ktpd-700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	TOTAL	
		Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa					5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				0	
CAPEX	MUS\$	11	11	115	133																271	226
Directos	MUS\$	7	6	77	87																177	147
Indirectos	MUS\$	3	3	15	20																40	33
Contingencia	MUS\$	2	2	23	27																54	45
OPEX	MUS\$					17	26	34	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	31	21	529	234
Chancador	US\$/t					1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Correas	US\$/t					1,84	1,40	1,19	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,24	1,64		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	115	133	17	26	34	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	31	21	799	461
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	98	106	13	18	21	23	22	20	18	17	16	15	14	13	12	8	5	461	
CAUE	MUS\$		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	885	

8.4.14 Escenario 60 ktpd – 900 metros

Tabla 8.73: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd-900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				
CAPEX	MUS\$	57	101	66																223	207
Directos	MUS\$	32	69	45																146	135
Indirectos	MUS\$	13	11	8																33	31
Contingencia	MUS\$	11	20	13																45	41
OPEX	MUS\$				15	23	29	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	27	18	459	220
Chancador	US\$/t				1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Sistema de Izaje	US\$/t				1,22	0,92	0,78	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,82	1,08		
Correas	US\$/t				0,20	0,15	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,14	0,18		
COSTO TOTAL	MUS\$	57	101	66	15	23	29	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	27	18	682	426
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	57	93	57	12	17	20	22	20	19	17	16	15	14	13	12	11	8	5	426	
CAUE	MUS\$		47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	794	

Tabla 8.74: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 60 ktpd-900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL	
		Año -5	Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa						5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																						
CAPEX	MUS\$	11	11	140	31	115																310	252
Directos	MUS\$	7	6	95	18	77																203	164
Indirectos	MUS\$	3	3	18	7	15																45	37
Contingencia	MUS\$	2	2	28	6	23																62	50
OPEX	MUS\$						19	29	37	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	35	23	587	241
Chancador	US\$/t						1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Correas	US\$/t						2,20	1,67	1,42	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,48	1,96		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	140	31	115	19	29	37	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	35	23	897	493
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	120	25	85	13	18	22	24	22	21	19	18	16	15	14	13	12	9	5	493	
CAUE	MUS\$		51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	975	

8.4.15 Escenario 60 ktpd – 1.200 metros

Tabla 8.75: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 60 ktpd-1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				
CAPEX	MUS\$	57	124	91																271	249
Directos	MUS\$	32	86	59																177	162
Indirectos	MUS\$	13	13	14																40	37
Contingencia	MUS\$	11	25	18																54	50
OPEX	MUS\$				17	25	32	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	30	20	503	241
Chancador	US\$/t				1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Sistema de Izaje	US\$/t				1,43	1,08	0,92	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,96	1,27		
Correas	US\$/t				0,26	0,20	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,18	0,23		
COSTO TOTAL	MUS\$	57	124	91	17	25	32	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	30	20	774	490
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	57	115	78	13	18	22	24	22	21	19	18	16	15	14	13	12	9	5	490	
CAUE	MUS\$		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	913	

Tabla 8.76: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 60 ktpd-1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
		Año -6	Año -5	Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa							5.400	10.800	16.200	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	21.600	14.400	7.200	270.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																							
CAPEX	MUS\$	11	11	132	11	11	228																405	307
Directos	MUS\$	7	6	88	6	6	151																265	201
Indirectos	MUS\$	3	3	17	3	3	31																59	45
Contingencia	MUS\$	2	2	26	2	2	46																81	61
OPEX	MUS\$							23	35	45	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	42	28	712	271
Chancador	US\$/t							1,38	1,04	0,89	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,93	1,23		
Correas	US\$/t							2,96	2,24	1,91	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	2,00	2,64		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	132	11	11	228	23	35	45	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	42	28	1.117	578
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	113	9	8	155	15	21	24	27	25	23	21	20	18	17	16	15	13	10	6	578	
CAUE	MUS\$		59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	1.177	

8.4.16 Escenario 90 ktpd – 300 metros

Tabla 8.77: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 90 ktpd-300 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL	
		Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa			8.100	16.200	24.300	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	21.600	10.800	405.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																		0	
CAPEX	MUS\$	113	56																169	165
Directos	MUS\$	75	38																112	109
Indirectos	MUS\$	16	7																23	22
Contingencia	MUS\$	23	11																34	33
OPEX	MUS\$			15	23	29	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	27	18	461	239
Chancador	US\$/t			1,17	0,89	0,75	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,79	1,04		
Sistema de Izaje	US\$/t			0,64	0,48	0,41	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,43	0,57		
Correas	US\$/t			0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06		
COSTO TOTAL	MUS\$	113	56	15	23	29	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	27	18	630	403
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	113	52	13	18	22	24	22	20	19	17	16	15	14	13	12	9	5	403	
CAUE	MUS\$		46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	729	

Tabla 8.78: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 90 ktpd-300 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				8.100	16.200	24.300	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	21.600	10.800	405.000		
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	11	107	46																165	150
Directos	MUS\$	7	70	31																107	97
Indirectos	MUS\$	3	16	6																25	23
Contingencia	MUS\$	2	21	9																33	30
OPEX	MUS\$				15	22	29	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	27	18	451	216
Chancador	US\$/t				1,17	0,89	0,75	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,79	1,04		
Correas	US\$/t				0,66	0,50	0,43	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,45	0,59		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	107	46	15	22	29	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	27	18	615	366
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	99	40	12	17	19	21	20	18	17	16	15	14	13	12	11	8	5	366	
CAUE	MUS\$		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	682	

8.4.17 Escenario 90 ktpd – 500 metros

Tabla 8.79: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 90 ktpd-500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL	
		Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa			8.100	16.200	24.300	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	21.600	10.800	405.000	
INGRESOS	MUS\$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																		0	
CAPEX	MUS\$	114	89																203	196
Directos	MUS\$	76	58																58	130
Indirectos	MUS\$	14	14																14	27
Contingencia	MUS\$	23	18																18	39
OPEX	MUS\$			17	25	32	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	30	20	547	282
Chancador	US\$/t			1,17	0,89	0,75	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,79	1,04		
Sistema de Izaje	US\$/t			0,78	0,59	0,50	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,52	0,69		
Correas	US\$/t			0,10	0,08	0,07	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,07	0,09		
COSTO TOTAL	MUS\$	114	89	17	25	32	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	30	20	750	478
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	114	83	14	20	24	29	27	25	23	21	20	18	17	16	14	9	6	478	
CAUE	MUS\$		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	864	

Tabla 8.80: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 90 ktpd-500 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				8.100	16.200	24.300	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	21.600	10.800	405.000		
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	11	105	102																218	196
Directos	MUS\$	7	70	65																142	128
Indirectos	MUS\$	3	14	16																33	29
Contingencia	MUS\$	2	21	20																44	39
OPEX	MUS\$				18	27	34	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	32	21	533	255
Chancador	US\$/t				1,17	0,89	0,75	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,79	1,04		
Correas	US\$/t				0,99	0,75	0,64	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,67	0,89		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	105	102	18	27	34	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	32	21	751	451
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	97	88	14	20	23	25	23	22	20	19	17	16	15	14	13	9	6	451	
CAUE	MUS\$		49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	841	

8.4.18 Escenario 90 ktpd – 700 metros

Tabla 8.81: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 90 ktpd-700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				8.100	16.200	24.300	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	21.600	10.800	405.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																			0	
CAPEX	MUS\$	129	33	78																240	227
Directos	MUS\$	87	19	53																159	150
Indirectos	MUS\$	16	8	10																34	32
Contingencia	MUS\$	26	7	16																48	45
OPEX	MUS\$				18	27	35	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	33	22	551	264
Chancador	US\$/t				1,17	0,89	0,75	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,79	1,04		
Sistema de izaje	US\$/t				0,92	0,69	0,59	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,62	0,82		
Correas	US\$/t				0,15	0,12	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,14		
COSTO TOTAL	MUS\$	129	33	78	18	27	35	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	33	22	792	491
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	129	31	67	14	20	24	26	24	22	21	19	18	17	15	14	13	10	6	491	
CAUE	MUS\$		54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	914	

Tabla 8.82: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 90 ktpd-700 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	TOTAL	
		Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa					8.100	16.200	24.300	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	21.600	10.800	405.000		
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				0	
CAPEX	MUS\$	11	11	143	170																337	280
Directos	MUS\$	7	6	96	111																220	183
Indirectos	MUS\$	3	3	18	25																49	41
Contingencia	MUS\$	2	2	29	34																67	56
OPEX	MUS\$					23	34	44	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	41	27	689	305
Chancador	US\$/t					1,17	0,89	0,75	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,79	1,04		
Correas	US\$/t					1,63	1,23	1,05	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	1,10	1,45		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	143	170	23	34	44	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	41	27	1.025	585
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	123	135	17	23	28	30	28	26	24	22	21	19	18	16	15	11	7	585	
CAUE	MUS\$		62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	1.124	

8.4.19 Escenario 90 ktpd – 900 metros

Tabla 8.83: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 90 ktpd-900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				8.100	16.200	24.300	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	21.600	10.800	405.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				
CAPEX	MUS\$	57	129	85																271	249
Directos	MUS\$	32	89	57																178	163
Indirectos	MUS\$	13	15	11																38	36
Contingencia	MUS\$	11	26	17																54	50
OPEX	MUS\$				19	29	38	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	35	23	590	283
Chancador	US\$/t				1,17	0,89	0,75	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,79	1,04		
Sistema de Izaje	US\$/t				1,06	0,80	0,68	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,71	0,94		
Correas	US\$/t				0,17	0,13	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,15		
COSTO TOTAL	MUS\$	57	129	85	19	29	38	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	35	23	861	532
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	57	120	73	15	22	26	28	26	24	22	21	19	18	16	15	14	10	6	532	
CAUE	MUS\$		58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	991	

Tabla 8.84: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 90 ktpd-900 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL	
		Año -5	Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa						8.100	16.200	24.300	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	21.600	10.800	405.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																						
CAPEX	MUS\$	11	11	176	39	146																384	312
Directos	MUS\$	7	6	119	22	98																252	204
Indirectos	MUS\$	3	3	22	9	19																55	45
Contingencia	MUS\$	2	2	35	8	29																77	62
OPEX	MUS\$						25	38	49	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	45	30	767	315
Chancador	US\$/t						1,17	0,89	0,75	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,79	1,04		
Correas	US\$/t						1,94	1,47	1,25	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,31	1,73		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	176	39	146	25	38	49	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	45	30	1.151	626
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	151	31	107	17	24	28	31	29	27	25	23	21	20	18	17	16	11	7	626	
CAUE	MUS\$		65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	1.239	

8.4.20 Escenario 90 ktpd – 1.200 metros

Tabla 8.85: Evaluación económica de alternativa sistema de izaje para escenario 90 ktpd-1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	TOTAL	
		Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa				8.100	16.200	24.300	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	21.600	10.800	405.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																				
CAPEX	MUS\$	57	152	117																326	298
Directos	MUS\$	32	106	76																214	195
Indirectos	MUS\$	13	16	18																47	43
Contingencia	MUS\$	11	30	23																65	60
OPEX	MUS\$				22	33	42	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	39	26	655	313
Chancador	US\$/t				1,17	0,89	0,75	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,79	1,04		
Sistema de Izaje	US\$/t				1,26	0,96	0,81	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,85	1,13		
Correas	US\$/t				0,22	0,17	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,15	0,20		
COSTO TOTAL	MUS\$	57	152	117	22	33	42	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	39	26	981	612
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	57	141	101	17	24	28	31	29	27	25	23	21	20	18	17	16	11	7	612	
CAUE	MUS\$		67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	1.140	

Tabla 8.86: Evaluación económica de alternativa correas transportadoras para escenario 90 ktpd-1.200 m. **Fuente:** elaboración propia.

Descripción	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL	
		Año -6	Año -5	Año -4	Año -3	Año -2	Año -1	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Sin Act.	Con Act.
PLAN DE PRODUCCIÓN	ktpa							8.100	16.200	24.300	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	32.400	21.600	10.800	405.000	
INGRESOS	MUS\$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Concentrado de cobre	MUS\$																							
CAPEX	MUS\$	11	11	165	11	11	291																501	378
Directos	MUS\$	7	6	111	6	6	192																329	249
Indirectos	MUS\$	3	3	21	3	3	40																71	54
Contingencia	MUS\$	2	2	33	2	2	58																100	76
OPEX	MUS\$							31	46	59	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	55	36	933	355
Chancador	US\$/t							1,17	0,89	0,75	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,79	1,04		
Correas	US\$/t							2,62	1,98	1,69	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,77	2,33		
COSTO TOTAL	MUS\$	11	11	165	11	11	291	31	46	59	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	55	36	1.434	733
COSTO TOTAL Act.	MUS\$	11	11	141	9	8	198	19	27	32	35	33	30	28	26	24	22	21	19	18	13	8	733	
CAUE	MUS\$		75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	1.493	