



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS:

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA
EXPLORACIÓN MINERA DEL PROYECTO MILLO DEL
CONSORCIO MINERO HORIZONTE S.A. DISTRITO
OROPESA, PROVINCIA ANTABAMBA, REGIÓN
APURÍMAC, 2017”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

Presentado por el Bachiller:

VALENCIA CORTEZ, JHON JHOYER

CAJAMARCA - PERÚ

-2017-

DEDICATORIA

A mis padres: Sebastián Valencia Ruiton y Antonieta Cortez Colorado, que con sus consejos me orientan constantemente por el camino de la superación.

A mi querida hija Ariadne Jhyarlet Valencia Chavarry que ha causado en mí un enorme deseo de lucha para forjarme un futuro prometedor con la bendición de Dios.

Jhon Jhoyer Valencia Cortez.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme tener tan inolvidable experiencia dentro de mi universidad.

A mi universidad por permitirme convertirme en ser un profesional en lo que tanto me apasiona.

A cada maestro que hizo parte de mi formación profesional por sus aportes en la realización de esta tesis.

Jhon Jhoyer Valencia Cortez.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Alas Peruanas, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades y competencias.

Asimismo, brindar mi reconocimiento a la empresa Consorcio Minero Horizonte S.A. por su cooperación en la realización de esta tesis.

Jhon Jhoyer Valencia Cortez.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RECONOCIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRAC	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	1
1.2. Delimitación de la Investigación	3
1.2.1. Delimitación Espacial	3
1.2.2. Delimitación Social	3
1.2.3. Delimitación Temporal.....	4
1.2.4. Delimitación Conceptual.....	4
1.3. Problemas de Investigación	4
1.3.1. Problema Principal	4
1.3.2. Problemas Secundarios	5
1.4. Objetivos de la Investigación	5
1.4.1. Objetivo General.....	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. Hipótesis y Variables de la Investigación	6
1.5.1. Hipótesis General	6
1.5.2. Hipótesis Secundarias.....	6

	Pág.
1.5.3. Variables	7
1.6. Metodología de la Investigación.....	8
1.6.1. Tipo y Nivel de Investigación	8
1.6.2. Método y Diseño de la Investigación	9
1.6.3. Población y Muestra de la Investigación	9
1.6.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	10
1.6.5. Justificación, Importancia y Limitaciones de la Investigación	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1. Antecedentes de la Investigación	13
2.2. Bases Teóricas	18
2.2.1. Ubicación.....	18
2.2.2. Panorama de la Inversión en Proyectos Mineros en el Perú	18
2.2.3. Caracterización de Proyectos Mineros y Modelo de Evaluación	20
2.2.4. Dualidad Beneficio/Riesgo de la Inversión Minera	22
2.2.5. Creación de Valor en la Empresa Minera.....	22
2.2.6. Tipos de Inversiones	23
2.2.7. Ciclo de Proyectos.....	23
2.2.8. Riesgo y Financiamiento en las Etapas de un Proyecto Minero	25
2.2.9. Calidad de Estimación en el Proyecto	26
2.2.10. Evaluación de Proyectos Mineros	26
2.2.11. Criterios de Evaluación Económico Financieros.....	28
2.2.12. Riesgos en los proyectos mineros.....	30
2.2.13. Recursos y reservas y la evaluación de inversiones	38
2.3. Definición de Términos Básicos	41
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	43

	Pág.
3.1. Ingeniería del Proyecto	43
3.2. Recursos y Reservas Objetos del Proyecto	44
3.3. BECOF (Break even cut off)	45
3.3.1. Criterio de clasificación.....	45
3.3.2. Cálculo de BECOF	45
3.4. Estimación de costo de capital (CAPEX)	45
3.4.1. Costo de capital Mina	48
3.4.2. Costo Capital Planta Metalúrgica	52
3.4.3. Costos Capital Infraestructura	54
3.4.4. Costo de capital Medio Ambiente	63
3.4.5. Costo de capital Sostenibilidad.....	65
3.5. Estimación de costo de Operación (OPEX)	66
3.5.1. Costos variables de operación	67
3.5.2. Costos Fijos de Operación	76
3.6. Análisis Económico - Financiero	76
3.6.1. Metodología de Valorización	76
3.6.2. Consideraciones.....	77
3.6.3. Flujo de Caja Financiero.....	85
3.6.4. Préstamo y amortización	88
3.6.5. Resultados Financieros (VPN y TIR).....	88
3.6.6. Valor Presente Neto (VPN).....	88
3.6.7. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	89
3.6.8. Análisis de Sensibilidad	89
3.7. Análisis de riesgo.....	93
3.7.1. Permisos - zona de amortiguamiento	93
3.7.2. Agua y manejo de bofedales (suelos)	93

	Pág.
3.7.3. Incremento de Capex y Opex	93
3.7.4. Falta de personal calificado en la industria.....	94
3.7.5. Logística: Demora en equipos.....	94
3.7.6. Entorno social contrario de la minería en el Perú	94
3.7.7. Demoras en permisos ambientales	94
3.7.8. Alto costo del cianuro	95
3.7.9. Acceso a red nacional de electrificación.....	95
3.8. Indicadores Económicos	95
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS	101
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	102
Anexo 2: Instrumentos de Validación.....	103
2.1. Encuesta para los pobladores del área de influencia.....	103
2.2. Entrevista para los directivos de Consorcio Minero Horizonte	104
2.3. Entrevista para las autoridades de las zonas distritales y provinciales ...	106
Anexo 3: Juicio de Expertos.....	108
Anexo 4: Infraestructura método Corte y Relleno	112
Anexo 5: Estructura método Corte y Relleno	113
Anexo 6: Infraestructura método Taladros Largos (Sub Level Stopping)	114
Anexo 7: Infraestructura de Accesos a las Galerías	115
Anexo 8: Plano de Ubicación del Proyecto Millo	116
Anexo 9: Plano de Componentes Mineros del Proyecto Millo (Vista 1 y 2)....	117

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Operacionalización de las variables.	8
Tabla 2: Instrumentos de la tesis.	10
Tabla 3: Estimación de Costos VS Precisión y Desembolsos.	26
Tabla 4: Ejemplo de estimación de indicadores de variable crítica.....	37
Tabla 5: Clasificación de recursos según accesibilidad.....	38
Tabla 6: Reporte de Recursos económicos y Reservas.	44
Tabla 7: Declaración de Reservas por vetas.....	44
Tabla 8: Costos de operación.....	45
Tabla 9: Resumen de costos de capital.....	46
Tabla 10: Resumen costos de capital a todo costo.	46
Tabla 11: Inversión en desarrollo y preparación mina.	48
Tabla 12: Inversión en equipamiento mina según área.	49
Tabla 13: Inversión en servicios auxiliares mina.....	51
Tabla 14: Detalle de inversión en servicios auxiliares mina.	51
Tabla 15: Resumen costos capital equipos planta metalúrgica.	52
Tabla 16: Detalle de inversión en equipos de planta metalúrgica.....	53
Tabla 17: Costos Capital Infraestructura Planta Metalúrgica.	54
Tabla 18: Distribución de inversión en equipos e infraestructura auxiliar.	55
Tabla 19: Distribución de inversión en edificios industriales.....	55
Tabla 20: Resumen de inversión en habilitación de depósito de relaves.	56
Tabla 21: Detalle de obras preliminares del depósito de relaves.	56
Tabla 22: Detalle de trabajos de habilitación del depósito de relaves.	57
Tabla 23: Detalle de conformación del dique del nuevo depósito de relaves. .	58
Tabla 24: Detalle de obras hidráulicas del depósito de relaves.	58
Tabla 25: Detalle de obras hidráulicas del depósito de relaves.....	59
Tabla 26: Costo Capital Servicios Generales.	60
Tabla 27: Distribución de inversión en taller de mantenimiento general.....	60
Tabla 28: Distribución de inversión en la red de abastecimiento de agua.	60
Tabla 29: Distribución de inversión de Infraestructura auxiliar mina.....	61
Tabla 30: Costo Capital de Infraestructura por Carreteras.	62
Tabla 31: Costo Capital de Infraestructura en Energía.....	62

	Pág.
Tabla 32: Costo de materiales del costo de capital por energía.	62
Tabla 33: Costo de montaje electromecánico del costo de capital.	63
Tabla 34: Resumen de las inversiones del plan de manejo ambiental.	64
Tabla 35: Resumen de inversión del plan de cierre de mina	64
Tabla 36: Resumen de inversión de relleno sanitario.	65
Tabla 37: Resumen de inversión social.	65
Tabla 38: Resumen costos de operación Millo.	66
Tabla 39: Costos mensuales de operación mina por componentes.	68
Tabla 40: Costos por tonelada de operación mina por componentes.	68
Tabla 41: Costo por tonelada de explotación.	69
Tabla 42: Costo por tonelada de servicios generales.	69
Tabla 43: Resumen OPEX planta.	70
Tabla 44: Costo de producción por mes Planta Metalúrgica – Proyecto Millo.	72
Tabla 45: Resumen personal planta.	73
Tabla 46: Resumen costo de operación de disposición de relaves.	74
Tabla 47: Costo de operación total de Planta Metalúrgica.	74
Tabla 48: Resumen Costo de Operación Energía.	75
Tabla 49: Parámetros de cálculo de costo de operación/tonelada de energía.	75
Tabla 50: Cuadro ilustrativo del costo de generación de energía/tonelada.	76
Tabla 51: Producción Estimada de Mineral	77
Tabla 52: Producción Semestral Mineral.	77
Tabla 53: VPT durante los años de producción.	78
Tabla 54: Cuadro de depreciación.	80
Tabla 55: Flujo de caja económico.	83
Tabla 56: Flujo de caja financiero.	87
Tabla 57: Amortiguación de deuda.	88
Tabla 58: Variación del VPT según el precio del oro.	90
Tabla 59: Indicadores económicos.	95
Tabla 60: Tipos de inversiones.	107

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación del proyecto Millo.	18
Figura 2. Porcentaje del Impuesto a la Renta del Sector Minero (2000-2016).19	19
Figura 3. Exportaciones Peruanas / Acumulado Enero-Diciembre 2016.....	19
Figura 4. Cartera Estimada de Proyectos por Mineral Predominante a 2016. 20	20
Figura 5. Cálculo del Valor Actual Neto.....	29
Figura 6. Relación entre recursos y reservas.....	39
Figura 7: Clasificación de mineral según ley de corte.....	40
Figura 8: Relación ley de corte/reservas/tamaño de mina y costo operación. 41	41
Figura 9: Distribución de CAPEX del proyecto.....	47
Figura 10: Inversión en desarrollo y preparación mina por tipo de labores.....	49
Figura 11: Distribución de inversión en equipos por áreas de mina (US\$).	50
Figura 12: Distribución de inversión en equipos de planta metalúrgica (US\$).53	53
Figura 13: Comparativo de las obras de habilitación de la presa de relaves. . 59	59
Figura 14: Distribución de costo de operación mina (\$/t).	69
Figura 15: Distribución de costo de operación Planta (\$/t).....	71
Figura 16: Variación de precios Au vs VPN.	91
Figura 17: Variación de precios Au vs TIR.....	92
Figura 18: Indicadores económicos.	96
Figura 19: Proceso Genérico de Manejo de Riesgos.....	107
Figura 20: Infraestructura de corte y relleno.....	112
Figura 21: Estructura de corte y relleno.	113
Figura 22: Infraestructura de taladros largos.....	114
Figura 23: Accesos a las galerías.	115

RESUMEN

Con la presente tesis se busca estudiar la factibilidad técnica para la explotación minera del proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A., en el año 2017. Además, estimar el costo de capital (CAPEX), estimar el costo de Operación (OPEX) y realizar el análisis económico – financiero de dicho proyecto. El proyecto Millo perteneciente al Consorcio Minero Horizonte está ubicado en el distrito de Oropesa, en la provincia de Antabamba, Departamento - Región Apurímac. La investigación tiene un enfoque en lograr un funcionamiento óptimo durante la vida útil. Del mismo modo, se cumple con lograr la optimización de recursos técnicos del consorcio minero Horizonte. El costo del capital (CAPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A., se ha determinado considerando el costo del capital de mina, el costo del capital de la planta metalúrgica, costo capital de la infraestructura, costo capital en medio ambiente y costo del capital de sostenibilidad; el monto total de las inversiones requeridas por el proyecto asciende a US\$ 48,910,000. Por otro lado, el costo de Operación (OPEX), se determinado en base a dos aspectos, el primero son los costos variables de operación que comprenden el costo de operación en mina, el costo de operación de la planta metalúrgica, el costo operativo de la energía y el costo de servicios generales, el segundo comprende los costos fijos de operación, el costo total asciende a 124 \$/t. Producto del análisis financiero, el VPN del proyecto es US\$ 6' 943,380 y el TIR determinado es 24.15%, el cual se encuentra por encima del valor esperado en proyectos de este tipo. Se consideró necesario un préstamo de 65% de la inversión inicial, por lo cual la diferencia es el capital de trabajo necesario para iniciar el proyecto. Con dos años de inversión inicial.

Palabras Claves: Factibilidad Técnica, Explotación Minera, Costos, Análisis Económico, Payback.

ABSTRAC

This thesis aims to study the technical feasibility of mining the Millo project of Consorcio Minero Horizonte SA in 2017. In addition, estimate the cost of capital (CAPEX), estimate the cost of Operation (OPEX) and perform the economic and financial analysis of the project. The Millo project belonging to Consorcio Minero Horizonte is located in the district of Oropesa, in the province of Antabamba, Department - Apurímac Region. Research has a focus on achieving optimal lifetime performance. In the same way, the optimization of technical resources of the Horizon consortium is achieved. The capital cost (CAPEX) of the Millo mining project of Consorcio Minero Horizonte SA has been determined considering the cost of the mine capital, the cost of the metallurgical plant capital, the capital cost of the infrastructure, the capital cost in the environment and cost of the sustainability capital; the total amount of investments required by the project amounts to US \$ 48,910,000. On the other hand, the cost of Operation (OPEX), determined on the basis of two aspects, the first is the variable costs of operation that include the cost of operating in the mine, the operating cost of the metallurgical plant, the operating cost of energy and general services cost, the second comprises fixed operating costs, the total cost is \$ 124 / t. Product of the financial analysis, the NPV of the project is US \$ 6 '943,380 and the determined IRR is 24.15%, which is above the expected value in projects of this type. A loan of 65% of the initial investment was considered necessary, so the difference is the working capital needed to start the project. With two years of initial investment.

Key Words: Technical Feasibility, Mining, Costs, Economic Analysis, Payback.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene por objetivo determinar los factores que intervienen en el estudio de factibilidad técnica para la explotación minera del proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A.

El problema principal de la tesis es ¿Cuáles son los factores que intervienen en el estudio de factibilidad técnica para la explotación minera del proyecto Millo?

El proyecto Millo está localizado en la provincia de Oropesa, distrito de Antabamba, departamento de Apurímac; en altitudes que van desde los 4,600 a 5,200 metros sobre el nivel del mar. Consiste principalmente de un Sistema de Vetas Epitermales del tipo Baja Sulfatación que contienen menas de Ag-Au asociadas a los rellenos de fractura con cuarzo-bandeado alojados en rocas de naturaleza volcánica-andesítica del Grupo Tacaza, siendo la Veta Española la de mayor potencial de este Sistema.

El proyecto abarca 6,697.68 hectáreas, distribuidas en nueve concesiones mineras, Carayany 01, Carayany 02, Carayany 03, Carayany 04, Carayany 05, Carayany 06, Carayany 07, Carayany 08 y Carayany 09, de las cuales Consorcio Minero Horizonte S.A. tiene contrato de cesión con Minera Meridian Perú S.A.C, titular de éstas. Carayany 01 y Carayany 02, ambas con 998.84 hectáreas, son las concesiones donde se desarrollan las actividades de exploración del proyecto.

La empresa PROESMIN en el año 2013 ha realizado el estudio de pre – factibilidad de Planta de beneficio, Mina y Depósito de relaves, en el que se plantean diferentes escenarios de producción, para los cuales se estiman costos de Mina y Planta, costos de Capital Mina, Planta e Infraestructura necesaria, personal requerido y servicios auxiliares. Este estudio tiene una precisión en sus estimados y resultados de $\pm 10\%$.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

La Minería, como actividad económica, está sujeta principalmente a factores que están dentro y fuera del campo de acción, y que dictarán el rumbo que deben seguir las empresas mineras para poder mantenerse competitivas. (Cruz, 2016)

Los depósitos de minerales en Perú conocidos son bastante favorables, pero no presentan leyes extraordinarias, ni volúmenes inusuales, y un precio por debajo de 1,200 \$/oz disminuye el interés en desarrollar los proyectos a gran escala. (Azálgara, 2013)

En cuanto a los precios del zinc y del plomo, han demostrado estabilidad después de la crisis de 2014-2015. Con el crecimiento industrial continuo en China, se espera que la demanda siga estable y que los precios sigan oscilando naturalmente después de periodos de exceso de oferta a las usuales, lo que se evidencia en los niveles fluctuantes de stock de metal en almacenes. Sólo después de que sucedan eventos favorables como la recuperación económica de Europa o el crecimiento de mercados emergentes, entonces los precios podrán incrementarse. (Husillos, 2013)

Actualmente, en el Perú, existen 89 empresas listadas en la TSX y en la TSXV operando, entre las cuales se tiene a empresas senior (productoras), como Newmont, y las que aún son junior (exploradoras), como Consorcio Minero Horizonte. Cada una de ellas está reaccionando a la crisis de una manera diferente. La mayoría ya ha sido afectada por la evolución negativa de los precios y las finanzas, y cada compañía viene desarrollando ajustes para hacer frente a la crisis, los que incluyen: la reorganización de la empresa, las actividades de posponer y reevaluar la viabilidad de operar, y centrarse en los proyectos que están cerca de la producción. (Martinez, 2012)

En el Perú, las principales disposiciones relativas a la ejecución y desarrollo de las actividades mineras se establecen en el Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, aprobado mediante Decreto Supremo No. 014-92-EM ("Ley General de Minería"). Dicha ley reconoce las siguientes actividades mineras: (i) cateo, (ii) prospección, (iii) exploración, (iv) explotación, (v) beneficio, (vi) labor general, (vii) transporte minero y (viii) comercialización. (GeoMinero, 2012)

A nivel regional y departamental, la minería tiene un papel importante en la actividad económica debido a la transferencia del canon minero y el aporte directo de recursos para la promoción del desarrollo. A nivel nacional, la minería participa en la economía a través de la promoción de divisas, la generación de ingresos fiscales a través de los impuestos y regalías mineras, y la creación de puestos de empleo directo e indirecto. (Cámara Minera del Perú, 2017)

El Consorcio Minero Horizonte determinó que el proyecto Millo consiste principalmente de un sistema de vetas epitermales del tipo de baja sulfatación con menas de Ag-Au asociadas a los rellenos de fractura con cuarzo-bandeado.

Asimismo, define que el sistema de explotación será subterráneo semi-mecanizado y el método de minado a emplear será el de corte y relleno ascendente con perforación en breasting. También, se describe el planeamiento de minado: diseño de mina, requerimiento de personal, equipos y servicios auxiliares. La última parte consta de la secuencia del desarrollo, preparación y explotación de mina. El costo de operación mina es 40.5 \$/t, el cual solamente incluye el costo de explotación, ya que el costo de desarrollo e inversión está considerado como inversión inicial y durante la vida del proyecto.

1.2. Delimitación de la Investigación

1.2.1. Delimitación Espacial

La tesis se desarrolló en el proyecto Millo perteneciente al Consorcio Minero Horizonte ubicado en el distrito de Oropesa, en la provincia de Antabamba, Departamento - Región Apurímac. El yacimiento mineral se ubica en las hojas de Chulca (30-q) y Cayarany (30-r). Los yacimientos de interés para esta tesis abarcan 200 hectáreas.

1.2.2. Delimitación Social

En la tesis se trabajó con:

- Los pobladores del distrito de Oropesa, quienes serán beneficiados con la explotación minera del proyecto Millo.
- Trabajadores del Consorcio Minero Horizonte en el Proyecto Millo, quienes trabajaran en dicho proyecto.
- Autoridades del ministerio de Energía y Minas y principales autoridades de Apurímac, quienes evaluarán la licencia social.

1.2.3. Delimitación Temporal

La tesis se realizó en el año 2017 la cual inició el 15 de Abril con la solicitud a la empresa para realizar esta tesis, y se terminó el desarrollo del informe de tesis el 30 de Julio del 2017.

1.2.4. Delimitación Conceptual

La tesis se enfocó únicamente en el estudio de factibilidad técnica para la explotación minera en metálicos, por tanto, se limitará a los siguientes conceptos:

- Factibilidad técnica
- Explotación Minera
- Cash Flow
- Payback
- Costo del capital
- Costos operativos
- Análisis económico

1.3. Problemas de Investigación

1.3.1. Problema Principal

¿Cuáles son los factores que intervienen en el estudio de factibilidad técnica para la explotación minera del proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017?

1.3.2. Problemas Secundarios

- a. ¿Cuál es el costo de capital (CAPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. y cómo influye en el estudio de factibilidad del proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017?
- b. ¿Cuál es el costo de Operación (OPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. y cómo influye en el estudio de factibilidad del proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017?
- c. ¿Cuál es el análisis económico – financiero del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A.?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar los factores que intervienen en el estudio de factibilidad técnica para la explotación minera del proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Estimar el costo de capital (CAPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A, para evaluar su puesta en

marcha por el Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017.

- b. Estimar el costo de Operación (OPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. para determinar la inversión por el Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017.
- c. Realizar el análisis económico – financiero del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. para ser explotado por el Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017.

1.5. Hipótesis y Variables de la Investigación

1.5.1. Hipótesis General

El estudio de factibilidad técnica influye favorablemente para el inicio de la explotación minera del proyecto millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017.

1.5.2. Hipótesis Secundarias

- Estimando el costo de capital (CAPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. se evaluará la viabilidad de la inversión.
- Al estimar el costo de Operación (OPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. se determinará el Pay back y por ende su viabilidad económica.

- Realizando el análisis económico – financiero del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. de evaluar su puesta en marcha.

1.5.3. Variables

Variable Dependiente: Explotación Minera

Variable Independiente: Estudio de Factibilidad

a. Definición Conceptual

- **Explotación Minera:**

La explotación de un yacimiento minero supone la existencia de una concentración de un mineral, elemento o roca con suficiente valor económico como para sustentar esta explotación minera con un beneficio industrial para la empresa. Para que esto se produzca, se ha de cumplir la ecuación:

$$\text{Valor Producción} = \text{Costes} + \text{Beneficios}$$

- **Estudio de Factibilidad:**

Es un instrumento que sirve para orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y corresponde a la última fase de la etapa pre-operativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto de inversión, apoyándose en él se tomará la decisión de proceder o no con su implementación.

b. Operacionalización de las Variables

Tabla 1:
Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
DEPENDIENTE: EXPLOTACIÓN MINERA	Geología, pruebas metalúrgicas, datos de exploración, cotización de los metales, costo de equipos, indicadores económicos y financieros.	Cubicación de mineral (t)
		Valor recuperable (US \$/t)
		Planeamiento de la producción (t)
		Recuperación metalúrgica (%)
		Costo fijo y variable (US \$/t)
		Costo de equipos (US \$)
INDEPENDIENTE: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	Descripción del proyecto, monto de la inversión, estados financieros e indicadores financieros.	Tamaño del proyecto (t)
		Inversión (US\$)
		VANE (US \$)
		TIRE (%)
		VANF (US \$)
		TIRF (%)
		Análisis de riesgo y sensibilidad (%)
		Rentabilidad (%)

Fuente: Elaboración propia, 2017.

1.6. Metodología de la Investigación

1.6.1. Tipo y Nivel de Investigación

a) Tipo de Investigación

La investigación desarrollada es cuantitativa, porque pretende señalar, entre ciertas alternativas, usando magnitudes numéricas (para esta tesis son los costos) que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística, en este caso los costos de factibilidad. Por eso la investigación

cuantitativa se produce por la causa y efecto de las cosas.
(Hernández, 2003)

b) Nivel de Investigación

Se realizará para el presente estudio una Investigación Descriptiva. Mediante esta investigación se buscará especificar propiedades, características y rasgos importantes del objeto de estudio. (Hernández, 2003)

1.6.2. Método y Diseño de la Investigación

a) Método de Investigación

- Método general: Análisis y comparación.
- Método específico: Observación y medición.

b) Diseño de Investigación

Muestra → Observación (Hernández, Fernández y Baptista, 2003).

1.6.3. Población y Muestra de la Investigación

a) Población

Proyectos Mineros de propiedad del Consorcio Minero Horizonte en el Perú.

b) Muestra

Proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte.

1.6.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

a) Técnicas

La empresa dispone de los datos técnicos sobre el proyecto, éstas se recopilaron. Se tiene además volúmenes de informes sobre la parte geológica, minera y metalúrgica, elaborados por la empresa Consorcio Minero Horizonte. Para la elaboración de este trabajo se tomó como referencia la estructura del proyecto de Millo, para tener respaldo en el capítulo del análisis de inversión y rentabilidad.

b) Instrumentos

Tabla 2:
Instrumentos de la tesis.

Medio de Recolección de información	Registros e informes del Proyecto Millo realizados por el Consorcio Minero Horizonte		Confiable	SI
	Evaluación del Instrumento	Objetivo	Válida	SI
			Objetivo	SI
Forma de Preparación y Organización de Datos	Matriz de Datos			
VARIABLES	Geología			
	Inversión			
	Base Técnica			
	Volumen de Reservas			
	Socio economía			
Aplicación de Instrumentos	Encuesta			
	Entrevistas			
	Contraste con cuadros de inversión			
	Precio de los Minerales			

Fuente: Elaboración propia, 2017.

1.6.5. Justificación, Importancia y Limitaciones de la Investigación

a) Justificación

Considerando que el consorcio minero Horizonte necesita conocer la viabilidad del proyecto Millo, es necesario realizar el estudio de factibilidad donde se evalúe la rentabilidad del proyecto, mediante el VANE, TIRE, VANF y TIRF.

El estudio de factibilidad técnica para la explotación minera del proyecto Millo se realiza para optimizar los recursos monetarios y así definir la viabilidad técnica (rentabilidad), económica (inversión) y social.

Asimismo, esta investigación debe realizarse porque es necesario proponer la reducción de las pérdidas de producción, además se enfoca a aumentar el rendimiento en todas las áreas del proyecto minero.

Esta investigación beneficiará al consorcio minero Horizonte, para enfocar su rentabilidad, también a la zona de influencia por considerar la contratación de personal local; lo cual implica generar empleo. Finalmente beneficiará a todo aquel que busque enriquecer sus conocimientos en el tema de estudios de factibilidad técnica de un proyecto minero.

b) Importancia

El desarrollo del proyecto minero Millo es importante para esta tesis ya que es necesario conocer la vulnerabilidad económica de este sector tan importante económicamente para el país.

c) Limitaciones

- El ingreso a mina Millo fue limitado ya que requiere una serie de trámites y solo a lugares establecidos.
- Las entrevistas a los directivos del Consorcio Minero Horizonte fueron difíciles de conseguir en algunos casos las preguntas se elaboraron por correo electrónico.
- Se aplicó la encuesta a los pobladores del área de influencia directa, los cuales no desearon brindar mucha información.
- Se realizó entrevistas a las autoridades locales los cuales son difíciles de contactarse por tener su agenda ocupada.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Naranjo, (2014), realizó su tesis doctoral: *Modelo de Riesgo para la Evaluación Económico Financiera de Proyectos Mineros*, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid. La tesis concluye que, para aplicar técnicas de modelización financiera a las valoraciones mineras, hay que tener en cuenta, entre otros, los siguientes factores clave: precios de los minerales, costes de operación, tipos de cambio, volúmenes de producción, inversiones de capital. Además, se pudo concluir que de los cuatro apoyos básicos que sustentan cualquier proyecto minero: geología, tecnología, recursos humanos y recursos económicos. estos últimos constituyen hoy posiblemente la mayor dificultad para el desarrollo de nuevas operaciones extractivas.

Pino, (2013), en su tesis de Magister en Ciencias de la Ingeniería: *Minera Gabriela Mistral: ¿Una Buena Opción de Inversión para Chile?*, en la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile. La metodología de las opciones reales de esta tesis permitió detectar 2 grandes resultados asociados a la evaluación de este proyecto. El primero de ellos está asociado al valor no detectado del proyecto al ser evaluado de forma determinística, obviando de esta manera la volatilidad del

mercado y la flexibilidad que se puede presentar en el desarrollo de los proyectos. El segundo está asociado al precio de venta implícito del contrato establecido con MINMETALS, el cual no ha estado exento de controversia. Se concluye que una extensión del estudio es modificar la cuantificación de las incertidumbres reflejando como esta impacta en el resultado final del valor esperado del VPN dinámico. El segundo resultado está asociado al valor del precio de venta implícito calculado por Codelco, frente a esto se considera que el valor esperado de éste estaba dentro del contexto de una industria que no se pensaba iba a crecer de la forma en que creció desde el año 2013. Sumado a lo anterior, al considerar precios de 1,0 US\$2012/lb el proyecto no era económicamente factible sin el establecimiento de un joint venture.

Rojas, (2013), en su tesis para optar el título de Magister en Ciencias Económicas: *Propuesta Metodológica para la Valoración Económica de Recursos Minerales en el Marco del Desarrollo Sostenible*, en la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. El autor concluye que no es la monetarización de los problemas lo que contribuye a encontrar las soluciones, es la ejecución de los planes propuestos desde las diferentes áreas del conocimiento lo que aumentará el bienestar común y hará que los proyectos contribuyan a la sostenibilidad del sistema. Además, la monetarización es sólo un mecanismo de comunicación efectivo entre las disciplinas y los agentes involucrados. De otro lado el concepto de sustentabilidad conlleva a hablar de equidad, modernización, empleo, mejoría de niveles de calidad de vida, estabilidad, relaciones intercomunitarias, uso racional de los recursos, protección a la biodiversidad y ordenamiento entre otros, es decir es el mejoramiento de las relaciones y condiciones naturales en donde se desarrolla y sostiene la vida en el planeta.

León, (2015), realizó su tesis para obtener el grado de magister en ciencias: *Análisis de Inversión y Rentabilidad de un Proyecto Aurífero a*

Nivel de Estudio de Factibilidad, en la Sección de Post Grado de la Universidad Nacional de Ingeniería - Perú. La tesis concluye que, la explotación será mediante tajo abierto convencional, para entrar al tratamiento a través de pilas de lixiviación, y la planta Merrill Crowe, obteniéndose al final de las operaciones barras de doré. Se estima producción de 13.500 toneladas diarias, con una relación de desbroce de 2,36:1, equivalente a 219 onzas diarias de contenido fino de oro, además del subproducto. Para ello se adecuará infraestructuras de producción y de servicios auxiliares, respectivamente. Habiéndose evaluado las tres alternativas (optimista, medio y pesimista), con precios estimados de US\$ 531,7/oz Au, US\$ 475,0/oz Au y US\$ 418,3/oz, respectivamente; se tiene que un valor recuperable igual a US\$ 8,75/t, US\$ 8,08/t y US\$ 7,42/t; frente a un costo unitario total de US\$ 6.03/t.

Azálgara, (2013), realizó su tesis para obtener el grado de Master en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos: *Estudio de Factibilidad para la Implementación de un Programa de Mantenimiento de Fajas Transportadoras en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.*, en la Universidad de Piura - Perú. La tesis concluye que mediante la implementación del proyecto se pueden obtener las siguientes mejoras en comparación con la situación actual de la compañía respecto a la gestión de mantenimiento de fajas transportadoras:

- Se puede incrementar la efectividad de los servicios de mantenimiento mediante el cumplimiento del programa propuesto.
- El desempeño del contratista puede mejorar buscándose obtener 0% de servicios por garantía.
- Se pueden obtener precios más competitivos, por los servicios de mantenimiento por medio de la estrategia para la gestión del gasto⁶⁴ en el proceso de contratación.
- Se pueden disminuir los servicios de emergencia.
- Mediante la tercerización se puede obviar la adquisición de equipos especializados (recursos técnicos críticos), tales como equipos de

vulcanizar; además se obviaría también la tenencia de personal especialista y entrenado.

Luna, (2015), realizó su tesis: *Análisis Económico Financiero de Proyectos Mineros de Inversión - Evaluación del Proyecto Corani*, en la Universidad Nacional de Ingeniería - Perú. La tesis concluye que el status positivo de un Proyecto minero y su viabilidad debe estar enmarcada dentro de un Análisis Top Down, por lo que también debe estudiarse el Contexto Macroeconómico Internacional (Crecimiento PBI, PMI, Deuda, Tasas de Interés, Exportaciones-Importaciones, Empleo) y el Contexto Económico, político y social Nacional. Todos los Riesgos del Proyecto deben ser identificados. La Principal forma de incluir el Riesgo en la Evaluación es realizando Análisis de Sensibilidad. Las Variables más significativas para los Análisis de sensibilidad son Precio del Metal, Costos de Producción, Tasa de descuento y Recuperación. El Proyecto debe ser impulsado por una Gerencia y Directorio Competentes, experimentados y comprometidos, pero el estudio de Factibilidad del Proyecto y el cálculo de Reservas debe ser efectuado por una empresa independiente. De la Evaluación del Proyecto Corani y de la Empresa Bear Creek que lo promueve se concluye un Status Positivo. El Proyecto debería financiarse y ejecutarse a precios de la plata un tanto superiores a los actuales o si el Proyecto Santa Ana logra encaminarse nuevamente.

Mendoza, (2012), realizó su tesis para obtener el grado de magister en administración: *Cajamarca: ¿un cluster minero?*, en la Escuela Internacional de Post Grado de la Universidad Cesar Vallejo - Perú. La tesis concluye la existencia de un cluster minero, en un estadio incipiente, a pesar de que la calificación dada por los actores del diamante competitivo es Medio-Alto. Se sustenta que existe una demanda internacional y globalizada bastante refinada y exigente. Esta exigencia hace que las firmas de la industria minera, basándose en la tecnología y el liderazgo en costos puedan aprovechar la existencia de recursos

mineros abundantes. Además, por su dinámica, han permitido el desarrollo de algunos factores de producción avanzados y especializados que aportan competitividad; al mismo tiempo, el desarrollo de industrias auxiliares en metal mecánica, construcción, transportes, turismo y agroindustria, que se han especializado en el tiempo, tienden a consolidarse en un escenario futuro cercano. Por lo expuesto, se concluye en la prueba la hipótesis central, en la medida que se demuestra la existencia del cluster minero en un nivel incipiente, con un potencial importante para encaminarse en un proceso de consolidación, lo cual se alcanzaría con el ingreso de nuevos actores en el mercado más especializados y exigentes.

Zamalloa, (2014), realizó su tesis para obtener el grado de licenciada en economía: *Análisis del impacto de la presencia de actividad minera sobre la pobreza a nivel distrital de la región Cajamarca, entre los años 2012 y 2014*, en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. La tesis concluye que existe una correlación positiva entre el PBI real y PBI minero entre los años de 2012 y 2014, lo que revela la gran importancia que el sector minero tiene a nivel de agregados económicos. Asimismo, este sector llegó a recaudar en el año 2013 5,157 millones, experimentando un crecimiento de 195% en comparación a lo distribuido en el año precedente. A nivel macroeconómico, el aporte del sector minero se evidencia en la generación de aproximadamente el 60% de las exportaciones, el 16% de los ingresos fiscales y el 10% del Producto Bruto Interno (PBI). En este último, la minería ha venido creciendo a altas tasas a partir del año 2012, lo cual intensifica su rol de generador de riqueza al crecimiento del país. La inversión estimada en minería en el año 2012 fue de US\$1,609 millones. En el año 2014, el importe en inversiones tuvo una ligera caída, pero de ahí en adelante las inversiones mineras han crecido en un promedio anual que asciende a 35%. La incidencia de pobreza ha venido disminuyendo en el periodo del 2012 al 2014 para los cuatro departamentos señalados. Sin embargo, la tasa de pobreza es superior al promedio nacional en Cajamarca.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Ubicación

La coordenada geográfica del punto central de referencia es:

Longitud Oeste: 72° 29' 36" W

Latitud Sur: 14° 34' 33" S

La coordenada UTM correspondiente es:

Este: 770 100, Norte: 8 387 000

Zona: 18, Datum: P'SAD 56

Altitud: De 4 600 a 5 100 m.s.n.m.



Figura 1. Mapa de ubicación del proyecto Millo.

Fuente: Informe de Exploración del Proyecto Minero Millo (2016).

2.2.2. Panorama de la Inversión en Proyectos Mineros en el Perú

Antes de Evaluar Proyectos Mineros, es conveniente tener un Panorama del Potencial minero del país, la magnitud de las Inversión minera actual y lo que se espera en el futuro cercano en

materia de Inversiones en Proyectos mineros. (Cámara Minera del Perú, 2017)

a. Potencial Minero del Perú

El Perú ha sido, es y será un país minero por excelencia. Es la actividad locomotora del desarrollo del Perú y el principal contribuyente en el tiempo al Estado Peruano. (Zamalloa, 2014)

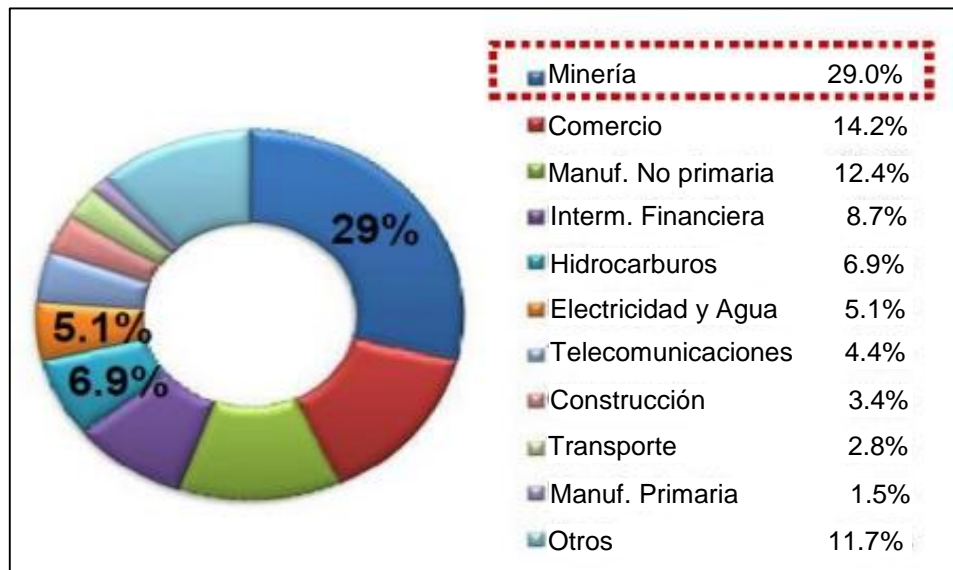


Figura 2. Porcentaje del Impuesto a la Renta del Sector Minero (2000-2016).
Fuente: Cámara Minera del Perú, 2017.

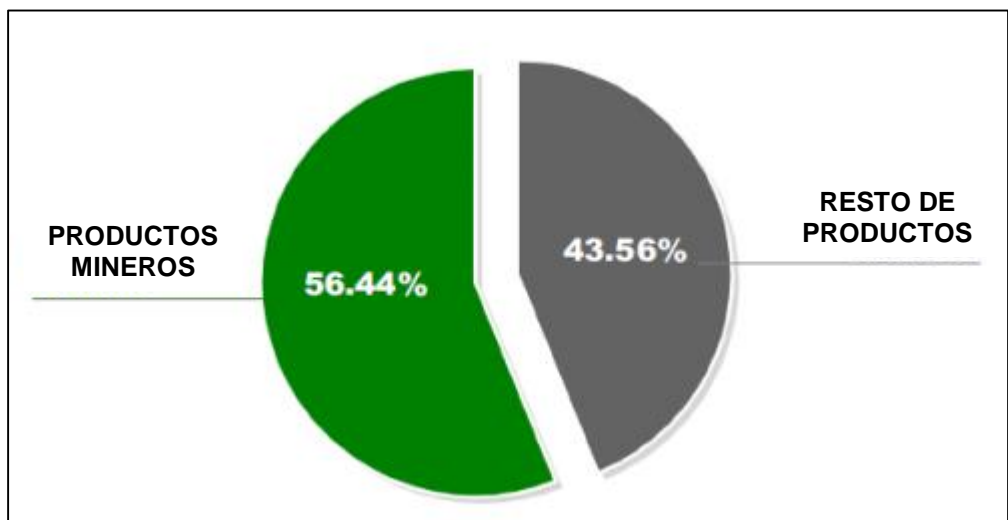


Figura 3. Estructura de las Exportaciones Peruanas / Acumulado Enero-Diciembre 2016.

Fuente: Cámara Minera del Perú, 2017.

b. Cartera Estimada de Proyectos por Mineral Predominante

Casi dos terceras partes de los proyectos mineros son de cobre. El oro también tiene una presencia notable con 16.46% del valor total de los Proyectos mineros. (Cámara Minera del Perú, 2017)

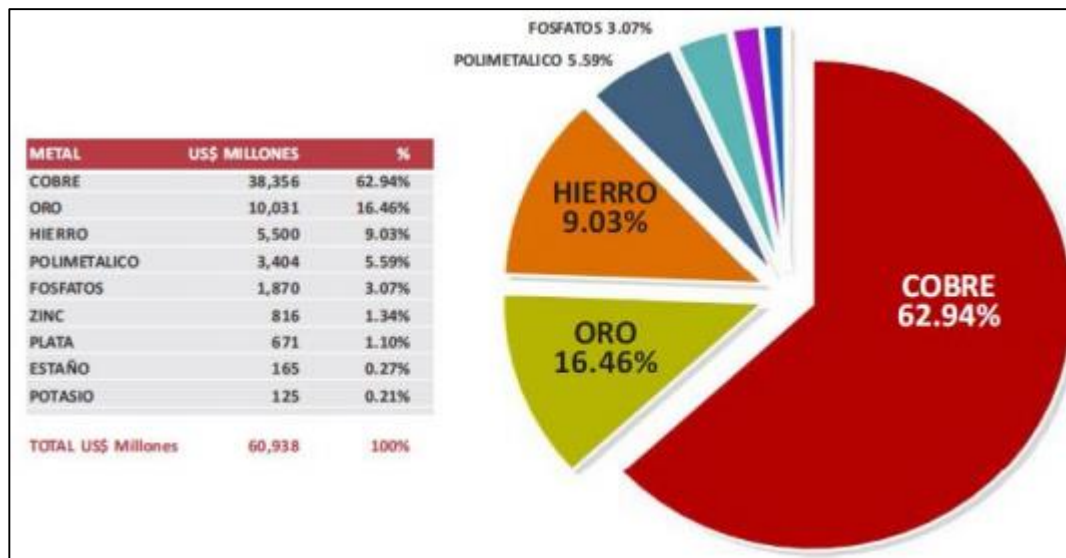


Figura 4. Cartera Estimada de Proyectos por Mineral Predominante a 2016.
Fuente: Cámara Minera del Perú, 2017.

2.2.3. Caracterización de Proyectos Mineros y Modelo de Evaluación

Para poder desarrollar un Modelo de Evaluación de Proyectos se tiene primero que conocer y entender Conceptos importantes sobre Origen y Justificación de los Proyectos Mineros, Características de los Proyectos Mineros de Inversión, Criterios de Evaluación de Proyectos Mineros; Interrelación de Recursos, Reservas y Ley de Corte; y Estudios de Pre-Inversión. (Luna, 2015)

a. Origen y Justificación de los Proyectos Mineros

Los Proyectos mineros se generan debido a la demanda de metales y materias primas minerales y a la existencia Geológica de minerales de donde extraer estos recursos. (GeoMinero, 2012)

b. Demanda del Mercado

Existencia de un mercado que demanda metales para satisfacer distintas necesidades. Por ejemplo, la explotación de la plata se justifica porque existe un mercado que demanda este metal para joyería, platería, electrónica, aleaciones, medicina, como Instrumento de Inversión o en aplicaciones tecnológicas nuevas. (Luna, 2015)

A su vez el nivel de Demanda de los metales está en función de factores macroeconómicos y microeconómicos y tiene relación directa con el crecimiento económico real global. Por eso se debe revisar indicadores como PBI, PMI (Purchasing Manager Index), Exportaciones-Importaciones, Venta de viviendas, permisos de construcción, Indicadores de Consumo, Empleo, etc. de los principales mercados de consumo como EEUU, Europa, China. (Luna, 2015)

c. Existencia Geológica de Recursos Minerales

Existe una oferta de productos mineros capaz de satisfacer las necesidades de la sociedad, procedente de Minas que venden estos productos gracias a la existencia geológica de minerales, el cual condiciona y caracteriza al negocio minero.

El Ambiente geológico de los depósitos minerales influye en el negocio minero por los siguientes motivos:

- Son inicialmente desconocidos: Hay que encontrarlos.
- Son fijos en tamaño: Son agotables en el tiempo.
- Son variables en la ley: Rentabilidad riesgosa.
- Son fijos en ubicación: Normalmente lejos de los centros urbanos.

2.2.4. Dualidad Beneficio/Riesgo de la Inversión Minera

La Inversión tiene 2 componentes Beneficio y Riesgo (Martinez, 2012):

- **Beneficio:**

El retorno que los Inversionistas esperan ganar en una Inversión de capital. Los retornos no se conocen con exactitud. Va a depender de factores macroeconómicos, energéticos, sociales, etc.

- **Riesgo:**

El riesgo de inversión está referido a la probabilidad que los retornos obtenidos sean menores que los esperados. A mayor probabilidad de retornos bajos o negativos se considera que la inversión es más riesgosa.

2.2.5. Creación de Valor en la Empresa Minera

Una empresa minera crea valor económico cuando las utilidades que se generan, retribuyen al accionista un retorno mayor que el Costo de Oportunidad. Costo de Oportunidad: Es el retorno que podría recibir el inversionista de optar por invertir su capital en su mejor alternativa disponible. El Costo de Oportunidad es igual al retorno que se obtendría de invertir en un instrumento supuestamente libre de riesgo (Depósitos a plazo, bonos del Gobierno de EEUU) más una prima por riesgo país más una prima de riesgo del proyecto. Para cada industria existe un costo de Oportunidad Promedio. Para el caso de las empresas mineras que trabajan en el Perú se estima un Costo de Oportunidad Promedio de 9%. El Valor Económico Agregado o EVA (Economic Value Added) es igual a la Tasa de Retorno que obtiene el inversionista (Utilidad/Patrimonio) menos el costo de oportunidad, multiplicado

por el Capital invertido por los Accionistas (Patrimonio). (Meres, 2014)

$$\text{EVA} = E (\text{ROE} - K_e)$$

Donde,

E: Patrimonio,

ROE: Utilidad/Patrimonio,

Ke: Costo de Oportunidad de los Accionistas.

2.2.6. Tipos de Inversiones

- Inversiones en proyectos mineros: Se dividen a su vez en Inversiones orientadas a ampliar una explotación ya existente e inversiones que significan un proyecto minero nuevo. Por lo general, las inversiones en proyectos mineros, son los que generan mayor valor a la empresa.
- Inversiones de reposición: se dividen en inversiones de reemplazo e inversiones para no quedar en obsolescencia.
- Inversiones para la modernización y actualización.
- Proyectos de infraestructura minera.
- Otras inversiones que no implican productividad: Proyectos de gestión, proyectos de adquisición de instrumentos financieros, proyectos de ingeniería y desarrollo, proyectos de naturaleza social, ambiental o de seguridad.

2.2.7. Ciclo de Proyectos

IDEA > PREINVERSION > INVERSION > OPERACIÓN > CIERRE
DE MINA

- Idea: Aquí se define de que va a tratar el Proyecto. A veces es necesario realizar una Investigación Preliminar.
- Pre Inversión: Aquí se define la viabilidad económica de la Idea. Se subdivide en Estudios de Perfil, Pre-factibilidad y Factibilidad.

Perfil: Sirve para definir si se destinan más recursos en profundizar la investigación. Se basa en Información existente, Sentido Común, Opinión de expertos, Estimaciones generales.

Pre-factibilidad: El Objetivo es aprobar, rechazar, postergar o profundizar el Estudio. Se acopia Información primaria y secundaria. Se desechan alternativas técnicas y organizacionales. Se estudia el mercado. Se proyectan cifras.

Factibilidad: El Objetivo es Precisar con detalle las inversiones, costos e ingresos para Aprobar o Rechazar el Proyecto.

En la fase de Pre-Inversión se asegura lo siguiente:

El Proyecto es una buena solución para Agregar Valor a la Empresa.

La alternativa seleccionada es más conveniente que las desechadas y no hay a disposición otra alternativa mejor.

El proyecto demuestra estándares técnicos e indicadores de rentabilidad eficientes respecto a proyectos similares.

- Inversión: Aquí se realiza la inversión en el Tiempo, Costos y Calidad previstos. Se determina las Etapas, su duración y su secuencia (Gráficos de Gantt). Consta de dos etapas:

Diseño de Ingeniería y especialidades y presupuesto detallado de las obras.

Ejecución de Obras.

- Operación: Administración y Gestión de la Empresa Minera.
- Cierre de Mina: Culminación de los trabajos de Reclamación y Monitoreo y control de efluentes residuales.

2.2.8. Riesgo y Financiamiento en las Etapas de un Proyecto Minero

- En la etapa de pre-inversión, el riesgo es Muy Alto en el estudio de perfil, financiándose esta etapa con la reinversión de utilidades y fondos a Riesgo Perdido. El Riesgo es Alto cuando se realizan los estudios de Pre-factibilidad y Factibilidad, por lo que esta etapa se efectúa con Capital de Riesgo de los promotores.
- En la etapa de inversión, el riesgo es limitado y se financia con aportes de capital y préstamos de largo plazo.
- En la etapa de operación, el riesgo es normal. Los financiamientos, si los hay se hacen con préstamos bancarios a corto plazo.
- En la etapa de cierre, el riesgo es alto. Se financia con recursos propios de la empresa.

2.2.9. Calidad de Estimación en el Proyecto

Según Husillos (2013, p.87), durante la realización de un Proyecto minero hay 4 tipos de estimación de Costos y su relación con la precisión y desembolsos es la siguiente:

Tabla 3:
Estimación de Costos VS Precisión y Desembolsos.

TIPO SE ESTIMACIÓN	PRECISIÓN (%)	TIEMPO NECESARIO DE ESTIMACIÓN	IMPREVISTOS NECESARIOS (%)	PORCENTAJE DE REALIZACIÓN DE INGENIERÍA	PORCENTAJE DE DESEMBOLO DE CAPITAL INICIAL
Orden de magnitud	30 – 50	1 a 2 días	20 - 30	5	0 – 5
Preliminar	10 – 30	1 – 6 semanas	10 - 20	15 – 20	2 – 5
Definitiva	10	3 – 6 meses	6 – 10	50 – 60	10 – 15
Detallada	5	2 – 9 meses	4 – 7	90 – 100	50 – 60

Nota: % (porcentaje)

Fuente: Husillos, 2013.

2.2.10. Evaluación de Proyectos Mineros

a. Viabilidad del Proyecto

Antes de realizar una Evaluación detallada del Proyecto, se tiene que establecer primero si el Proyecto es viable en los siguientes aspectos:

- Comercial: El mercado debe valorar valora el metal a producir y estar dispuesto a pagar un precio adecuado por ello.
- Técnica: Se debe contar con la Tecnología, Recursos y condiciones.

- Organizacional: Se requiere de Know How y capacidad administrativa.
- Legal: No debe haber restricciones legales que lo impidan.
- Ambiental: Los posibles impactos ambientales negativos deben ser controlables
- Económica-Financiera: Los ingresos deben ser mayores que los costos. Es necesaria la capacidad para acceder a los recursos financieros. Se debe realizar una evaluación económico financiero del proyecto previa revisión de los flujos de caja y realización de análisis de sensibilidad que justifique su ejecución.
- Ética: El proyecto debe ser acorde con la declaración de ética de la empresa.
- Emocional: El Proyecto debe ser motivador para la empresa. Una forma de saberlo es si los directores o funcionarios de alta dirección compran para sí acciones de la compañía en volúmenes importantes.
- Social: Debe cumplirse con los intereses de las comunidades y grupos de Interés y asegurar un desarrollo sostenible que conjugue los aspectos sociales, ambientales y económicos.

b. Enfoques de Evaluación de Proyectos Mineros

En los Proyectos mineros debe hacerse 2 tipos de evaluación:

- Evaluación Privada: Realizada desde la perspectiva del dueño del Proyecto. Incluye la evaluación de los aspectos económicos y financieros.
- Evaluación Social: Realizada desde la perspectiva de la Sociedad en su conjunto. Se analiza el costo/beneficio social y el Costo Efectividad.

2.2.11. Criterios de Evaluación Económico Financieros

a. Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto representa el cambio en el nivel de riqueza que un inversionista o empresa obtiene al realizar una determinada inversión. Es el valor actualizado el Presente de los beneficios menos el valor actualizado de los costos y menos el monto de la Inversión. (León, 2015)

Gracias a este concepto se pueden tomar decisiones en el presente basados en lo que esperamos en el futuro. Estos flujos son estimados y tienen un factor de incertidumbre por lo que es probable que los flujos que realmente se reciben sean otros. De ahí la importancia de los análisis de sensibilidad.

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{B_i - C_i}{(1+k)^i}$$

Donde,

I_0 : Inversiones del Proyecto,

B_i : Ingresos por Venta de Mineral Proyectados,

C_i : Costos y Gastos Proyectados,

n : Vida de la Mina,

K : Tasa de descuento

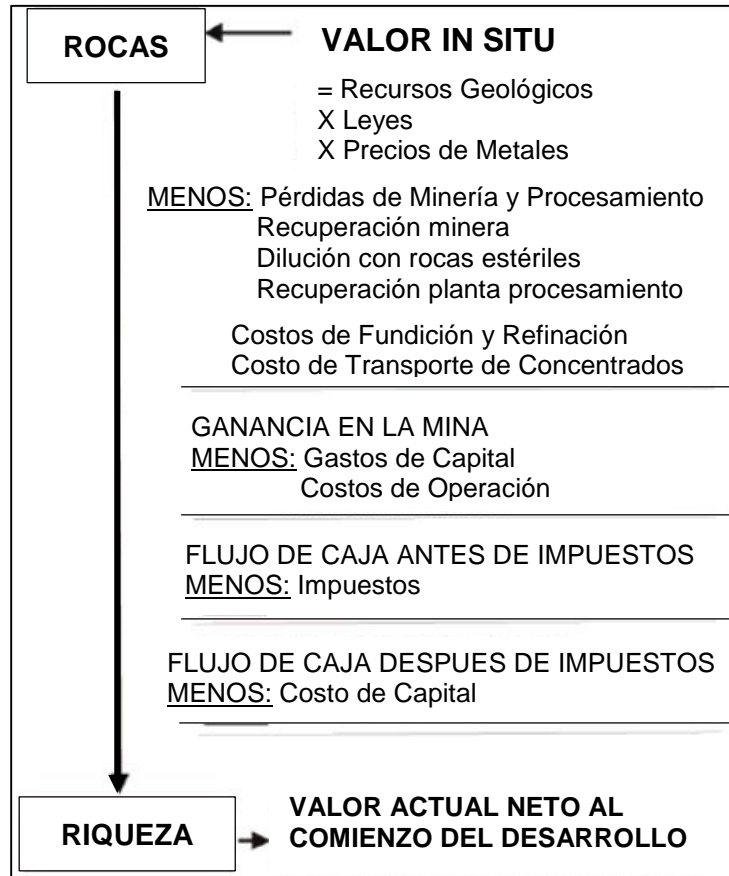


Figura 5. Cálculo del Valor Actual Neto.
Fuente: Husillos (2013).

b. Tasa interna de retorno (TIR)

La Tasa interna de retorno representa la rentabilidad anual que genera el Proyecto sobre la inversión efectuada durante el horizonte de evaluación establecido. Se determina cuando existe una igualdad entre el valor actualizado de los beneficios. La TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN = 0, El proyecto será rentable si la $TIR > k$, DONDE k es la tasa de descuento mínima. (León, 2015)

c. Periodo de recuperación o payback

Representa el tiempo en años que demora el Proyecto en recuperar la inversión realizada a la tasa requerida.

Bajo este criterio, el mejor proyecto, es aquel en que se recupera la inversión más rápido. Sin embargo no es un buen criterio, debido a que no toma en cuenta los resultados posteriores al periodo de recuperación de la inversión del proyecto seleccionado. (León, 2015)

d. Coeficiente Beneficio/Costo

Coeficiente Beneficio/Costo (Valor actualizado de los beneficios/Valor actualizado de los costos). El Proyecto es rentable si la relación Beneficio/Costo > 1 El índice beneficio costo sólo debe utilizarse cuando se requiere determinar si un proyecto se debe realizar o no. Este indicador no es recomendable para comparar proyectos porque su magnitud absoluta puede ser engañosa. A este coeficiente también se le llama Índice de Rentabilidad o Ratio de Valor Actual (RVA) cuando mide la relación: Valor Actual Neto/Inversión. (León, 2015)

2.2.12. Riesgos en los proyectos mineros

Un análisis de riesgos adecuado permite definir medidas de control que lo hacen más predecible y aseguran una gestión más exitosa de la empresa. El riesgo puede ser cuantificado considerando la probabilidad que ocurra y la consecuencia que provoca. (Luna, 2015)

El riesgo puede ser clasificado como Riesgo Actual después de detectado y Riesgo Residual cuando se adoptan medidas de mitigación para disminuir la probabilidad y/o consecuencia. El Riesgo puede controlarse parcialmente con la Contratación de Seguros. Existen Riesgos asegurables como Situaciones de incendio, robos, accidentes. Debe considerarse si los propietarios

del proyecto están dispuestos a pagarlo por evitarlo: Si está dispuesto a pagarlo, se incluye la prima del seguro entre los costos del proyecto, con lo cual el riesgo lo asume la empresa aseguradora. Si no está dispuesto a pagar, el riesgo lo asume el mismo propietario. (Luna, 2015)

a. Tipos de riesgos

- **Riesgo asociado con la finalización de la obra:** Existe el riesgo de no culminar la obra en los tiempos establecidos, fuera del presupuesto definido o con alteraciones como consecuencia de dificultades laborales, sociales o técnicas. (Cruz, 2016)
- **Riesgo asociado con las reservas y/o recursos:** Las condiciones en el terreno a veces presenta desafíos insalvables, resultando las reservas menores a las originalmente estimadas. (Cruz, 2016)
- **Riesgo operativo:** Riesgos asociados al incremento de los costos o factores que afectan la cantidad o calidad del producto minero. (Cruz, 2016)
- **Riesgos metalúrgicos:** Cuando el proceso metalúrgico no funciona o no es económicamente factible. (Cruz, 2016)
- **Riesgo comercial:** Riesgo asociado a la solvencia del comprador y su capacidad de pago. (Cruz, 2016)
- **Riesgos generados en la construcción:** Estos son los riesgos de las dificultades técnicas en la Construcción del Proyecto o en la estabilidad física del terreno para ubicación de las facilidades. (Cruz, 2016)

- **Riesgos naturales:** Estos se dividen a su vez en:

Eventos primarios: Erupciones volcánicas, Terremotos, movimiento de masas, tornados, maremotos, tormentas, alteración del medio, sequías. (Cruz, 2016)

Eventos secundarios: Erosión, ceniza volcánica, inundaciones, derrumbes, deslizamientos, cambios y alteraciones en el cauce de ríos y riachuelos, incendios forestales, contaminación freática, desborde de obras hidráulicas. (Cruz, 2016)

- **Riesgo asociado con la devaluación:** Riesgo asociado al incremento del tipo de cambio. Se minimiza estableciendo que los ingresos y egresos se realicen en el mismo tipo de moneda y con contratos que protejan ante las fluctuaciones. (Cruz, 2016)
- **Riesgo asociado con las regulaciones:** Riesgo asociado a que los permisos y licencias no sean concedidas por el Gobierno o se demoren demasiado, tasas de impuestos muy altas, cambio continuo en las reglas de juego. (Cruz, 2016)
- **Riesgo asociado con la devaluación:** Riesgo asociado al incremento del tipo de cambio. Se minimiza estableciendo que los ingresos y egresos se realicen en el mismo tipo de moneda y con contratos que protejan ante las fluctuaciones. (Cruz, 2016)
- **Riesgo asociado con las regulaciones:** Riesgo asociado a que los permisos y licencias no sean concedidas por el Gobierno o se demoren demasiado, tasas de impuestos

muy altas, cambio continuo en las reglas de juego. (Cruz, 2016)

- **Riesgo político:** Riesgo asociado a la Inestabilidad política o debilidad del Gobierno. Amenaza de posibles nacionalizaciones, requerimientos para usar productos nacionales, control de divisas. (Cruz, 2016)

- **Riesgos macroeconómicos:** Inflación, Cambios en las Tasas de Interés, Grado de Inversión, Crisis económica mundial. (Cruz, 2016)

- **Riesgos legales:** Problemas legales entre socios, con comunidades y con terceros. (Cruz, 2016)

- **Riesgos sociales:** Si la comunidad donde queda el Proyecto no otorga la Licencia Social. Problemas con el acceso a tierras, relaciones no adecuadas con la comunidad o mala percepción por parte de ésta, expectativas de la población o compromisos no satisfechos. (Cruz, 2016)

- **Riesgos ambientales:** Si se producen impactos negativos al medio Ambiente que no puedan ser controlados o mitigados. Remoción y ocupación de suelos, Generación y almacenamiento de relaves y desmonte, Generación de material particulado, Generación de aguas ácidas, contaminación del agua con metales pesados, contaminación del aire por gases y polvos (fundición /refinación), disposición de escorias. (Cruz, 2016)

- **Riesgos a la salud y seguridad:** Si se producen accidentes que dañen a los trabajadores y a la propiedad. (Cruz, 2016)
- **Riesgos de fuerza mayor:** Eventos imprevistos de causas naturales o no que impidan la construcción o la operación como atentados terroristas, revoluciones, etc. (Cruz, 2016)
- **Riesgos por disponibilidad:** De agua, energía e insumos. (Cruz, 2016)
- **Riesgos financieros:** Riesgos de liquidez, solvencia, rentabilidad o excesivo apalancamiento de la empresa promotora del proyecto. (Cruz, 2016)
- **Riesgo de baja en la cotización de los metales:** Riesgo asociado a una disminución significativa de la cotización de un metal por baja demanda, productos sustitutos o disminución del promedio de costos de los productores mineros. (Cruz, 2016)

b. Métodos para tratar el riesgo en los proyectos mineros

- **Riesgo del proyecto y flujos de caja:** El riesgo de un proyecto se define como la variabilidad de los flujos de caja reales respecto a los estimados, producto de la ocurrencia de alguno de los eventos de riesgo que varíen el valor de las variables técnicas con las que se ha realizado el cálculo. Mientras más grande sea esta variabilidad, mayor es el riesgo del proyecto. (GeoMinero, 2012)
- **Evaluación determinística de proyectos:** En este tipo de evaluación se utilizan los valores “esperados” de cada

variable sin considerar por tanto los riesgos que hacen que estas varíen, por tanto, los indicadores de rentabilidad son los valores esperados. Este tipo de evaluación no es recomendable debido a que no considera la existencia de riesgos. (GeoMinero, 2012)

c. Análisis de sensibilidad

Consiste en determinar el efecto que tendrían sobre el valor del proyecto (VAN, TIR, Payback), los cambios (respecto al valor más probable) en uno o más de los valores estimados de las variables del proyecto. Busca cuantificar y visualizar la sensibilidad de un proyecto frente a variaciones de las variables relevantes e inciertas, partiendo de una situación base o esperada. Se determina las variables más significativas e inciertas, entre ellos (GeoMinero, 2012):

- Precio del metal
- Costos de producción
- Tasa de descuento
- Recuperación

Se generan valores optimistas y pesimistas de las variables inciertas. Los análisis de sensibilidad permiten identificar aquellas variables que tienen mayor impacto en el resultado. Existen análisis unidimensionales y multidimensionales:

- **Análisis de sensibilidad unidimensionales:** Se obtienen modificando una variable, manteniendo las demás constantes. (GeoMinero, 2012)

- **Análisis de sensibilidad multidimensionales:** Examina los efectos que sobre un criterio económico tiene el cambio simultáneo de dos o más variables significativas. (GeoMinero, 2012)

Para elegir las variables con las cuales se realizará el análisis de sensibilidad, es útil determinar previamente cuales son las más críticas para el proyecto.

d. Determinación de las Variables Críticas

Para cada una de las variables que incidan en el VAN se estima lo siguiente:

- **Elasticidad del VAN respecto a cada variable Y**

$$E = \frac{\Delta VAN / VAN}{\Delta Y / Y}$$

Ejemplo:

$$Si E = \frac{\Delta VAN / VAN}{\Delta I / I} = -3$$

Donde:

E: Elasticidad,

I: Inversión

El Valor -3 indica que, si la Inversión aumenta 1%, el VAN disminuye en -3%.

- **Rango de variación o variabilidad de esa variable Y**

Se puede medir la variabilidad de una variable en términos porcentuales y por coeficiente de variación (desviación estándar/media). Es necesario elegir rangos de variación

razonable para cada variable, acordes con la información disponible. (Husillos, 2013)

- Indicador de variable crítica:

Es el porcentaje total de variación de una variable una vez definida la elasticidad y la variabilidad de una determinada variable.

Tabla 4:
Ejemplo de estimación de indicadores de variable crítica.

VARIABLE	ELASTICIDAD	RANGO DE VARIACIÓN	INDICADOR DE VARIABLE CRITICA	ORDEN
Inversión Total	3	0.02%	-0.06%	5
Costos Fijos	-2.5	5%	-12.5%	4
Costos Variables	-4.2	6%	-25.2%	3
Precio Metal	4	8%	32%	2
Producción	5	10%	50%	1

Nota: % (porcentaje)

Fuente: Husillos, 2013.

e. Análisis de escenarios conjunto de situaciones posibles

Combinan en forma coherente las variables más críticas. Por lo menos deben establecerse 3 escenarios: optimista, pesimista y promedio y su probabilidad de ocurrencia. Si al menos una de las variables que influyen en el VAN es aleatoria, no se tiene un sólo valor del VAN sino que existe una distribución de probabilidades del VAN. Muchos de los datos que se manejan en la evaluación de proyectos mineros, son predicciones o estimaciones afectadas de incertidumbre. Para tallar con este hecho se utilizan distribuciones de probabilidades de los datos para obtener distribuciones de probabilidad de los indicadores económicos y financieros utilizados en la evaluación. (GeoMinero, 2012)

Los métodos que consideran la probabilidad de ocurrencia son:

- **Distribución de probabilidades de cada beneficio neto:** Consiste en encontrar la distribución de probabilidad del VAN a partir de la distribución de probabilidades de cada uno de los beneficios netos del proyecto. (GeoMinero, 2012)

- **Modelo de simulación Monte Carlo:** Permite obtener una distribución probabilística del VAN a través de la selección aleatoria de valores de las distintas variables que en él inciden, acorde con la distribución de probabilidades de cada una. (GeoMinero, 2012)

2.2.13. Recursos y reservas y la evaluación de inversiones

a. Recursos y reservas minerales

- **Recurso mineral**

Concentración de mineral u ocurrencia de interés económico intrínseco dentro o sobre la corteza terrestre en forma y cantidad tal como para demostrar que hay perspectivas razonables para una eventual extracción económica. Los recursos minerales se subdividen, según su confianza geológica ascendente en categorías de Inferidos, Indicados y Medidos. Según su accesibilidad, puede valorarse los recursos minerales de la siguiente manera (Cámara Minera del Perú, 2017):

Tabla 5:
Clasificación de Recursos según Accesibilidad.

CERTEZA	ACCESIBILIDAD	VALOR
MEDIDO	Accesible	Comercial
INDICADO	Eventualmente Accesible	Marginal
INFERIDO	Inaccesible	Submarginal

Fuente: Cámara Minera del Perú, 2017.

- **Reserva mineral**

Una reserva de mineral es la parte económicamente explotable de un recurso medido o indicado. Incluye los factores de dilución, tolerancias por pérdidas que pueden ocurrir cuando se explote (recuperación del yacimiento). Debe tomar en cuenta factores mineros, metalúrgicos, económicos, de mercado, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Las reservas de mineral se subdividen según un orden de mayor confianza en reservas probables y reservas probadas. Para la evaluación de proyectos sólo deben considerarse las reservas, no los recursos. De acuerdo al nivel de aumento en los conocimientos geológicos y la consideración de factores de minería, metalurgia, economía, etc. se puede establecer la siguiente relación entre recursos y reservas (GeoMinero, 2012):

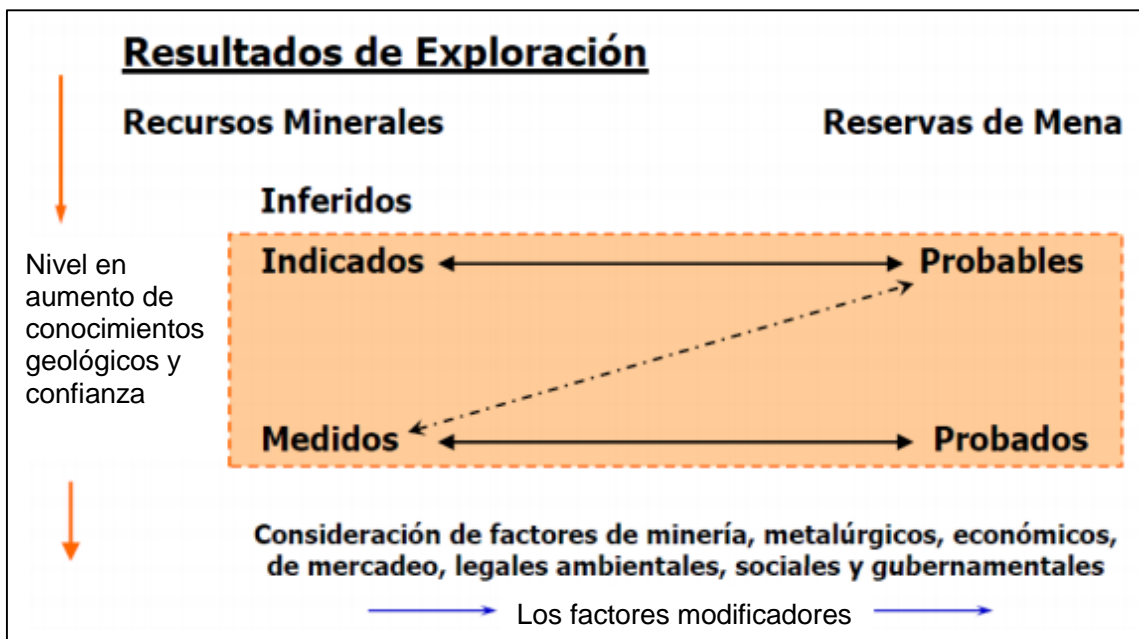


Figura 6. Relación entre recursos y reservas.
Fuente: Geominero, 2012.

b. Optimización de inversiones según ley de corte

De acuerdo a la ley de corte aplicada, se puede clasificar el mineral en comercial, marginal y submarginal según la siguiente relación (GeoMinero, 2012):

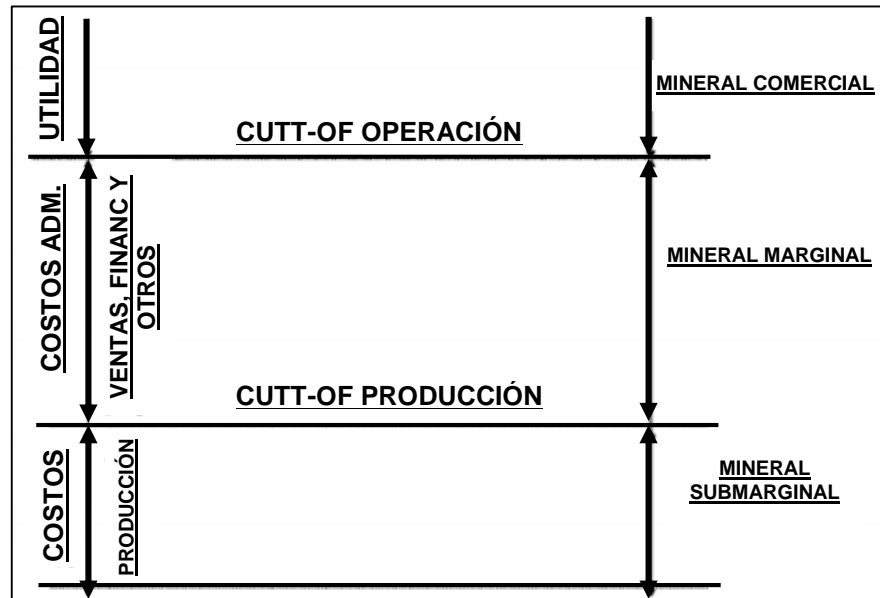


Figura 7: Clasificación de mineral según ley de corte.

Fuente: Geominero, 2012.

En función de la ley de corte, se definen la cantidad y la calidad de las reservas, luego se define el tamaño óptimo de la mina (consideradas limitantes tecnológicas y de acceso a recursos), la que a su vez define cuáles serán los costos unitarios de la operación y el monto a invertir. Finalmente se puede calcular el VAN para cada ley de corte aplicada (GeoMinero, 2012).

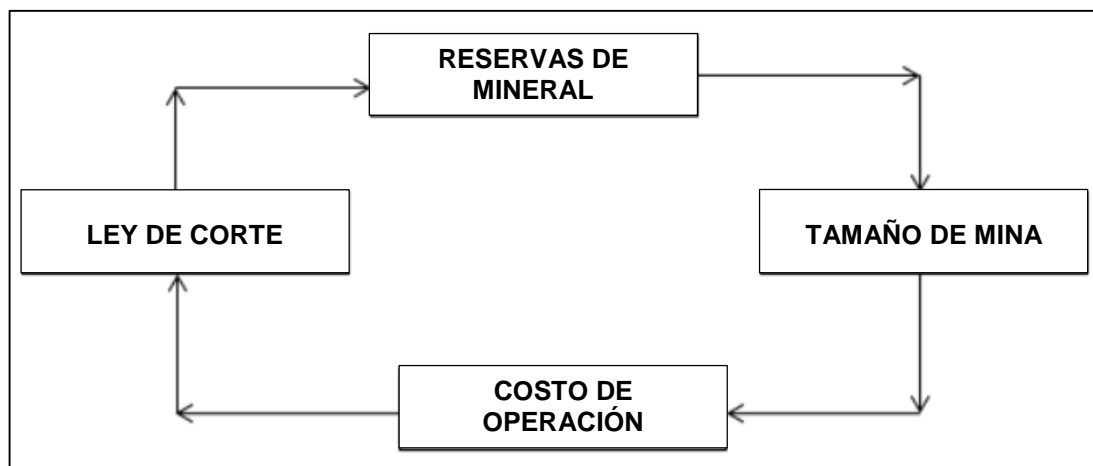


Figura 8: Relación entre ley de corte, reservas, tamaño de mina y costo de operación.
Fuente: Geominero, 2012.

2.3. Definición de Términos Básicos

Demanda:

Total cantidad y calidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos en los diferentes precios del mercado por un consumidor o por más consumidores (demanda total o de mercado). La demanda es una función matemática. $Y = f(x)$. Puede ser expresada gráficamente por medio de la curva de la demanda. La pendiente de la curva determina cómo aumenta o disminuye la demanda ante una disminución o un aumento del precio. Este concepto se denomina la elasticidad de la curva de demanda. (Cruz, 2016)

Estudio de Factibilidad:

Sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión, si procede su estudio, desarrollo o implementación. (Azálgara, 2013)

Oferta:

Cantidad de bienes o servicios que los productores están dispuestos a vender bajo determinadas condiciones de mercado. Cuando las condiciones vienen caracterizadas por el precio en conjunto de todos los

pares de precio de mercado y oferta, forman la llamada curva de oferta. Hay que diferenciar por tanto la curva de oferta, de una oferta actual o cantidad ofrecida (que en general sería un punto concreto de dicha oferta), que hace referencia a la cantidad que los productores están dispuestos a vender a un determinado precio. (Zamalloa, 2014)

Reservas Mineras:

Son la porción del recursos medido o indicado económicamente extraíble la cual incluye factores geológicos, metalúrgicos, geotécnicos, medioambientales, sociales y gubernamentales. El cálculo de reservas busca entregar el potencial económico que pueden tener los recursos mineros dando origen a diseños mineros que sustentan el plan minero a partir del cual es calculado el flujo de caja del proyecto. (Meres, 2014)

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Ingeniería del Proyecto

La presente tesis de estudio de factibilidad técnica para la explotación minera del proyecto Millo, se realizó desde el 15 de Abril hasta el 30 de Julio del 2017. El proyecto Millo está localizado en la provincia de Oropesa, distrito de Antabamba departamento de Apurímac; en altitudes que van desde los 4,600 a 5,200 msnm. Consiste principalmente de un Sistema de Vetas Epitermales del tipo Baja Sulfatación que contienen menas de Ag-Au asociadas a los rellenos de fractura con cuarzo-bandeado alojados en rocas de naturaleza volcánica-andesítica del Grupo Tacaza, siendo la Veta Española la de mayor potencial de este Sistema.

El proyecto abarca 6,697.68 has, distribuidas en nueve concesiones mineras, Cayarany 01, Carayany 02, Carayany 03, Carayany 04, Carayany 05, Carayany 06, Carayany 07, Carayany 08 y Carayany 09, de las cuales Consorcio Minero Horizonte S.A. tiene contrato de cesión con Minera Meridian Perú S.A.C, titular de éstas.

Carayany 01 y Carayany 02, ambas con 998.84 has, son las concesiones donde se desarrollan las actividades de exploración del proyecto. Este estudio tiene una precisión en sus estimados y resultados de $\pm 10\%$.

3.2. Recursos y Reservas Objetos del Proyecto

La viabilidad técnica - económica del proyecto Millo depende de la inclusión de los recursos inferidos económicos. CMH autoriza la inclusión de estos recursos inferidos económicos en su totalidad para el tonelaje objeto del proyecto.

Tabla 6:
Reporte de Recursos económicos y Reservas.

Certeza	Ton Dil	Pot Dil	Buz	AuEq Dil	Au Dil	Ag Dil	VPT
	(t)	(m)	(°)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(\$/t)
Reserva	380,534	4.59	82.93	6.91	3.24	261.19	244.46
Probado	93,957	5.19	83.14	6.55	3.08	246.53	231.48
Probable	286,576	4.4	82.87	7.04	3.29	265.99	248.72
Recurso	380,516	4.61	82.02	7.20	3.44	267.52	254.65
Inferido económico	380,516	4.61	82.02	7.20	3.44	267.52	254.65
Total general	761,049	4.6	82.48	7.06	3.34	264.35	249.56

Fuente: Proyecto Minero Millo, 2016.

Tabla 7
Declaración de Reservas por vetas, considerando recursos inferidos.

Reservas + Recursos económicos							
Vetas	Ton Dil	Pot Dil	Buz	AuEq Dil	Au Dil	Ag Dil	VPT
	(t)	(m)	(°)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(\$/t)
CHO	26,738	5.64	87	4.84	1.43	241.79	170.99
COL	89,374	8.22	76.02	7.76	3.51	301.64	274.18
ESC	1,634	3.94	84.28	4.38	1.69	191.13	154.87
ESP B	183,259	5.59	82.5	5.84	2.63	228.09	206.39
ESP BN	16,059	7.01	79	6.63	1.46	367.22	234.35
ESP C	214	2.39	88	3.77	1.15	185.91	133.11
ESP C1	23,585	2.39	81	5.63	4.1	108.33	199.01
ESP S 1	1,410	9.85	62	3.68	1.02	188.89	130.12
ESP S 3	36,301	3.86	86	16.14	8.19	564.81	570.72
ESP_A	194,484	3.85	87.14	6.65	3.83	200.33	234.98
GLA	15,534	3.75	79	5.1	1.32	268.56	180.44
MEZT	53,186	2.56	81.5	7.71	3.06	330.08	272.64
ORS	69,270	2.56	79.42	6.58	2.26	306.91	232.56
SORP	50,001	2.8	79.4	8.07	4.01	288.81	285.47
Total general	761,049	4.6	82.48	7.06	3.34	264.35	249.56

Fuente: Proyecto Minero Millo (2016).

3.3. BECOF (Break even cut off)

3.3.1. Criterio de clasificación

El criterio empleado para la discriminación entre recursos y reserva es el siguiente:

Si, $V_{pt} \text{ Bloque} > \text{Break even Cut off}$, entonces Reserva

Si, $V_{pt} \text{ Bloque} < \text{Break even Cut off}$, entonces Recurso

Donde el VPT es el valor por tonelada del bloque, el cual ha sido determinado de acuerdo a la base de datos del modelo de bloques de Millo.

3.3.2. Cálculo de BECOF

Tabla 8:
Costos de operación.

Producción: 350 tpd	
BECOF (Break even cut off)	\$/t 124.0

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4. Estimación de costo de capital (CAPEX)

El costo de capital del proyecto se dividirá en los siguientes rubros:

- CAPEX Mina
- CAPEX de Planta Metalúrgica
- CAPEX de Infraestructura
- CAPEX Medio Ambiente
- CAPEX Sostenibilidad

El resumen de costos se muestra en la tabla 9. El monto total de las inversiones requeridas por el proyecto asciende a US\$ 48,910,000.

Tabla 9:
Resumen de costos de capital.

Rubro	Inversión (US\$)
Inversión Mina	12,613,160
Desarrollo y preparación Mina	9,006,000
Equipos Principales	3,214,000
Servicios Auxiliares	393,160
Inversión Planta Metalúrgica	8,382,700
Equipos Principales	8,382,700
Inversión Infraestructura	12,784,000
Planta Metalúrgica	2,521,600
Depósito de Relaves	2,896,000
Servicios Generales	4,642,400
Energía	2,724,000
Inversión Medio Ambiente	12,480,115
Inversión Social	541,935
Total	46,801,910
Gastos generales (7%)	1,053,994
Ingeniería, supervisión y administración (5%)	752,853
Contingencias (2%)	301,141
TOTAL COSTO	48,910,000

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Los gastos generales, supervisión y contingencias han sido *calculados* sobre las inversiones que incluyen solo costo directo, que suman US\$ 15,057,064.

Este valor (US\$ 15,057,064) es el resultado de la suma de las inversiones de montaje y obras civiles de equipos de planta metalúrgica (US\$ 2,273,064) e inversión total infraestructura (US\$ 12,784,000). La inversión de mina es a todo costo, al igual que la inversión social. y ambiental. A continuación, se muestra una tabla resumen en donde se presentan las inversiones del proyecto a todo costo:

Tabla 10:
Resumen costos de capital a todo costo.

Rubro	Monto(US\$)
Inversión Mina	12,613,160
Inversión Planta Metalúrgica	8,700,893
Inversión Infraestructura	14,573,760

Inversión Medio Ambiente	12,480,115
Inversión Social	541,935
TOTAL	48,910,000

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la siguiente figura se muestra la distribución de la inversión total:

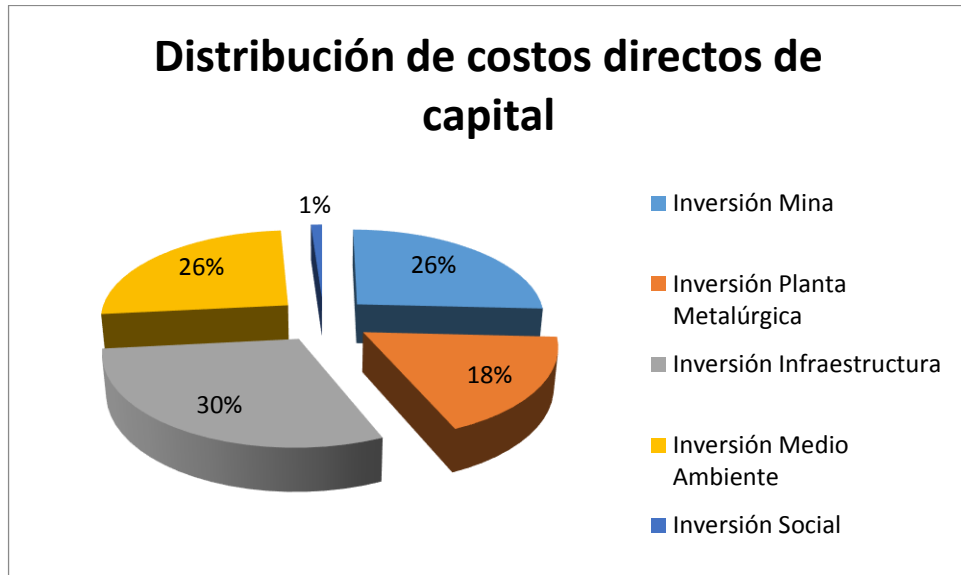


Figura 9: Distribución de CAPEX del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Es importante recalcar los siguientes puntos:

- La inversión en desarrollo y preparación mina es gradual durante los primeros cinco años de la vida del proyecto, es decir, se toma como inicial durante los 2 primeros años (etapa pre-producción) y gradual durante los 3 siguientes (etapa de producción). Esto se considera para la elaboración del flujo de caja.
- La inversión social tiene dos componentes: la inversión que ha realizado CMH hasta la fecha se cargará a la inversión del primer año y la inversión gradual anual durante toda la vida del proyecto está hecha en base a la presupuestada para el año 2017.

3.4.1. Costo de capital Mina

3.4.1.1. Inversión en desarrollo y preparación Mina

Las inversiones de desarrollo y preparación mina resultan de multiplicar el metraje de las labores por el precio unitario de cada labor. El precio unitario es a todo costo e incluye todas las actividades que involucran la ejecución de las labores, tales como perforación, voladura, limpieza, sostenimiento y transporte, además incluye el costo de energía y aire comprimido, así como gastos generales, administrativos y supervisión. El costo capital que se tiene para el desarrollo y preparación es de US\$ 9,006,000.

Tabla 11:
Inversión en desarrollo y preparación mina.

Tipo de Avance	Tipo Labor	Sección (m x m)	Metraje (m)	Precio unitario (\$/m)	Total (US\$)
Horizontal	Acceso	3.5 x 3.5	225	720.00	162,000
		4.5 x 4.5	364	819.20	298,189
	By pass	4.5 x 4.5	2,385	819.20	1,953,702
	Cruceros OP	3.5 x 3.5	460	720.00	330,912
	Galería	3.5 x 3.5	2,590	939.80	2,433,706
	Galería Conexión	3.5 x 3.5	1,183	720.00	851,472
	Rampa	3.5 x 3.5	173	724.40	125,321
Vertical	Chimeneas	4.5 x 4.5	767	828.10	635,153
		2.4 x 2.4	1,893	651.98	1,234,211
	Ore Pass	2.1 x 2.1	1,779	551.58	981,156
Total			11,818		9,006,000

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Es importante resaltar que esta inversión en desarrollo y preparación mina será considerada como inversión durante toda la vida del proyecto, es decir, durante los 8 años (2 años de pre-producción y 6 años de producción). Por tal motivo, el costo de operación de mina, será conformado solamente por el costo de explotación.

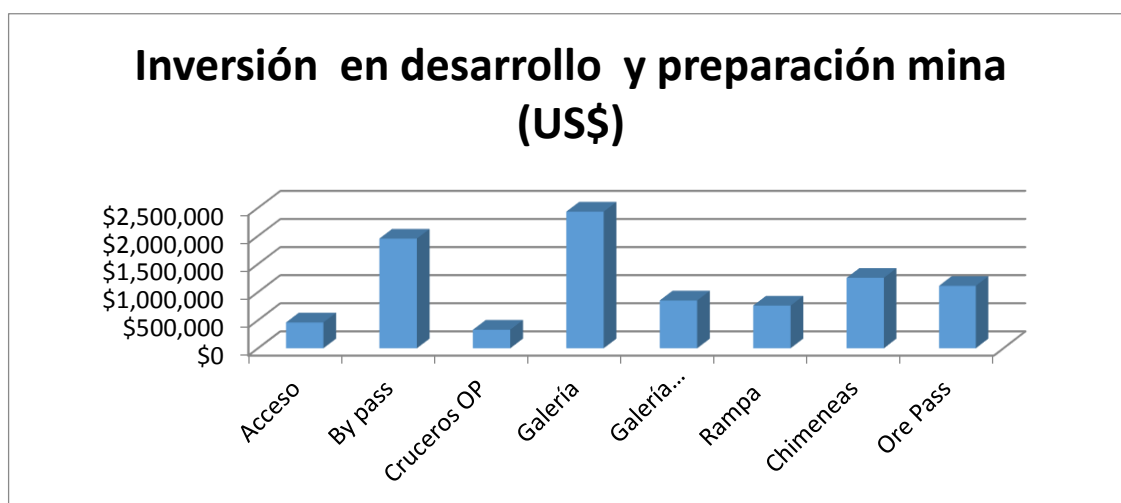


Figura 10: Resumen de inversión en desarrollo y preparación mina por tipo de labores.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.1.2. Equipamiento Mina

La inversión en equipos que se requiere para mina es de US\$ 3,214,000. La tabla 12 muestra en detalle las inversiones requeridas según el área.

Tabla 12:

Inversión en equipamiento mina según área.

Equipo de Exploración			
Ítem	Unid.	Precio unit. (\$)	Total (\$)
Perforación Diamantina	1	50,000	50,000
Total	1		50,000
Equipo de Explotación			
Ítem	Unid.	Precio unit. (\$)	Total (\$)
Scoop eléctricos 2.5 yd ³	2	300,000	600,000
Jackleg	3	5,000	15,000
Volquetes 15 m ³	3	130,000	390,000
Total	8		1,005,000
Equipo de Desarrollo y Preparación			
Ítem	Unid.	Precio unit. (\$)	Total (\$)
Jumbos	1	590,000	590,000
Shotcretera	1	20,000	20,000
Scoop diésel	1	460,000	460,000
Jackleg	1	5,000	5,000

Stoper	1	5,000	5,000
Total	5		1,080,000

Equipo de Ventilación			
Ítem	Unid.	Precio unit. (\$)	Total (\$)
Ventiladores principales de 60,000 cfm.	1	60,000	60,000
Ventiladores de avances de 30,000 cfm.	2	30,000	60,000
Bombas sumergibles	3	8,000	24,000
Total	6		144,000

Equipo de Sistema de extracción			
Ítem	Unid.	Precio unit. (\$)	Total (\$)
Tolvas de carguío	15	7,000	105,000
Total	15		105,000

Equipo de Servicios varios			
Ítem	Unid.	Precio unit. (\$)	Total (\$)
Camionetas	2	25,000	50,000
Camión movilidad	1	35,000	35,000
Camión transporte materiales	1	35,000	35,000
Camión utilitario para combustible	1	250,000	250,000
Cargador frontal	1	460,000	460,000
Total	5		830,000

Fuente: Elaboración propia, 2017.

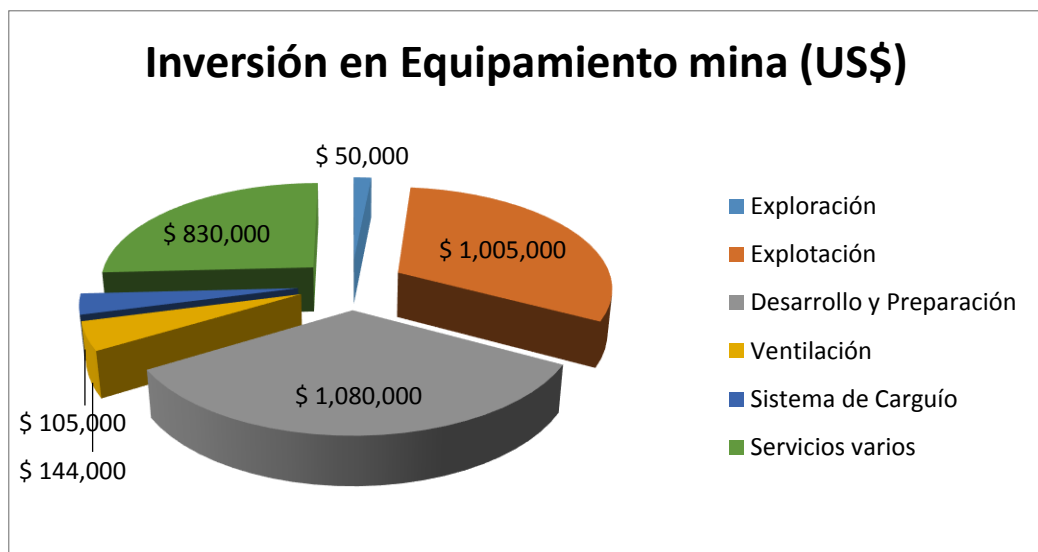


Figura 11: Distribución de inversión en equipos por áreas de mina (US\$).
Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.1.3. Servicios Auxiliares Mina

El costo capital de servicios mina asciende a un total de US\$ 394,000. A continuación, se muestra un cuadro resumen:

Tabla 13:
Inversión en servicios auxiliares mina.

SERVICIOS AUXILIARES	
Equipos y materiales de Servicios auxiliares	
Ítem	Total (\$)
Abastecimiento de agua	70,272
Sistema de aire comprimido	322,887
TOTAL	393,159

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En seguida se muestra el detalle de las inversiones tanto en abastecimiento de agua como en aire comprimido:

Tabla 14:
Detalle de inversión en servicios auxiliares mina.

Servicio Mina	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US\$	Total US\$
Red de abastecimiento agua mina				70,272
Toma Quebrada.	Est	1	7,000	7,000
Bomba 50 HP	Und	1	15,000	15,000
Tubería Bombeo Agua HDPE Ø 2"	M	1,680	2	3,360
Instalación Tubería	Est	1	8,400	8,400
Poza Almacenamiento 1,000 m3	Und	1	16,000	16,000
Red Tubería Agua Ø 2" Interior Mina	M	4,400	2	8,800
Varios	Est	1	11,712	11,712
Red de abastecimiento aire comprimido				322,887
Casa de compresoras				305,000
Compresoras Diesel	Und	3.00	80,000	240,000
Tanques Pulmón	Und	5.00	5,000	25,000
Edificio	m2	200.00	200	40,000
Redes principales (tub. Hdpe ø 4")				8,466
Nv. 4760	M	550.00	4	2,200
Nv. 4820	M	450.00	4	1,800
Nv. 4880	M	100.00	4	400
Accesorios:				
Válvulas 4"	Und	16.00	80	1,280
Cáncamos	Und	550.00	2.50	1,375

Varios	Est	1.00	1,411	1,411
Redes secundarias (tub. Hdpe ø 4")				9421.30
Sub Nv. 4700	M	450.00	4	1,800
Sub Nv. 4730	M	100.00	4	400
Sub Nv. 4840	M	70.00	4	280
Sub Nv. 4940	M	30.00	4	120
Chimeneas	M	500.00	4	2,000
Rampas	M	500.00	4	2,000
Accesorios:				
Válvulas 4"	Und	10.00	80	800
Cáncamos	Und	800.00	2.50	2,000
Varios	Est	1.00	21.30	21.3
Valor total de inversión en servicios auxiliares				393,159

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.2. Costo Capital Planta Metalúrgica

3.4.2.1. Equipos Planta Metalúrgica

La inversión en equipos de planta metalúrgica incluye su fabricación/suministro, montaje y obra civil. La inversión para dichos equipos asciende a un total de US\$ 8,382,700.

Tabla 15:
Resumen costos capital equipos planta metalúrgica.

Descripción	Fabricación / Suministro	Montaje	Obra Civil	Totales
	US\$	US\$	US\$	US\$
Chancado	712,400	197,800	259,917	1,170,117
Molienda	979,600	329,600	62,790	1,371,990
Cianuración	780,000	263,200	95,987	1,139,187
Lavado en Contracorriente	636,000	102,000	151,376	889,376
Planta Merrill Crowe Fusión De Precipitado M.C	2,680,000	80,000	520,394	3,280,394
Planta de filtrado de relaves	90,000	-	150,000	240,000
	231,600	20,000	40,000	291,600
Total	6,109,600	992,600	1,280,464	8,382,664

Fuente: Elaboración propia, 2017.

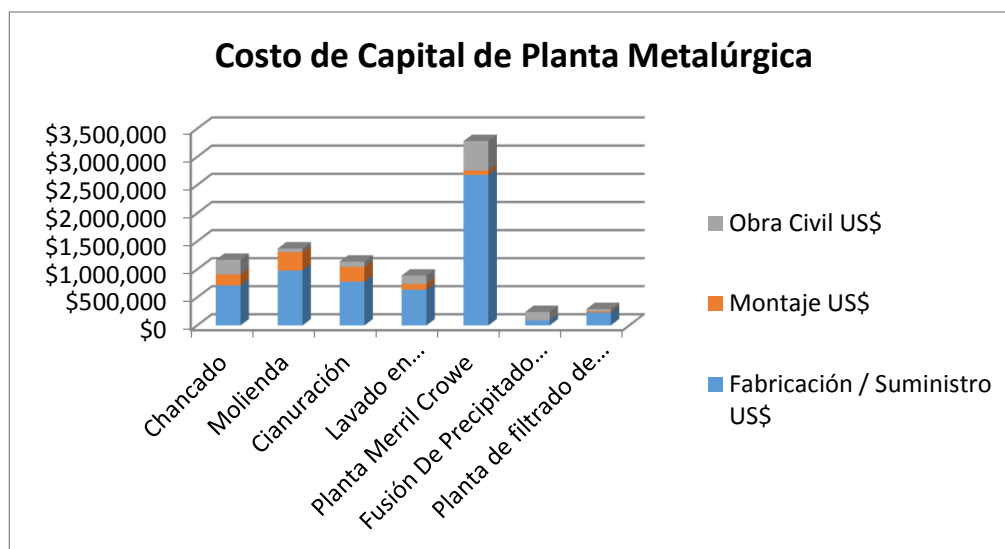


Figura 12: Distribución de inversión en equipos de planta metalúrgica (US\$).
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Un mayor detalle de los costos se detalla en la Tabla 16:

Tabla 16:
Detalle de inversión en equipos de planta metalúrgica.

Descripción	Fabricación / Suministro US\$	Montaje US\$	Obra Civil US\$	Totales US\$
Chancado	712,400	197,800	259,917	1,170,117
Tolva de gruesos	128,400	42,800	109,277	280,477
Apron Feeder 36"x10m	90,000	28,000		118,000
Grizzly Vibratorio 3x6 pie	24,000	12,000		36,000
Chancadora de quijada 18"x36"	120,000	16,000		136,000
Faja transportadora N°1 18" x 12 m	14,000	8,000	3,253	25,253
Zaranda vibratoria 6piesx 16pies Malla 1/2" o 3/8"(opcional)	45,000	10,000		55,000
Chancadora Cónica Tipo Symons SH 3 pies	200,000	20,000		220,000
Faja transportadora N°2 18" x 12 m	14,000	8,000	813	22,813
Faja transportadora N°3 18" x 16 m	17,000	10,000	4,879	31,879
Tolva de finos	48,000	36,000	136,816	220,816
Faja transportadora N°4 18" x 10 m	12,000	7,000	4,879	23,879
Molienda	979,600	329,600	62,790	1,371,990
Molino de Bolas N°1 7x8 pies	440,000	136,000	28,470	604,470
Bombas de lodos tipo Denver SRL 4"x 3"	19,800	3,200		23,000
Hidrociclones tipo Krebs D10	7,000	1,000		8,000
Molino de Bolas N°2 7x12 pies	480,000	184,000	34,320	698,320
Bombas de lodos tipo Denver SRL5"x 4"	23,200	4,000		27,200
Hidrociclones tipo Krebs D12	9,600	1,400		11,000

Cianuración	780,000	263,200	95,987	1,139,187
Zaranda especial para pulpa 5x10 pies Malla N°20	48,000	7,200		55,200
Tanques súper agitadores 28x28 pies	660,000	228,000	89,396	977,396
Tanques agitadores 8x8 pies preparación de cianuro y cal	72,000	28,000	6,591	106,591
Lavado En Contracorriente	636,000	102,000	151,376	889,376
Espesadores de 40x15pies.	570,000	96,000	151,376	817,376
Bombas tipo Vulco sello seco de 5"x4"	66,000	6,000		72,000
Planta Merrill Crowe	2,680,000	80,000	520,394	3,280,394
Fusión De Precipitado M.C	90,000		150,000	240,000
Planta de Filtrado de relaves	231,600	20,000	40,000	291,600
Total	6,109,600	992,600	1,280,464	8,382,664

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.3. Costos Capital Infraestructura

3.4.3.1. Infraestructura Planta Metalúrgica

El costo total de la infraestructura de la planta consta de los equipos e infraestructura auxiliar, el cual está conformado por los ítems descritos en la tabla 17. Estos costos incluyen fabricación/suministro, montaje y obra civil. El costo total de la infraestructura de planta metalúrgica asciende a la cifra de US\$ 2,521,512.

Tabla 17:

Costos Capital Infraestructura Planta Metalúrgica.

Descripción	Sub totales US\$
1. Equipos E Infraestructura Auxiliar	398,050
2. Edificios Industriales	1,178,042
3. Construcciones Auxiliares	945,420
Parcial	2,521,512

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El detalle de cada uno se muestra a continuación:

Tabla 18:*Distribución de inversión en equipos e infraestructura auxiliar.*

EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA AUXILIAR	Fabricación / Suministro		Montaje	Obra Civil	Totales
Varios	1,500	50,000	3,000	0	53,000
Accesorios bombeo pulpa y lodos molienda y flotación	4,000	42,500	25,500	0	68,000
Aire de planta	0	32,000	12,000	10,800	54,800
Balanza de camiones	0	20,000	40,000	400,00	100,000
Grifo de combustible	30,500	47,250	51,000	240,00	122,250
TOTAL	36,000	191,750	131,500	74,800	398,050

Fuente: Elaboración propia, 2017.**Tabla 19:***Distribución de inversión en edificios industriales.*

2. EDIFICIOS INDUSTRIALES	Monto (US\$)
Edificio de chancado primario	15,8945
Edificio de chancado secundario	59,891
Edificio de molienda	635,278
Torre zarandas de zarandas de acondicionamiento	67,926
Grúa puente 10t edificio chancado	128,000
Grúa puente 10t edificio molienda	128,000
Total	1,178,042

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3. CONSTRUCCIONES AUXILIARES	Un	Cant.	Unitario US\$	Parcial US\$
Caseta de dosificación cianuración y de cal	m2	16	360	5,760
Planta de dosificación de cal	m2	16	360	5,760
Almacén general techado	m2	1500	360	540,000
Laboratorio metalúrgico	m2	400	360	144,000
Laboratorio químico	m2	250	360	90,000
Residuos metálicos/ aceite/ papel, cartón, madera	m2	180	100	18,000
Garita de Vigilancia, Seguridad, Tópico	m2	310	330	102,300
Comedor diario y vestuarios	m2	120	330	39,600
			TOTAL	945,420

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.3.2. Infraestructura del depósito de Relaves

Se tiene un costo de capital de US\$ 2,896,000. Este corresponde a las obras de habilitación del depósito de relaves. Este costo incluye los siguientes cinco ítems:

Tabla 20:
Resumen de inversión en obras de habilitación de depósito de relaves.

Descripción de Obras de habilitación del depósito de relaves	Total US\$
1. Obras Preliminares	156,118
2. Trabajos de Habilidadación del Vaso	962,970
3. Conformación del Dique del Nuevo Depósito de Relaves	681,064
4. Obras Hidráulicas	50,740
5. Sistema de Recirculación Agua de Infiltración	780,637
Subtotal	2,632,528
Contingencias 10%	263,253
Total	2,896,000

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En seguida se presenta el detalle de inversión de las obras de habilitación del depósito de relaves:

Tabla 21:
Detalle de obras preliminares del depósito de relaves.

	Und	Cant	Valor unit. (\$/und)	Total (US \$)
OBRAS PRELIMINARES	.	.		
Movilización y desmov. de equipos y herr.	Glb.	1.00	82,680.00	82,680.00
Campamentos de obra	Glb.	1.00	25,000.00	25,000.00
Trazo y replanteo topográfico	mes	12.00	3,983.61	47,803.32
Caminos de acceso	km	0.20	3,171.93	634.39
			TOTAL	156,117.71

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 22:*Detalle de trabajos de habilitación del vaso del depósito de relaves.*

TRABAJOS DE HABILITACION DEL VASO	Un d	Cant.	Valor Unitario (\$/und)	Total (US \$)
				902,626.2
Movimiento de Tierras				1
Limpieza y desbroce del área del vaso	m2	81,572.80	0.36	29,366.21
Excavación del área de ampliación del vaso	m3	42,000.00	0.81	34,020.00
Carguío y transp. del mat. excedente de exc. a botadero	m3	42,000.00	2.05	86,100.00
D<1.0Km		0		
Acondicionamiento de excedentes de excavación a botadero	m3	42,000.00	0.38	15,960.00
		0		
Compactado del área de vaso	m2	82,000.00	0.43	35,260.00
Suministro e instalación de geotextil no tejido	m2	82,000.00		176,300.00
300gr/m2		0	2.15	0
Suministro e instalación de geomembrana e = 1.5mm	m2	82,000.00	6.41	525,620.00
		0		0
Sistema de Drenaje de aguas de infiltración				33,348.51
Suministro e instalación de tubería perforada HDPE D=4" (incluido geotextil)	M	3,175.00	7.17	22,764.75
Suministro e instalación de tubería no perforada HDPE=8"	M	696.30	15.20	10,583.76
Poza de tratamiento de aguas de infiltración y decantación				26,995.15
Excavación y perfilado en suelos sueltos	m3	1,002.60	1.51	1,513.93
Carguío y transp. del material excedente de exc. a botadero	m3			
D<1.0Km		401.00	2.05	822.05
Acondicionamiento de excedentes de exc. en botadero	m3	401.00	0.38	152.38
Suministro e instalación de geomembrana e=1.5mm	m2	781.80	6.41	5,011.34
Suministro e instalación de geotextil no tejido	m2	781.80	2.15	1,680.87
300gr/cm3				
Cerco perimétrico con malla electro soldada L=137m	Glb.	1.00	17,814.59	17,814.59
			TOTAL	962,969.87

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 23:*Detalle de conformación del dique del nuevo depósito de relaves.*

CONFORMACION DEL DIQUE DEL NUEVO DEPOSITO DE RELAVES	Und	Cant.	Valor Unit. (\$/und)	Total (US \$)
Movimiento de tierras				17,200.00
Limpieza y desbroce del área de cimentación	m2	4,000.00	0.36	1,440.00
Excavación del área de cimentación con equipo	m3	4,000.00	0.81	3,240.00
Perfilado y compactado del área de cimentación	m2	4,000.00	0.70	2,800.00
Carguío y transp. de material excedente a exc. a botadero	m3			
D<1.0Km		4,000.00	2.05	8,200.00
Acondicionamiento de excedentes de exc. en botadero	m3	4,000.00	0.38	1,520.00
DIQUE SUELO ARMADO				663,864.00
Gaviones Terramesh	m3	3,870.00	65.00	251,550.00
Gaviones (paramento interno)	m3	3,870.00	42.60	164,862.00
Geotextil Gavión MacTex N 40.1	m2	30,960.00	0.90	27,864.00
Relleno compactado	m3	23,220.00	7.65	177,633.00
Geotextil protección MacTex N 80.1	m2	4,500.00	1.25	5,625.00
Geo-compuesto de drenaje 2L FP	m2	4,500.00	7.54	33,930.00
Alambre de amarre gavión	kg	2,000.00	1.20	2,400.00
			TOTAL	681,064.00

Fuente: Elaboración propia, 2017.**Tabla 24:***Detalle de obras hidráulicas del depósito de relaves.*

OBRAS HIDRAULICAS	Und	Cant.	Valor Unit (\$/und)	Total
Canal de Coronación margen izquierda				23,807.83
Excavación de zanja - canal de coronación	m3	300.00	5.61	1,683.00
Conformación de canal de mampostería de piedra asentada	m			
en concreto de fc=175 Kg/cm2		300.00	47.36	14,208.00
Captación conformado con mampostería de piedra asentada	m3			
en concreto fc=175 Kg/cm2		97.80	55.44	5,422.03
Entrega conformado con mampostería de piedra asentada	m3			
en concreto fc=175 Kg/cm2		45.00	55.44	2,494.80
Canal de coronación margen derecha				26,931.86
Excavación de zanja - canal de coronación	m3	448.00	5.61	2,513.28
Conformación de canal de mampostería de piedra asentada	m			
en concreto fc=175 Kg/cm2		448.00	47.36	21,217.28
Entrega conformado con mampostería de piedra asentada	m3			
en concreto fc=175 Kg/cm2		45.00	71.14	3,201.30
			TOTAL	50,739.69

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 25:

Detalle de obras hidráulicas del depósito de relaves.

SISTEMA DE RECIRCULACION AGUA DE INFILTRACION	Un	Cant.	Valor Unit (\$/und)	Total
Línea de impulsión agua de infiltración				17,337.78
Excavación para plataforma de tubería	m3	24.40	4.61	112.48
Dados de concreto fc=140 kg/cm2 para anclaje de tubería	m3	40.70	87.83	3,574.68
Suministro e instalación de tubería no perforada HDPE D=2"	m	997.50	12.46	12,428.85
Suministro e instalación de abrazaderas metálicas	u	166.00	7.36	1,221.76
Pozo de almacenamiento				20,352.75
Excavación y perfilado en suelos sueltos	m3	1,830.60	0.73	1,336.34
Carguío y transp. de material excedente a exc. a botadero	m3	549.20	2.05	1,125.86
D<1.0Km				
Acondicionamiento de excedentes de exc. a botadero	m3	1,103.10	0.38	419.18
Suministro e instalación de geomembrana e=1.5mm	m2	1,103.10	6.41	7,070.87
Suministro e instalación de geotextil no tejido 300gr/cm3	m2	1,103.10	2.15	2,371.67
			8,028.8	
Cerco perimétrico con malla electro soldada L=60m	Glb.	1.00	4	8,028.84
				726,000.0
Impermeabilización del depósito				0
		120000.0		
Habilitación de suelo para impermeabilización	est	0	0.45	54,000.00
Geomembrana HDPR 60 MILS (1.5 MM) (inc. Instalación)	me	120000.0		540,000.0
	s	0	4.50	0
	me	120000.0		132,000.0
Geotextil de protección MT-270	s	0	1.10	0
Sistema de drenaje				17,946.00
Dren colector tubería tipo <i>macpipe</i> 4" sin perforar	m	720.00	6.80	4,896.00
Dren interior tubería tipo <i>macpipe</i> 4" perforada	m	1,800.00	7.25	13,050.00
				781,636.5
TOTAL				3

Fuente: Elaboración propia, 2017.

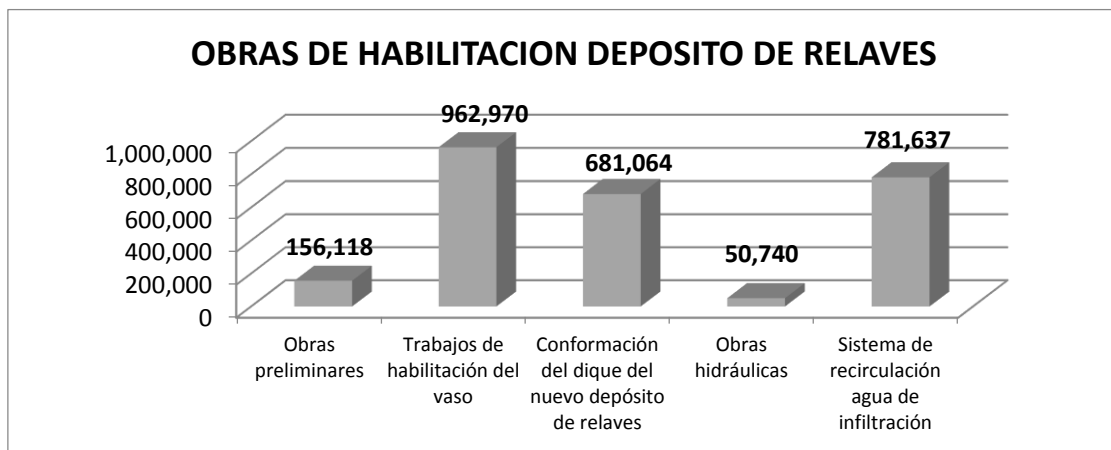


Figura 13: Cuadro comparativo de las obras de habilitación de la presa de relaves.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.3.3. Servicios Generales

Se tiene un costo de capital por servicios generales de US\$ 4,642,377, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 26:
Costo Capital Servicios Generales.

Descripción	Inversión (US\$)
1. Taller de Mantenimiento General	985,600
2.Red de Abastecimiento de Agua	224,000
3. Infraestructura Auxiliar mina	646,000
4.Campamentos	2,396,777
5. Carreteras de acceso y tránsito	390,000
Total	4,642,377

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 27:
Distribución de inversión en taller de mantenimiento general.

TALLER DE MANTENIMIENTO GENERAL	Un	Cant.	Unitario US\$	Parcial US\$
1.1 Talleres		2,500		605,600
Taller de equipo pesado	m2	900	360	324,000
Taller de mantenimiento de planta mecánico	m2	150	360	54,000
Taller eléctrico	m2	150	360	54,000
Taller de soldadura	m2	200	360	72,000
Taller de maestranza	m2	200	508	101,600
1.2 Equipamiento taller de maestranza				380,000
Máquinas herramientas, soldadoras, herramientas y equipamiento	1		250,000	250,000
Grúa puente	1		80,000	80,000
Instalación	1		50,000	50,000
			TOTAL	985,600

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 28:
Distribución de inversión en la red de abastecimiento de agua.

RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA				
ABASTECIMIENTO AGUA PLANTA METALURGICA	Und.	Cant.	P.U (\$/und)	Total (\$/m)
Toma Qda.	est	1.00	7,000.00	7,000
Bomba 50 HP	und	1.00	15,000.00	15,000
Tubería Bombeo Agua HDPE Ø 2 "	M	860.00	2.00	1,720
Instalación Tubería	est	1.00	7,500.00	7,500
Poza Almacenamiento 1,000 m3	und	1.00	16,000.00	16,000

Varios	est	1.00	9,444.00	9,444
			SUBTOTAL	56,664
ABASTECIMIENTO AGUA CAMPAMENTOS	Und.	Cant.	P.U (\$/und)	Total (\$/m)
Toma Qda.	est	1.00	7,000.00	7,000.00
Bomba 50 HP	und	1.00	15,000.00	15,000.00
Tubería Bombeo Agua HDPE Ø 2 "	M	160.00	2.00	320.00
Instalación Tubería	est	1.00	3,000.00	3,000.00
Poza Almacenamiento 1,000 m3	und	1.00	16,000.00	16,000.00
Red de Distribución agua y desagüe	est	1.00	12,000.00	12,000.00
Sistema de Potabilización	und	1.00	25,500.00	25,500.00
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales domésticas	und	1.00	45,000.00	45,000.00
Bomba Stand By 50 HP	und	1.00	15,000.00	15,000.00
Varios	est	1.00	27,700.40	27,700.40
			SUBTOTAL	166,520
			TOTAL	223,184

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 29:
Distribución de inversión de Infraestructura auxiliar mina.

INFRAESTRUCTURA AUXILIAR MINA	Un	Cant.	Unitario US\$	Parcial US\$
Almacén mina	m2	750	360	270,000
Taller de mantenimiento mina techado	m2	1000	360	360,000
Polvorín	m2	16	1,000	16,000
			TOTAL	646,000

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.3.4. Campamentos

La alternativa escogida para la construcción de los campamentos del proyecto Millo fue el del Sistema de módulos con paneles termo acústico de espesor 50 mm con poliuretano expandido (Alternativa A). El costo de los campamentos será de US\$ 2, 396,776.

3.4.3.5. Carreteras de acceso y tránsito

El costo de la ejecución de las carreteras de acceso y tránsito se muestra en el siguiente cuadro, donde se puede apreciar sus componentes.

Tabla 30:
Costo Capital de Infraestructura por Carreteras.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total (US\$)
Habilitación Carretera Existente	km	9.500	10,000	95,000
Construcción Nueva Carretera	km	10.000	25,000	250,000
Obras de Arte	est	1.000	45,000	45,000
Total				390,000

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.3.6. Costo de Capital de Infraestructura Eléctrica

Se tiene un costo total de capital por energía de US\$ 2,274,000:

Tabla 31:
Costo Capital de Infraestructura en Energía.

Ítem	Costo US\$
1. Materiales	1,913,832
2. Mano de Obra	561,923
3. Transporte	247,576
Total	2,724,000

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la presente tabla se muestra los costos de los subítems:

Tabla 32:
Costo de materiales del costo de capital por energía.

Materiales	Costo US\$
1.1 Grupos electrógenos	1,097,481.50
1.2 Mina	130,196.9

Caseta de transformación	45,581.5
Red aérea	42,187.5
Iluminación interiores	30,120.2
Cables alimentadores	12,307.7
1.3 Planta Metalúrgica	167,488.5
Alimentador	26,403.9
Equipos principales	54,923.0
Servicios auxiliares	50,853.9
Equipos adicionales	35,307.7
1.4 Campamentos y oficinas	268,984.0
Caseta de transformación	34,248.5
Red aérea	92,812.5
Caseta de bombas de agua	20,000.0
Caseta de bombas de agua	20,000.0
Acometida eléctrica para cada vivienda	101,923.0
1.5 Planta de filtrado de relaves	161,988.9
Caseta de transformación	33,287.0
Red aérea	42,187.5
Iluminación interiores	75,937.5
Cables alimentadores	10,576.9
1.6 Pararrayos	87,692.3
TOTAL	1,913,832

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En seguida se muestra el resumen de los costos del montaje electromecánico:

Tabla 33:

Costo de montaje electromecánico del costo de capital por energía.

Montaje electromecánico	Costo US\$
Grupos electrógenos	329,230.77
Mina	39,230.8
Planta Metalúrgica	57,692.3
Campamentos y oficinas	85,769.2
Planta de filtrado de relaves	40,384.6
Pararrayos	9,615.4
TOTAL	561,923

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.4. Costo de capital Medio Ambiente

Las inversiones en medio ambiente constan del plan de manejo ambiental durante todo el proyecto, el plan de cierre de mina y el

relleno sanitario. Cabe mencionar que el detalle de estas inversiones fue proporcionado por CMH:

3.4.4.1. Plan de manejo ambiental

A continuación, se muestra el resumen de la inversión:

Tabla 34:

Resumen de las inversiones del plan de manejo ambiental.

Ítem	Descripción	Parcial US\$
01	Medidas de prevención y mitigación durante la etapa preliminar	1,948,931
02	Programa de manejo de residuos industriales	97,317
03	Programa de manejo de residuos domésticos	1,653,279
04	Programa de manejo de materiales peligrosos	103,188
05	Programa de manejo para el transporte de materiales peligrosos (insumos y productos)	611,115
06	Programa de manejo de ruido y vibraciones	6,140
07	Programa de capacitación ambiental	44,322
08	Programa de manejo de contratistas y proveedores	6,140
09	Programa de manejo de suelo orgánico	134,615
10	Programa de manejo de flora y fauna	20,914
11	Programa de re vegetación	949,190
12	Programa de control de erosión	51,923
13	Programa de control de polvo	2,781
14	Programa de protección de especies en situación especial	6,140
15	Plan de manejo de aguas pluviales	12,500
	TOTAL	5,648,494

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.4.2. Plan de Cierre de mina

Se presenta un resumen de las inversiones:

Tabla 35:

Resumen de inversión del plan de cierre de mina (Medio ambiente).

Descripción	Cierre progresivo	Cierre Final	Mantenimiento y monitoreo Post-cierre	Total US\$
Costo				6,073,879
Directo	5,599,268	328,072	146,538.5	9

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.4.3. Relleno Sanitario

La inversión en la ejecución del relleno sanitario se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 36:

Resumen de inversión de relleno sanitario.

Ítem	Descripción	Total (US\$)
01	Obras provisionales	3,657
02	Obras preliminares	2,492
03	Cerco perimétrico	17,828
04	Franja de amortiguamiento	2,119
05	Drenaje pluvial	5,772
06	Construcción de trincheras	94,579
07	Drenes de lixiviación	14,598
08	Poza de lixiviación	11,837
09	Vías de acceso externas	25,688
10	Vías de acceso internas	3,312
11	Chimeneas	3,018
12	Pozos de monitoreo	5,394
13	Pluma	569
14	Oficinas y almacén	17,718
15	Pozo séptico	5,953
16	Tanque de agua	1,500
17	Implementación de unidad de emergencia	1,007
18	Herramientas	981
19	Medidas de mitigación ambiental	6,154
20	Equipamiento	3,692
21	Uniformes e implementos de seguridad (3m)	573
22	Capacitación	14,423
	Total	242,866

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.4.5. Costo de capital Sostenibilidad

El costo de capital de sostenibilidad se refiere al costo de inversión social. Este es el resumen:

Tabla 37:

Resumen de inversión social.

Concepto	Total (US\$)
Inversión inicial (US\$)	229,630
Inversión proyectada 7 años	312,305
Total	541,935

Fuente: Elaboración propia, 2017

Es importante señalar que este monto de inversión fue elaborado por CMH. La inversión se calculó sumando la inversión realizada hasta el 2016. La inversión proyectada anual es asumiendo que será la misma cantidad que la del último año presupuestado por CHM, es decir, el 2016.

3.5. Estimación de costo de Operación (OPEX)

Los costos de operación fueron desarrollados considerando un ritmo de procesamiento de mineral de 350 tpd; asumiendo 30 días por mes, obtenemos un total de 10,500 toneladas por mes y 126,000 toneladas por año.

Los costos de operación se dividirán en costos variables y costos fijos. Los costos de operación variables han sido agrupados en 5 rubros:

- Mina
- Planta Metalúrgica
- Disposición de Relaves
- Energía
- Servicios Generales

Los costos fijos están compuestos por los gastos generales y administrativos. El resumen de costos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 38:
Resumen costos de operación Mollo.

Rubro	US\$/t
Costos Variables	119
Mina	40.5
Planta Metalúrgica	33.70
Energía	36.6
Servicios Generales	8.2
Costos Fijos	5
Total Costos de Producción	124.0

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.5.1. Costos variables de operación

3.5.1.1. Costo de Operación de Mina

Para la estimación de los costos de mina, se consideró el Modelo de costos basados en el ABC (Activity Based Cost). El diseño de este modelo ABC contempla la asignación de recursos por naturaleza del costo por cada actividad.

El objetivo de considerar este modelo es identificar las oportunidades de mejorar y facilitar la toma de decisiones para reducir sus costos y, consecuentemente, generar e incrementar su rentabilidad.

Para la estimación de los costos de mina se consideraron dos áreas principales y sus respectivos componentes de mano de obra, materiales y equipos:

- **Explotación de mina:**
 - Mano de obra
 - Materiales
 - Equipos
- **Servicios generales:**
 - Mano de obra
 - Materiales
 - Equipos

Es importante mencionar que el costo de operación mina solo incluye la explotación y servicios, ya que el desarrollo y preparación se consideran como inversiones a lo largo de todo el proyecto. Los costos

totales según US\$/mes y US\$/ton se presentan a continuación:

Tabla 39:

Costos mensuales de operación mina por componentes.

Área	Costos mensuales (\$/mes)			
	Mano de Obra	Materiales	Equipos	Total
Explotación Mina	50,086	26,945	193,200	270,231
Servicios Generales	132,084	19,842	2,800	154,725
Total	182,170	46,787	196,000	424,957

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 40:

Costos por tonelada de operación mina por componentes.

Área	Costos por tonelada (\$/t)			
	Mano de Obra	Materiales	Equipos	Total
Explotación Mina	4.77	2.57	18.40	25.74
Servicios Generales	12.58	1.89	0.27	14.74
Total	17.35	4.46	18.67	40.47

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El detalle de estos costos por tonelada de explotación mina se detalla en la tabla 39 y los costos por tonelada de servicios generales se detalla en la Tabla 40.

Entonces, el costo de mina total es de 40.5 \$/t, en donde no se incluye el costo de energía. El costo de energía de operación mina se considera dentro un costo total de energía.

A continuación, se presenta una figura que ilustra la distribución del costo de operación:

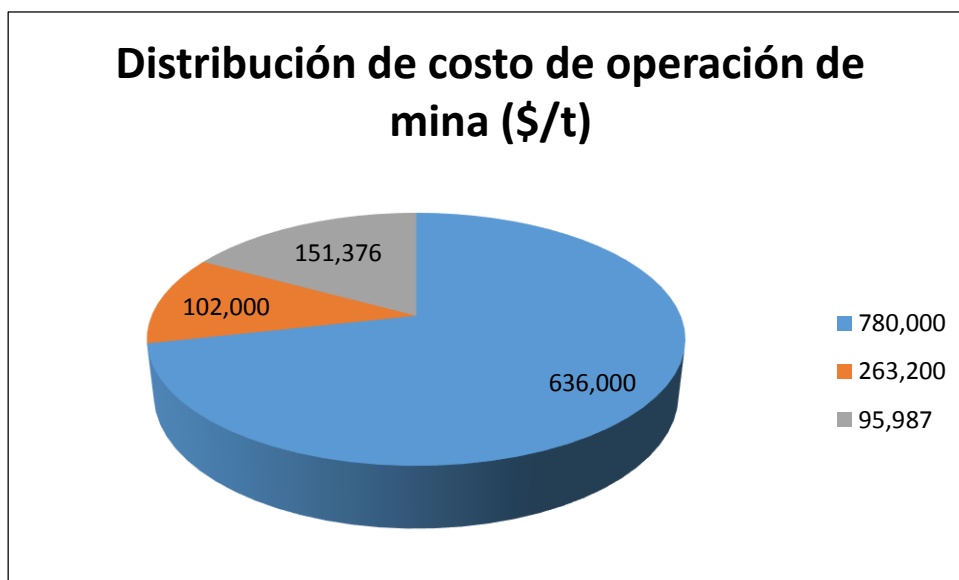


Figura 14: Distribución de costo de operación mina (\$/t).
Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la Tabla 41 y la Tabla 42 se puede apreciar un mayor detalle de los costos de explotación y servicios generales:

Tabla 41:
Costo por tonelada de explotación.

Explotación Mina - costo por tonelada (\$/t)				
Área	Mano de Obra	Materiales	Equipos	Total
Rotura	2.01	0.39	0.00	2.40
Explosivos	0.00	0.23	0.00	0.23
Accesorios	0.00	0.00	0.00	0.00
Carguío y Acarreo	1.21	0.00	2.40	3.61
Transporte	1.08	0.00	9.33	10.41
Relleno de mina	0.47	1.95	6.67	9.09
Costo Total (\$/t)	4.77	2.57	18.40	25.74

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 42:
Costo por tonelada de servicios generales.

Servicios Generales - costo por tonelada (\$/t)				
Área	Mano de Obra	Materiales	Equipos	Total
Servicios Generales	0.00	0.00	0.00	0.00

Supervisión	8.00	1.00	0.00	9.00
Mina	4.58	0.00	0.00	4.58
Otros materiales	0.00	0.89	0.27	1.16
Costo Total (\$/t)	12.58	1.89	0.27	14.74

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.5.1.2. Costo de Operación Planta Metalúrgica

Para la elaboración del cálculo del costo operativo por tonelada de la planta metalúrgica del proyecto Millo, se tuvo las siguientes consideraciones:

La base del cálculo:

- Capacidad de proceso por día :350 TMS
- Días de operación mes :30 días
- Toneladas métricas procesables por mes: 10,500TMS.

El consumo de reactivos de Cianuración es:

- Cianuro de sodio : 4.0 Kg/TM
- Cal : 2.5 Kg/TM

En la siguiente tabla se muestra el resumen del costo operativo de planta metalúrgica, el cual asciende a 29.97 US\$/t.:

Tabla 43:
Resumen OPEX planta.

Costo de operación de planta Metalúrgica	29.97
Costo por tonelada mano de obra (US\$/TM)	5.24
1) Jefatura y supervisión	1.19
2) Operarios producción	2.89
3) Mantenimiento	0.69
4) Logística	0.48
Costo por tonelada supplies (US\$/TM)	24.73
5) Insumos directos	17.30

6) Prorrateo por gasto de consumibles forros de chancadoras, bolas de acero mantenimiento y otros	1.71
7) Gastos por tratamiento Merrill y refinación Au, Ag	5.71

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Este valor no incluye el costo de energía mina, ya que este se presentará dentro de un costo de energía total.

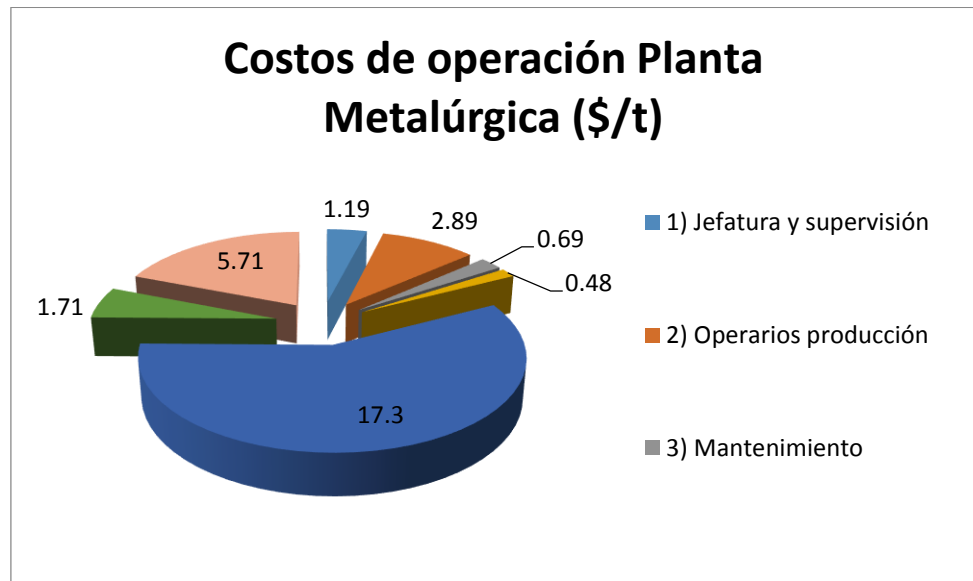


Figura 15: Distribución de costo de operación Planta (\$/t).

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 44:

Costo de producción por mes Planta Metalúrgica – Proyecto Mollo.

DESCRIPCION DEL GASTO	Observación	Cantidad	Sueldo US\$/mes	Sub-total	Precio unitario	Sub-Total	Sub-total	%Incidencia	Costo por tonelada (\$/t)
		total	Gasto	Sueldos	US\$/unidad	insumos	Gastos/mes	del gasto	
1) Jefatura y supervisión									
1.1 Superintendente de planta	Ing. Senior	1	2900	2900					
1.2 Jefe de planta	Ing. Senior	2	2000	4000					
1.3 Supervisores por turno	Ing. Junior	4	1400	5600					
	supervisión	7	parcial (1)	12500			12500	3.97	1.19
2) Operarios producción									
2.1 Chancado y acarreo de mineral	Operarios	3	980	2940					
2.2 Molienda y clasificación	Operarios	4	900	3600					
2.3 Cianuración	Operarios	6	900	5400					
2.4 Merrill Crowe	Operarios	4	900	3600					
2.5 Fusión	Operarios	4	900	3600					
2.6 Funciones varias	Ayudantes	8	800	6400					
2.7 Personal adicional por descansos	Ayudantes	6	800	4800					
	Mano de obra Directa	35	parcial (2)	30340			30340	9.64	2.89
3)Mantenimiento									
3.1 Jefe de Mantenimiento	Ing. Senior	2	1400	2800					
3.2 Ayudantes mecánicos eléctricos	Técnicos	4	1100	4400					
	Mantenimiento	6	Parcial (3)	7200			7200	2.29	0.69
4)Insumos directos									
4.1 Cianuro de sodio	Importación	42	TM/mes		3900	163800			
4.2 Cal	Luren/varios	26.25	TM/mes		680	17850			
					Parcial (4)	181650	181650	57.72	17.30
5)Prorrateo por gasto de consumibles forros de chancadoras, bolas de acero mantenimiento y otros.									
	varios					18000			
					Parcial (6)	18000	18000	5.72	1.71
6)Logística									
6.1 Jefe de logística Planta	Ing. Senior	2	1500			3000			
6.2 Asistente Planta	Ing. Junior	2	1000			2000			
					Parcial(7)	5000	5000	1.59	0.48
7)Gastos por tratamiento Merrill y refinación Au, Ag									
	varios					60000			
					Parcial (8)	60000	60000	19.07	5.71
Total costo de procesamiento por mes planta US\$							314,690		
Gasto por TM procesada a 350TMSD (US\$/TM)							29.97		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

De la tabla anterior, se observa que el personal para la planta metalúrgica (Tabla 45):

Tabla 45:
Resumen personal planta.

Relación de personal Planta	
Ítem	Cantidad
1) Jefatura y supervisión	7
2) Operarios producción	35
3) Mantenimiento	6
Total	48

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El personal de Mantenimiento se dedica exclusivamente a la planta metalúrgica.

Además del costo de operación del procesamiento del mineral netamente, también se incluye en el costo de operación de planta de filtrado en el costo de planta metalúrgica:

- Costo de operación de planta de filtrado de relaves: Considerando que la planta de filtrado de relaves trabajará 24 horas al día, el costo de operación será de US\$ 0.67 por tonelada, el cual incluye los insumos, mano de obra y equipos requeridos para la operación.
- Costo de operación de disposición de relaves
Este costo de operación lo conforman dos rubros:

Costo de transporte de relaves de planta metalúrgica a planta de filtrado:

Los relaves serán transportados mediante camiones desde la planta metalúrgica hacia la planta de filtrado, cuya distancia es de 3.6 km. Considerando

que el costo de transporte por ton/km es de US\$ 0.46, entonces, el costo por tonelada es de US\$ 1.66.

Costo de conformado de terraplenes (bancos)

Este costo representa la elaboración de los terraplenes en el depósito de relaves, el cual consta la colocación y el perfilado de estos, estimando así un costo de US\$ 1.34 por tonelada.

En resumen, el costo de operación de disposición de relaves por tonelada es de US\$ 3.00, el cual incluye los dos rubros mencionados (no incluye energía):

Tabla 46:

Resumen costo de operación de disposición de relaves.

Costo de operación de disposición de relaves (\$/t)	
Ítem	Costo (\$/t)
Transporte de relaves	1.66
Conformado de terraplenes	1.34
Total	3.00

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Por tanto, el costo de operación total de planta metalúrgica se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 47:

Costo de operación total de Planta Metalúrgica.

Costo de operación total de Planta Metalúrgica (\$/t)	
Ítem	Cantidad
Procesamiento de mineral	29.97
Planta de filtrado de relaves	0.67
Disposición de relaves	3
Total	33.70

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.5.1.3. Costo operativo de la energía

Se estimó la demanda de energía de las principales áreas de operaciones: Mina, Planta Metalúrgica. Además, también se incluye el costo de energía de Servicios Generales (campamentos).

En la tabla siguiente se presenta el costo de energía por tonelada tratada en cada área de operación, el cual tiene como total el monto de 36.62 US\$/ton.

Tabla 48:
Resumen Costo de Operación Energía.

Costo de operación de energía	
Energía	US\$/ton
Energía Mina	7.53
Energía Planta Metalúrgica	24.10
Energía Campamentos	4.99
Total	36.62

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Para calcular este valor se tuvo en cuenta la demanda máxima generada de cada una de estas áreas y sus horas de operación. El procedimiento de cálculo es el siguiente:

Tabla 49:
Parámetros de cálculo de costo de operación por tonelada de energía.

Parámetros	Valor	Und.
Producción	350	tpd
Costo de generación de energía	0.298	\$/kw-hr

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En seguida se muestra una tabla donde se muestra el fundamento del cálculo de costo operativo de energía por tonelada. Es el resultado de multiplicar la demanda máx. por las horas de operación y el costo de generación

de energía, dividido por las toneladas por día. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 50:

Cuadro ilustrativo del costo de generación de energía por tonelada.

Área	Demanda Máx. Generada (KW)	Horas de operación H	US\$/t
Mina	491.36	18	7.53
Planta	1179.48	24	24.10
Servicios (Campamentos)	325.57	18	4.99
Total			36.62

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.5.1.4. Servicios Generales

Este costo está compuesto por servicios eléctricos, servicios en superficie, mantenimiento de campamentos y su costo de operación. El valor asciende a 8.2 US\$/t.

3.5.2. Costos Fijos de Operación

Este costo se compone principalmente de los gastos administrativos y generales. Su valor es de 5 US\$/t.

3.6. Análisis Económico - Financiero

3.6.1. Metodología de Valorización

La evaluación financiera del proyecto tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión en el proyecto antes de la construcción e implementación del mismo.

La evaluación financiera se realiza mediante un estado de ganancias y pérdidas a partir de un planeamiento y secuencia de la explotación de la mina, estimación de costos de capital y de

operación, los cuales han sido desarrollados en sus respectivos capítulos.

Este estado ha sido elaborado de acuerdo a la vida de la mina. Los ingresos están conformados por la venta de mineral, y los egresos, tales como costos de capital y de operación se restan a los ingresos, para determinar el flujo de caja neto.

3.6.2. Consideraciones

3.6.2.1. Producción

El objetivo de producción diaria de 350 toneladas. Considerando 30 días trabajados por mes, se llegó al cálculo de la siguiente producción de mineral (Tabla 51).

Tabla 51:
Producción Estimada de Mineral

TM día	TM mes	TM año
350	10,500	126,000

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 52:
Producción Semestral Mineral.

Producción Promedio por semestre	Valor (t)
Semestre 1	63,000
Semestre 2	63,000
Semestre 3	63,000
Semestre 4	63,000
Semestre 5	63,000
Semestre 6	63,000
Semestre 7	63,000
Semestre 8	63,000
Semestre 9	63,000
Semestre 10	63,000
Semestre 11	61,143
Semestre 12	10,657

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.6.2.2. Reservas y Vida de la Mina

Las reservas minerales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 53:
VPT durante los años de producción.

Descripción	Ton. Di (t)	Potencia Diluida (m)	VPT (US\$/t)	AuEq Dil(g/t)	Au Dil (g/t)	Ag Dil(g/t)	Finos AuEq (Oz)
Reservas	701,799.6	4.6	253.5	7.17	3.46	263.50	161,809

Fuente: Elaboración propia, 2017.

La vida de la mina es de 5.75 años, es decir, 5 años con 9 meses.

3.6.2.3. Precios del Mercado

Para determinar las ventas proyectadas se ha utilizado un precio de 1,300 US\$/Oz de oro y 23 US\$/Oz de plata.

3.6.2.4. Tasa de Descuento

La tasa de descuento es la rentabilidad mínima exigida por una empresa. La tasa de descuento asumida para este proyecto será de 10% anual.

3.6.2.5. Escalamiento Anual de Costo

Se consideró realizar el escalamiento de costos aplicando el 3.5% de incremento, sobre el valor calculado para cada año.

3.6.2.6. Depreciación

Cálculo realizado en base a la normativa, la depreciación legal es 3% para edificaciones, construcción e infraestructura y 20% para equipos y maquinarias.

Se hizo un análisis a detalle de todas las inversiones de Mina, Planta Metalúrgica e infraestructura y se pudo determinar que el monto total a depreciarse será de unos US\$ 22,038,966.59, casi un 45% de la Inversión inicial.

La depreciación se da a lo largo del proyecto, siendo un total de 5 años para equipos y maquinarias, mientras que para construcciones y edificaciones se dio de acuerdo a la normativa (Tabla 54).

Tabla 54:
Cuadro de depreciación.

		Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Desarrollo Mina	3%	40,527	40,527	40,527	40,527	40,527	1,148,265
Equipos Principales	20%	642,800	642,800	642,800	642,800	642,800	0
Equipos de Exploración	20%	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	0
Equipos de Explotación	20%	201,000	201,000	201,000	201,000	201,000	0
Equipos de Desarrollo y preparación	20%	216,000	216,000	216,000	216,000	216,000	0
Equipos de Ventilación	20%	28,800	28,800	28,800	28,800	28,800	0
Equipos de Sistema de Carguío	20%	21,000	21,000	21,000	21,000	21,000	0
Equipos de Servicios	20%	166,000	166,000	166,000	166,000	166,000	0
Servicios Auxiliares		53,581	53,581	53,581	53,581	53,581	59,980
Red de agua mina		3,845	3,845	3,845	3,845	3,845	10,776
Equipos y maquinarias	20%	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	0
Edificios, infraestructura y construcciones	3%	845	845	845	845	845	10,776
Red de aire comprimido		49,737	49,737	49,737	49,737	49,737	49,204
Equipos y maquinarias	20%	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	0
Edificios, infraestructura y construcciones	3%	1,737	1,737	1,737	1,737	1,737	49,204
Equipos Principales de Planta	20%	1,478,013	1,478,013	1,478,013	1,478,013	1,478,013	0
Chancado	20%	194,463	194,463	194,463	194,463	194,463	0
Molienda	20%	208,478	208,478	208,478	208,478	208,478	0
Cianuración	20%	175,197	175,197	175,197	175,197	175,197	0
Lavado en Contracorriente	20%	157,475	157,475	157,475	157,475	157,475	0
Planta Merrill Crowe	20%	640,079	640,079	640,079	640,079	640,079	0
Fusión De Precipitado M.C	20%	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	0
Planta de filtrado de relaves	20%	54,320	54,320	54,320	54,320	54,320	0
Infraestructura		601,214					
Planta Metalúrgica		124,136	124,136	124,136	124,136	124,136	1,726,529
1. Equipos E Infraestructura Auxiliar		16,913	16,913	16,913	16,913	16,913	139,188
Equipos y maquinarias	20%	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	0
Edificios, infraestructura y construcciones	3%	4,913	4,913	4,913	4,913	4,913	139,188
2. Edificios Industriales		78,861	78,861	78,861	78,861	78,861	783,734
Equipos y maquinarias	20%	51,200	51,200	51,200	51,200	51,200	0
Edificios, infraestructura y construcciones	3%	27,661	27,661	27,661	27,661	27,661	783,734
3. Construcciones Auxiliares	3%	28,363	28,363	28,363	28,363	28,363	803,607
Disposición de Relaves		37,981	37,981	37,981	37,981	37,981	1,076,117

1. Obras Preliminares	3%	750	750	750	750	750	21,250
2. Trabajos de Habilitación del Vaso	3%	534	534	534	534	534	15,142
3. Conformación del Dique del Nuevo Depósito de Relaves	3%	14,587	14,587	14,587	14,587	14,587	413,296
4. Obras Hidráulicas	3%	1,063	1,063	1,063	1,063	1,063	30,111
5. Sistema de Recirculación Agua de Infiltración		21,046	21,046	21,046	21,046	21,046	596,317
Equipos y maquinarias	20%	0	0	0	0	0	0
Edificios, infraestructura y construcciones	3%	21,046	21,046	21,046	21,046	21,046	596,317
Servicios Generales		197,912	197,912	197,912	197,912	197,912	3,482,501
1. Taller de Mantenimiento General		84,168	84,168	84,168	84,168	84,168	514,760
Equipos y maquinarias	20%	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	0
Edificios, infraestructura y construcciones	3%	18,168	18,168	18,168	18,168	18,168	514,760
2.Red de Abastecimiento de Agua		13,611	13,611	13,611	13,611	13,611	130,632
Planta metalúrgica		3,815	3,815	3,815	3,815	3,815	23,089
Equipos y maquinarias	20%	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	0
Edificios, infraestructura y construcciones	3%	815	815	815	815	815	23,089
Campamentos		9,796	9,796	9,796	9,796	9,796	107,542
Equipos y maquinarias	20%	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	0
Edificios, infraestructura y construcciones	3%	3,796	3,796	3,796	3,796	3,796	107,542
3. Infraestructura Auxiliar mina	3%	19,380	19,380	19,380	19,380	19,380	549,100
4.Campamentos	3%	71,903	71,903	71,903	71,903	71,903	2,037,260
5. Carreteras de acceso y tránsito	3%	8,850	8,850	8,850	8,850	8,850	250,750
Energía		241,185	241,185	241,185	241,185	241,185	464,898
Equipos y maquinarias	20%	224,777	224,777	224,777	224,777	224,777	0
Edificios, infraestructura y construcciones	3%	16,408	16,408	16,408	16,408	16,408	464,898
Depreciación Anual Acumulada		2,816,135	2,816,135	2,816,135	2,816,135	2,816,135	7,958,291

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.6.2.7. Impuestos y Regalías

Se considera para este proyecto, el impuesto a la renta determinado en un 30% y 1% para la distribución de las regalías correspondientes.

3.6.2.8. Participación y Utilidades

Se determina en un 8% en base a la utilidad operativa.

3.6.2.9. Flujo de Caja Económico

Tabla 55:
Flujo de caja económico.

FLUJO DE CAJA ECONÓMICO																	
	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8		
	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8	Semestre 9	Semestre 10	Semestre 11	Semestre 12	Semestre 13	Semestre 14	Semestre 15	Semestre 16	
INGRESOS																	
Toneladas tratadas (t)	0	0	0	0	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	61,143	10,657	
Valor por tonelada (US\$/t)					177.63	236.57	278.19	306.68	369.03	296.84	218.68	251.75	251.57	217.22	194.34	185.15	
Total Ventas	0	0	0	0	11,190,978	14,904,016	17,525,839	19,320,640	23,248,948	18,701,046	13,776,963	15,860,361	15,848,668	13,684,784	11,882,689	1,973,095	
EGRESOS																	
Inversiones	9,212,040	9,500,232	8,902,770	8,740,662	1,109,646	983,562	808,819	862,855	925,897	709,753	929,882	929,882	1,537,270	1,537,270	1,537,270	1,537,270	
Inversión Mina	2,198,654	2,486,846	2,360,762	2,198,654	738,492	612,408	486,324	540,360	603,402	387,258	0	0	0	0	0	0	
Inversión Planta Metalúrgica	2,389,059	2,389,059	2,389,059	2,389,059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infraestructura	3,643,408	3,643,408	3,643,408	3,643,408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Medio Ambiente	866,104	866,104	487,233	487,233	348,846	348,846	300,187	300,187	300,187	300,187	907,575	907,575	1,514,963	1,514,963	1,514,963	1,514,963	
Inversión Social	114,815	114,815	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	
Costos Variables de Operación	0	0	0	0	7,498,260	7,498,260	7,760,699	7,760,699	8,032,324	8,032,324	8,313,455	8,313,455	8,604,426	8,604,426	8,643,022	1,506,457	
Mina	0	0	0	0	2,551,500	2,551,500	2,640,803	2,640,803	2,733,231	2,733,231	2,828,894	2,828,894	2,927,905	2,927,905	2,941,038	512,616	
Planta Metalúrgica	0	0	0	0	2,123,100	2,123,100	2,197,409	2,197,409	2,274,318	2,274,318	2,353,919	2,353,919	2,436,306	2,436,306	2,447,234	426,547	
Energía	0	0	0	0	2,307,060	2,307,060	2,387,807	2,387,807	2,471,380	2,471,380	2,557,879	2,557,879	2,647,404	2,647,404	2,659,280	463,506	
Servicios Generales	0	0	0	0	516,600	516,600	534,681	534,681	553,395	553,395	572,764	572,764	592,810	592,810	595,469	103,789	
Costos Fijos de Operación	0	0	0	0	315,000	315,000	326,025	326,025	337,436	337,436	349,246	349,246	361,470	361,470	363,091	63,286	
Depreciación	0	0	0	0			2,816,135		2,816,135		2,816,135		2,816,135		2,816,135		7,958,291
UTILIDAD OPERATIVA	-	-	-	-	2,268,072	3,291,059	8,630,296	7,554,926	13,953,292	6,805,399	4,184,380	3,451,643	5,345,502	365,483	1,339,306	-9,092,209	
Participación de Utilidades						444,731		1,294,818		1,660,695		610,882		456,879		-	

UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9,212,040	9,500,232	8,902,770	8,740,662	2,268,072	2,846,329	8,630,296	6,260,108	13,953,292	5,144,703	4,184,380	2,840,761	5,345,502	-91,396	1,339,306	9,092,209
Regalias						260,950		368,465		419,500		296,373		295,335		138,558
Impuesto a la Renta						1,534,320		4,467,121		5,729,399		2,107,542		1,576,232		0
UTILIDA NETA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9,212,040	9,500,232	8,902,770	8,740,662	2,268,072	1,051,058	8,630,296	1,424,522	13,953,292	1,004,195	4,184,380	436,846	5,345,502	1,962,962	1,339,306	9,230,766

VAN -13,198,728

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.6.3. Flujo de Caja Financiero

Para la elaboración del flujo de caja financiero se consideró los ingresos y egresos.

3.6.3.1. Ingresos

Los ingresos se dan por la venta de la producción de mineral, por tanto, se calcula multiplicando las toneladas tratadas por el valor por tonelada del mineral de cabeza (VPT).

El cálculo del VPT (\$/t) del mineral de cabeza se encuentra detallado al capítulo de reservas minerales. Por otra parte, el costo de capital se subdividió en cinco principales costos: Inversión Mina, Inversión Planta Metalúrgica, Infraestructura, Medio Ambiente e Inversión Social.

3.6.3.2. Egresos

- Inversiones

Los egresos de las inversiones para el flujo de caja se distribuyen de esta manera:

Inversiones etapa pre-producción: Estas se realizan en los dos primeros años. Estas son las siguientes:

Inversiones etapa producción: Se realizan durante los 6 años de etapa de explotación de la mina.

- Costos de operación

El costo de operación se determinó para las áreas de mina, Planta Metalúrgica y disposición de relaves, así como para la energía.

Producto de estos dos ítems (ingresos y egresos), se obtuvo el flujo de caja financiero, el cual resulta del resumen de entradas y salidas efectivas de dinero a lo largo de la vida útil del proyecto. A continuación, se presenta el flujo de caja del proyecto para los 2 primeros años de pre-producción y los 6 años de explotación.

Tabla 56:
Flujo de caja financiero.

FLUJO DE CAJA FINANCIERO																
	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8	
	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8	Semestre 9	Semestre 10	Semestre 11	Semestre 12	Semestre 13	Semestre 14	Semestre 15	Semestre 16
INGRESOS																
Toneladas tratadas (t)	0	0	0	0	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	61,143	10,657
Valor por tonelada (US\$/t)					177.63	236.57	278.19	306.68	369.03	296.84	218.68	251.75	251.57	217.22	194.34	185.15
Total Ventas	0	0	0	0	11,190,978	14,904,016	17,525,839	19,320,640	23,248,948	18,701,046	13,776,963	15,860,361	15,848,668	13,684,784	11,882,689	1,973,095
EGRESOS																
Inversiones	9,212,040	9,500,232	8,902,770	8,740,662	1,109,646	983,562	808,819	862,855	925,897	709,753	929,882	929,882	1,537,270	1,537,270	1,537,270	1,537,270
Inversión Mina	2,198,654	2,486,846	2,360,762	2,198,654	738,492	612,408	486,324	540,360	603,402	387,258	0	0	0	0	0	0
Inversión Planta Metalúrgica	2,389,059	2,389,059	2,389,059	2,389,059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestructura	3,643,408	3,643,408	3,643,408	3,643,408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Medio Ambiente	866,104	866,104	487,233	487,233	348,846	348,846	300,187	300,187	300,187	300,187	907,575	907,575	1,514,963	1,514,963	1,514,963	1,514,963
Inversión Social	114,815	114,815	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308	22,308
Costos Variables de Operación	0	0	0	0	7,498,260	7,498,260	7,760,699	7,760,699	8,032,324	8,032,324	8,313,455	8,313,455	8,604,426	8,604,426	8,643,022	1,506,457
Mina	0	0	0	0	2,551,500	2,551,500	2,640,803	2,640,803	2,733,231	2,733,231	2,828,894	2,828,894	2,927,905	2,927,905	2,941,038	512,616
Planta Metalúrgica	0	0	0	0	2,123,100	2,123,100	2,197,409	2,197,409	2,274,318	2,274,318	2,353,919	2,353,919	2,436,306	2,436,306	2,447,234	426,547
Energía	0	0	0	0	2,307,060	2,307,060	2,387,807	2,387,807	2,471,380	2,471,380	2,557,879	2,557,879	2,647,404	2,647,404	2,659,280	463,506
Servicios Generales	0	0	0	0	516,600	516,600	534,681	534,681	553,395	553,395	572,764	572,764	592,810	592,810	595,469	103,789
Costos Fijos de Operación	0	0	0	0	315,000	315,000	326,025	326,025	337,436	337,436	349,246	349,246	361,470	361,470	363,091	63,286
Depreciación	0	0	0	0		2,816,135		2,816,135		2,816,135		2,816,135		2,816,135		7,958,291
UTILIDAD OPERATIVA	-9,212,040	9,500,232	8,902,770	8,740,662	2,268,072	3,291,059	8,630,296	7,554,926	13,953,292	6,805,399	4,184,380	3,451,643	5,345,502	365,483	1,339,306	9,092,209
Participación de Utilidades						444,731		1,294,818		1,660,695		610,882		456,879		-
Gastos Financieros						1,890,497		1,632,793		1,354,473		1,053,887		729,255		-378,651
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	-9,212,040	9,500,232	8,902,770	8,740,662	2,268,072	955,832	8,630,296	4,627,315	13,953,292	3,790,231	4,184,380	1,786,874	5,345,502	-820,650	1,339,306	8,713,557
Regalías						260,950		368,465		419,500		296,373		295,335		138,558
Impuesto a la Renta						967,171		3,977,283		5,323,057		1,791,376		1,357,456		0
UTILIDA NETA	-9,212,040	9,500,232	8,902,770	8,740,662	2,268,072	-272,289	8,630,296	281,567	13,953,292	1,952,326	4,184,380	-300,875	5,345,502	2,473,440	1,339,306	8,852,115
Préstamo	5,987,826	6,175,151	5,786,800	5,681,430												
Capital de Trabajo				12,724,497												
Amortización Principal						3,221,297		3,479,001		3,757,321		4,057,907		4,382,539		-4,733,142
FLUJO DE CAJA	-3,224,214	-3,325,081	-3,115,969	9,665,265	0	-1,225,514	5,432,862	5,432,862	8,243,645	8,243,645	-174,402	-174,402	-1,510,478	-1,510,478	-2,779,666	-2,779,666
VAN 6,943,381																
TIR 24.2%																

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.6.4. Préstamo y amortización

Se asume que, para iniciar el proyecto, se realiza 65% de financiamiento con préstamos externos y un 25% de financiamiento propio

El servicio de deuda, calculada de la cuota total de amortización de la deuda, es decir el principal y el interés con una tasa de 8% anual.

Tabla 57:
Amortiguación de deuda.

PORCENTAJE DE PRÉSTAMO 65%						
PRÉSTAMO 65%: 23,631,208						
Tasa: 8%						
Plazo (Años): 6.00						
	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
periodo (n)	1	2	3	4	5	6
Cuota	\$5,111,793.86	\$5,111,793.86	\$5,111,793.86	\$5,111,793.86	\$5,111,793.86	\$5,111,793.86
Principal	\$3,221,297.23	-\$3,479,001.01	-\$3,757,321.09	-\$4,057,906.77	\$4,382,539.32	\$4,733,142.46
Intereses	\$1,890,496.63	-\$1,632,792.85	-\$1,354,472.77	-\$1,053,887.08	\$729,254.54	\$378,651.40
Saldo	\$20,409,910.64	\$16,930,909.64	\$13,173,588.55	\$9,115,681.78	\$4,733,142.46	\$0.00

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.6.5. Resultados Financieros (VPN y TIR)

Dado que el análisis de flujo de caja no es suficiente para determinar la rentabilidad del proyecto, es necesario completarlo con indicadores de rentabilidad como son los siguientes: el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

3.6.6. Valor Presente Neto (VPN)

El valor presente neto es el valor de los flujos de ingresos y egresos futuros, actualizados (capitalizados) a una tasa de descuento. En sí es un indicador que toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, es decir el costo de oportunidad de la inversión.

El VPN del presente proyecto asciende a US\$ 6,943,380.

3.6.7. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es la tasa de descuento que hace que el valor actual neto sea igual a cero. Se determina que el proyecto es rentable si el TIR es mayor que la tasa de descuento.

Para el presente proyecto se asumió una tasa de descuento anual de 10%, el cual comparándolo con el TIR anual igual a 24.15% indica que el proyecto representa una mejor opción de inversión.

3.6.8. Análisis de Sensibilidad

En análisis de sensibilidad consiste en determinar el efecto que tendrían sobre el valor del proyecto (VPN, TIR), los cambios en uno o más de los valores estimados de las variables del proyecto.

Para el presente proyecto, el análisis de sensibilidad se realizó a la variación del precio del oro.

Debido a que el precio del oro influye directamente al VPT, entonces se realizó el cálculo del VPT para cada año de acuerdo a los diferentes precios de oro, para lo cual se determinó su VPN y TIR mediante el flujo de caja.

En la siguiente tabla se puede apreciar los valores de VPN y TIR, de acuerdo a la variación del precio del oro.

Tabla 58:

Variación del VPT según el precio del oro.

Factor Au	0.14	0.18	0.21	0.24	0.28	0.23	0.17	0.19	0.19	0.17	0.15	0.14	Indicadores Económicos	
Variación de precios de Au	Valor por Tonelada (US\$/t)												VPN	TIR
	Semes 5	Semes 6	Semes 7	Semes 8	Semes 9	Semes 10	Semes 11	Semes 12	Semes 13	Semes 14	Semes 15	Semes 16		
1600	218.63	291.17	342.39	377.45	454.19	365.34	269.15	309.85	309.62	267.35	239.19	227.87	26,912,276	47.54%
1500	204.96	272.97	320.99	353.86	425.80	342.51	252.33	290.48	290.27	250.64	224.24	213.63	20,255,978	41.69%
1400	191.30	254.77	299.59	330.27	397.42	319.68	235.50	271.12	270.92	233.93	209.29	199.39	13,599,679	34.40%
1300	177.63	236.57	278.19	306.68	369.03	296.84	218.68	251.75	251.57	217.22	194.34	185.15	6,943,381	24.16%
1200	163.97	218.37	256.79	283.09	340.64	274.01	201.86	232.39	232.21	200.51	179.39	170.90	287,083	0.00%
1100	150.31	200.18	235.39	259.50	312.26	251.17	185.04	213.02	212.86	183.80	164.44	156.66		
1000	136.64	181.98	213.99	235.91	283.87	228.34	168.22	193.66	193.51	167.09	149.50	142.42		
950	129.81	172.88	203.29	224.11	269.68	216.92	159.81	183.97	183.84	158.74	142.02	135.30		
940	128.44	171.06	201.15	221.75	266.84	214.64	158.12	182.04	181.90	157.07	140.53	133.87		
900	122.98	163.78	192.59	212.31	255.48	205.51	151.40	174.29	174.16	150.38	134.55	128.18		
800	109.31	145.58	171.19	188.72	227.10	182.67	134.57	154.92	154.81	133.67	119.60	113.94		

Fuente: Elaboración propia, 2017.

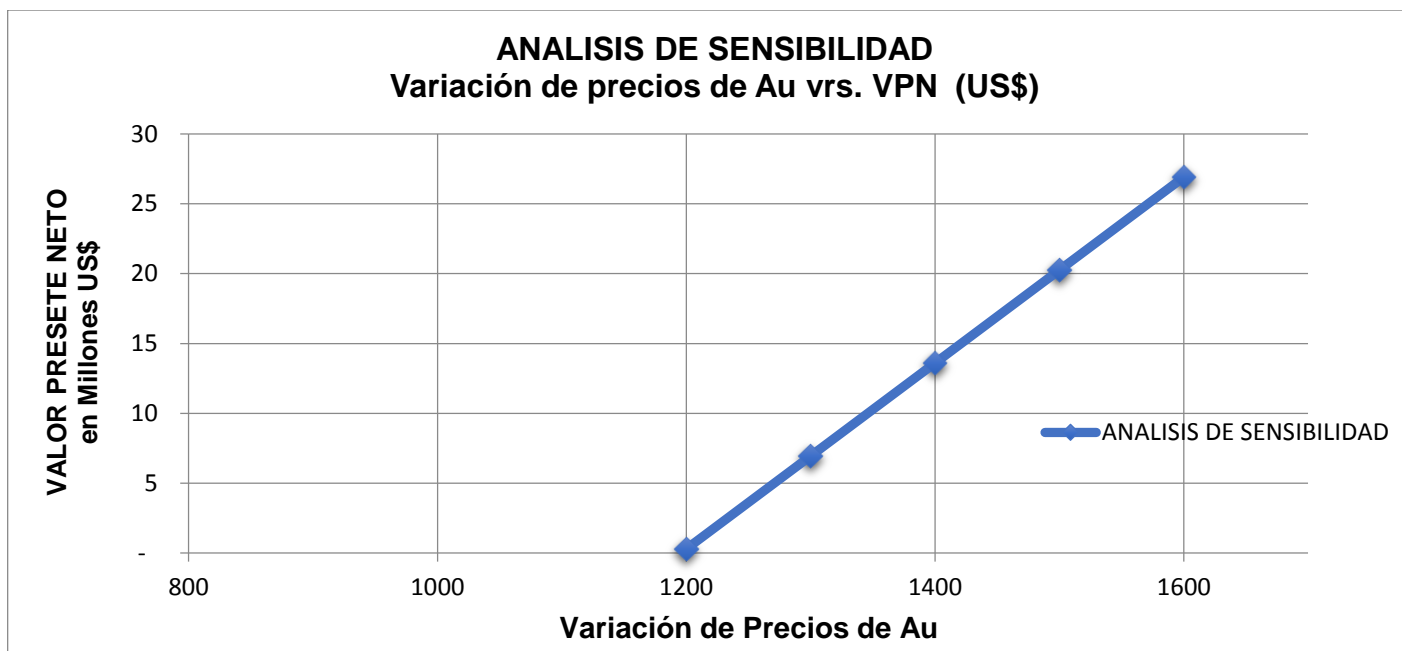


Figura 16: Variación de precios Au vs VPN.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la figura 16 se puede apreciar que, a menor precio del oro, el valor presente neto (VPN) del proyecto se reduce significativamente, llegando a tener un valor de cero a un precio de oro de US\$ 1200/oz, es decir, a partir de ese precio se obtienen ganancias y, en contraste, cualquier valor menor a este hace que el proyecto no sea rentable.

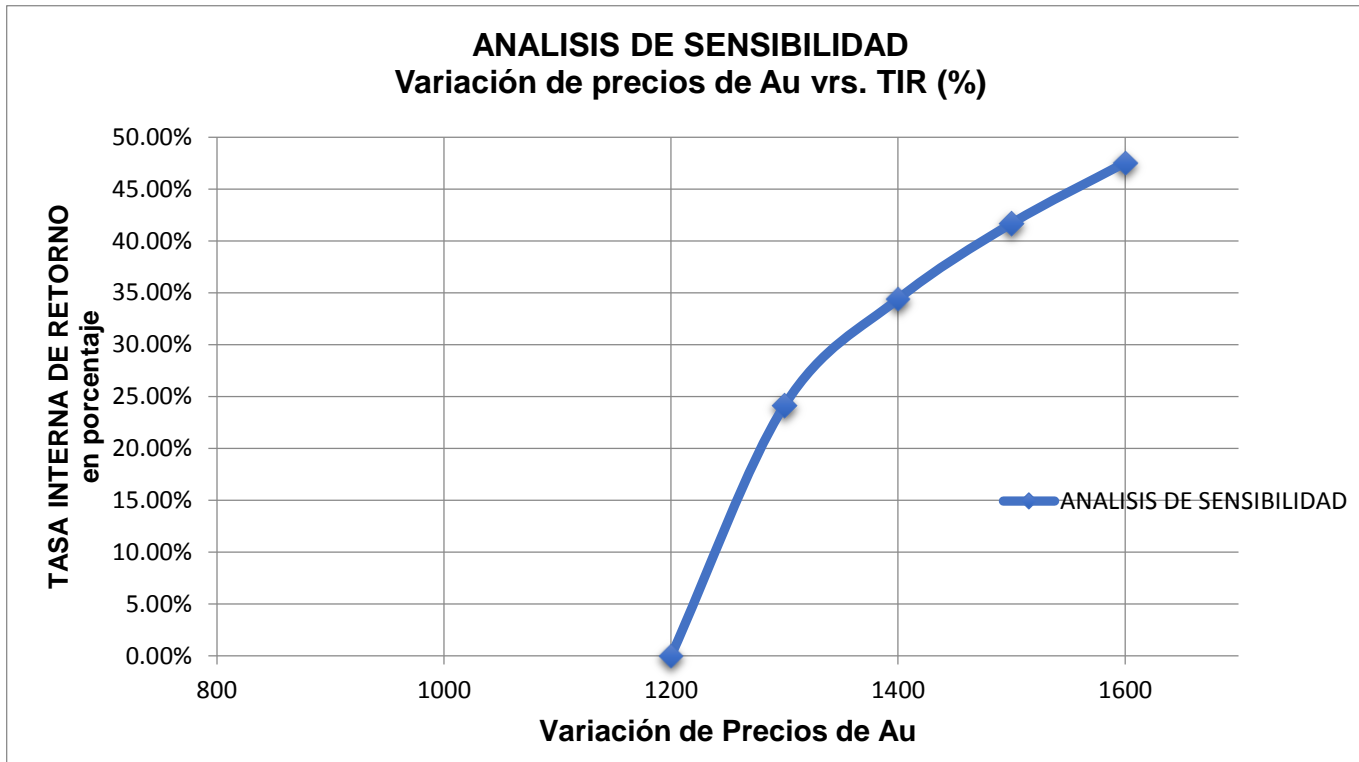


Figura 17: Variación de precios Au vs TIR.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

En la figura 17 se muestra el análisis de sensibilidad de la tasa interna de retorno (TIR) con respecto la variación de precios del oro, en donde se aprecia que, conforme se disminuye este, la tendencia del TIR también es decreciente.

Se sabe que la TIR debe ser mayor que la tasa de descuento (10%) y en el gráfico se puede apreciar que el precio del oro que hace que la TIR sea esta cantidad es US\$ 1200/oz; por lo tanto, si la cotización del oro llega a niveles inferiores a este monto, entonces la mejor opción.

3.7. Análisis de riesgo

3.7.1. Permisos - zona de amortiguamiento

El yacimiento se encuentra emplazado en una zona de amortiguamiento, lo que hará que la consecución de los permisos ambientales tome mayor tiempo a los estimados debido a que un número mayor de organismos estatales deben verificar la sostenibilidad ambiental del proyecto.

3.7.2. Agua y manejo de bofedales (suelos)

En la zona de trabajo del proyecto se ha identificado diferentes bofedales, algunos de los cuales deberán tener un trato especial a la hora de la construcción de la mina, tratando de evitar al máximo la desaparición de los mismos.

3.7.3. Incremento de Capex y Opex

El incremento promedio de los costos referentes al capex y opex de proyectos de esta naturaleza ha tenido un aumento anual de 7.5% en los últimos 5 años, por lo que este factor debe evaluarse a la hora de tomar la decisión sobre su marcha. En el presente proyecto se considera un aumento anual de 3.5% de los costos de operación.

3.7.4. Falta de personal calificado en la industria

En recientes estudios realizados por universidades e institutos independientes se ha identificado la falta de personal técnico y profesional calificado en la industria minera, siendo el déficit del orden del 25%, lo cual se agrava debido a que los salarios de esta industria se encuentran 50% por encima de los salarios del resto de la industria nacional.

3.7.5. Logística: Demora en equipos

Actualmente, el tiempo de adquisición y recibo de equipos para la extracción de recursos minerales se estima hoy en seis meses en promedio, estando ello por encima del tiempo histórico de cuatro meses, por lo que proyectos de este tipo se ven obligados a la adquisición de maquinaria 6 meses antes de que acabe la ingeniería de detalles de los mismos.

3.7.6. Entorno social contrario de la minería en el Perú

La crisis originada por el proyecto Conga y su repercusión en la zona de Espinar deben considerarse como un factor de riesgo para el proyecto Millo, siendo para ello importante desde un inicio el mantener informado a los pobladores sobre los avances del mismo, además de proveerlos de empleo en la medida de lo posible.

3.7.7. Demoras en permisos ambientales

Debido a la ubicación y a la coyuntura social del Perú, se estima que proyectos de este tipo demorarán en la aprobación de los permisos un promedio de 18 meses, los cuales deberán considerarse al momento de desarrollar la ingeniería.

3.7.8. Alto costo del cianuro

Este producto se encuentra actualmente sobrevaluado, US\$ 6 / kilo, encareciendo la extracción de metales preciosos en proyectos de esta naturaleza, lo que representa un riesgo a la sostenibilidad del proyecto si este costo se vuelve a duplicar.

3.7.9. Acceso a red nacional de electrificación

En condiciones actuales, el no poder tener acceso a la red nacional de electrificación, trae como consecuencia un incremento en inversión y en costo al proyecto al generar la energía mediante grupos electrógenos, así como estar sujetos al precio del petróleo en el mercado internacional.

3.8. Indicadores Económicos

Luego de saber la inversión en desarrollo y preparación mina, se realizó una evaluación económica mediante la elaboración de un flujo de caja económico. Esta evaluación económica se realizó con los siguientes parámetros:

- Tasa de descuento: 10%
- Años de inversión inicial: 2 años

Tabla 59:
Indicadores económicos.

	CORTE Y RELLENO (350 t/d)	Unidad
	Ley de corte	3.5 g/t
	Vida de proyecto	9.7 años
	Valor por tonelada	215 \$/t
CAPEX	Capex TOTAL	45,250,000 US\$
	Capex mina	12,210,000 US\$
	Inversión preparación mina	9,006,000 US\$
	Inversión equipamiento mina	3,214,000 US\$
OPEX	Opex TOTAL	124.0 \$/t
	Opex mina	50 \$/t

Recursos diluidos	Tonelaje	943,358	t
	Potencia	4.08	m
Indicadores económicos	VPN	11,745,000	US\$
	TIR	20.4	%

TALADROS LARGOS (350 t/d)		Unidad	
	Ley de corte	3.5	g/t
	Vida de proyecto	11.2	años
	Valor por tonelada	192	\$/t
CAPEX	Capex TOTAL	56,750,000	US\$
	Capex mina	21,526,000	US\$
	Inversión preparación mina	16,306,000	US\$
	Inversión equipamiento mina	4,950,000	US\$
OPEX	Opex TOTAL	112.7	\$/t
	Opex mina	37.7	\$/t
Recursos diluidos	Tonelaje	1,131,607	t
	Potencia	4.28	m
Indicadores económicos	VPN	2,025,370	US\$
	TIR	11.4	%

Fuente: Elaboración propia, 2017.

El resultado de esta evaluación nos muestra una diferencia de US\$ 9.7 MM en cuanto al VPN a favor de corte y relleno. Además, el TIR utilizando el método de corte y relleno es de 20.4%, contra un valor de 11.4% de taladros largos. En la siguiente figura se muestra la comparación de los indicadores económicos:

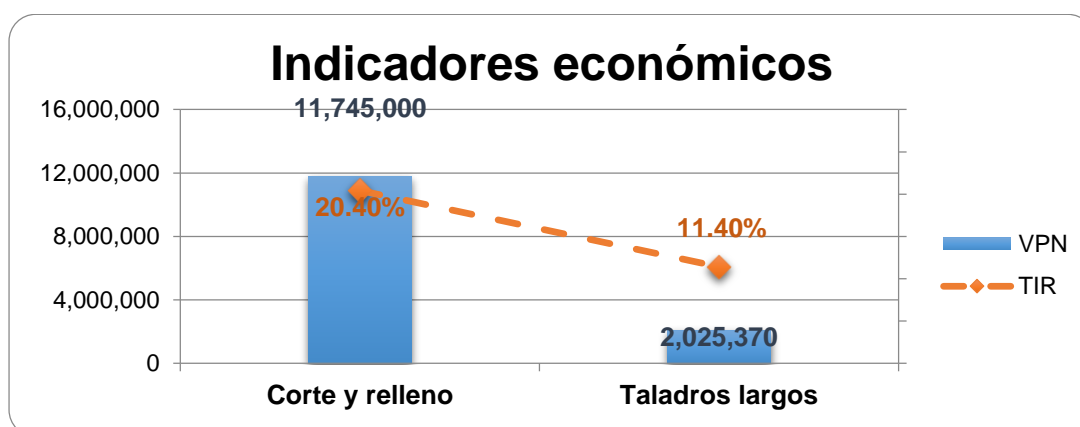


Figura 18: Indicadores económicos.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

CONCLUSIONES

- El costo del capital (CAPEX) del proyecto minero Mollo del Consorcio Minero Horizonte S.A., se ha determinado considerando el costo del capital de mina, el costo del capital de la planta metalúrgica, costo capital de la infraestructura, costo capital en medio ambiente y costo del capital de sostenibilidad; El monto total de las inversiones requeridas por el proyecto asciende a US\$ 48,910,000.
- El costo de Operación (OPEX) del proyecto minero Mollo del Consorcio Minero Horizonte S.A., se determinado en base a dos aspectos, el primero son los costos variables de operación que comprenden el costo de operación en mina, el costo de operación de la planta metalúrgica, el costo operativo de la energía y el costo de servicios generales. El segundo comprende los costos fijos de operación. El costo total asciende a 124 \$/t.
- Producto del análisis financiero, el VPN del proyecto es US\$ 6' 943,380 y el TIR determinado es 24.15%, el cual se encuentra por encima del valor esperado en proyectos de este tipo. Se consideró necesario un préstamo de 65% de la inversión inicial, por lo cual la diferencia es el capital de trabajo necesario para iniciar el proyecto. Con dos años de inversión inicial.

RECOMENDACIONES

- Hacer un censo poblacional que determine el número exacto de habitantes de las comunidades aledañas al proyecto y el plan de desarrollo de las mismas, que les permita a los pobladores conocer las ventajas de desarrollar actividades mineras en su zona de influencia.
- Capacitar al personal, para desarrollar actividades ligadas a la explotación del yacimiento. Esto asegurará mano de obra local y una buena relación comunitaria.
- Iniciar el Estudio de Factibilidad del Proyecto con una Fase de Exploración Complementaria con el fin de incrementar los recursos y aumentar el nivel de certeza de los mismos mediante taladros y labores mineras. Se ha estimado que se requieren 100 taladros de "In fill" con 20,000 metros, así como el desarrollo de 1,300 metros de labores horizontales (galerías de reconocimiento) en dos niveles diferentes sobre la veta Española. Se hace esta recomendación basada en el conocimiento actual del potencial del yacimiento considerando que de confirmarse mayor recursos y reservas mejorarían sustancialmente las expectativas del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azálgara, M. (2013). *Estudio de Factibilidad para la Implementación de un Programa de Mantenimiento de Fajas Transportadoras en Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. Piura*. Recuperado de : <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2049>.

Cámara Minera del Perú. (2017). *Proyectos Mineros de Inversión: Evaluación Técnico - Económica. Perú Minero*, 18-56. Recuperado de: http://info.igme.es/SidPDF/067000/513/67513_0001.pdf.

Cruz, H. (2016). *Estudio de Factibilidad de la Explotación de la Cantera Caimital en el Municipio de Turbaco (Bolívar)*. Bogotá. Recuperado de: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10>.

GeoMinero. (2012). *Manual de Evaluación Técnico - Económica de Proyectos Mineros de Inversión*. Madrid. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books/about>.

Husillos, R. (2013). *Proyectos Mineros y Energéticos*. España. Recuperado de: <http://www.igme.es/PanoramaMinero/Panorama%20minero%>.

León, G. (2015). *Análisis de Inversión y Rentabilidad de un Proyecto Aurífero a Nivel de Estudio de Factibilidad*. Lima. Recuperado de: <http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/627/1/>.

Luna, J. (2015). *Análisis Económico Financiero de Proyectos Mineros de Inversión - Evaluación del Proyecto Corani*. Luna. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/266116052>.

Martinez, J. (2012). *Aspectos Referidos al Dimensionamiento Técnico – Económico de Proyectos Mineros de Inversión*. Buenos Aires. Recuperado de: <http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/geoeconomica>.

Mendoza, O. (2012). *Cajamarca: ¿un cluster minero?* Cajamarca, Perú: Universidad César Vallejo. Recuperado de: <http://www.rumbominero.com/noticias/mineria>.

Meres, I. (2014). *Evaluación de Riesgos Asociados a Proyectos de Inversión Minera: Caso Mina Cuprosa*. Lima. Recuperado de: <http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI>.

Naranjo, R. (2014). *Modelo de Riesgo para la Evaluación Económico Financiera de Proyectos Mineros*. Sevilla: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: <http://oa.upm.es/236/1/06200508.pdf>.

Pino, A. (2013). *Minera Gabriela Mistral: ¿Una Buena Opción de Inversión para Chile?* Santiago de Chile. Recuperado de: <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/1322>

Rojas, C. (2013). *Propuesta Metodológica para la Valoración Económica de Recursos Minerales en el Marco del Desarrollo Sostenible*. Medellín. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1819/1/98552986>.

Zamalloa, D. (2014). *Análisis del impacto de la presencia de actividad minera sobre la pobreza a nivel distrital de la región Cajamarca, entre los años 2012 y 2014*. Cajamarca: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA LA EXPLOTACIÓN MINERA DEL PROYECTO MILLO DEL CONSORCIO MINERO HORIZONTE S.A. DISTRITO OROPESA, PROVINCIA ANTABAMBA, REGIÓN APURÍMAC, 2017"						
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MUESTRA	DISEÑO	INSTRUMENTO
Problema Principal	Objetivos General	Hipótesis General	Variable Dependiente		Método	
¿Cuáles son los factores que intervienen en el estudio de factibilidad técnica para la explotación minera del proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017?	Estudiar la factibilidad técnica para la explotación minera del proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017.	El estudio de factibilidad técnica influye favorablemente para el inicio de la explotación minera del proyecto millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017.	Explotación Minera	Proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte.	Método general: Análisis y comparación. Método específico: Observación y medición.	- Entrevista - Análisis de Información - Encuesta
Problemas Secundarios	Objetivos Específicos	Hipótesis Secundarias	Variable Independiente			
<ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es el costo de capital (CAPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. y cómo influye en el estudio de factibilidad del proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017? - ¿Cuál es el costo de Operación (OPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. y cómo influye en el estudio de factibilidad del proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017? - ¿Por qué realizar el análisis económico – financiero del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A.? 	<ul style="list-style-type: none"> - Estimar el costo de capital (CAPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. para evaluar su puesta en marcha por el Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017. - Estimar el costo de Operación (OPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. para determinar la inversión por el Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017. - Realizar el análisis económico – financiero del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. para ser explotado por el Consorcio Minero Horizonte S.A. distrito Oropesa, provincia Antabamba, región Apurímac, 2017. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estimando el costo de capital (CAPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. se evaluará la viabilidad de la inversión. - Al estimar el costo de Operación (OPEX) del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. se determinará el Pay back y por ende su viabilidad económica. - Realizando el análisis económico – financiero del proyecto minero Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. de evaluar su puesta en marcha. 	Estudio de Factibilidad			

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Anexo 2: Instrumentos de Validación

2.1. Encuesta para los pobladores del área de influencia

Lea atentamente y conteste las siguientes preguntas con un SI o un NO.

Gracias de antemano

1. ¿Está de acuerdo con el desarrollo del proyecto minero Millo?

SI ()

NO ()

2. ¿Conoce el tipo de explotación del proyecto Minero Millo?

SI ()

NO ()

3. ¿Qué opina acerca del impacto que causará el proyecto Minero Millo?

MUY BUENO ()

BUENO ()

REGULAR ()

MALO ()

MUY MALO ()

4. ¿Qué tipo de relación social tiene con el personal del proyecto Minero Millo?

MUY BUENA ()

BUENA ()

REGULAR ()

MALA ()

MUY MALA ()

5. ¿Qué tipo de desarrollo tendrá usted con la puesta en marcha del proyecto Minero Millo?

SOCIAL ()

ECONÓMICO ()

PERSONAL ()

COGNITIVO ()

2.2. Entrevista para los directivos de la empresa Consorcio Minero Horizonte

Lea atentamente y conteste las siguientes preguntas con un SI o un NO.

Gracias de antemano

1. ¿Qué tipo de metas tienen con respecto al proyecto minero Millo?

CORTO PLAZO ()

MEDIANO PLAZO ()

LARGO PLAZO ()

¿Porqué?

.....
.....
.....

2. ¿Cómo se viene desarrollando actualmente el proyecto Minero Millo, en términos de inversión?

.....
.....
.....
.....

3. ¿Cómo se viene desarrollando actualmente el proyecto Minero Millo, en términos de exploración?

.....
.....
.....
.....

4. ¿Cómo se viene desarrollando actualmente el proyecto Minero Millo, en términos sociales?

.....
.....
.....
.....

5. ¿Cuáles cree que son los principales aspectos que se deben trabajar para que el proyecto Minero Millo se desarrolle correctamente?

-
.....
-
.....

6. ¿Qué medidas o sistemas de seguridad minera y salud en el trabajo se aplicarán en el proyecto Minero Millo?

.....
.....
.....
.....

7. ¿Qué medidas o sistemas ambientales se aplicarán en el proyecto Minero Millo?

.....
.....
.....
.....

8. ¿Cómo se trabajará el tema de responsabilidad social y programas aplicarán en el proyecto Minero Millo?

.....
.....
.....
.....

9. ¿Qué opina sobre los estudios de rentabilidad realizados en el proyecto Minero Millo?

.....
.....
.....
.....

10. ¿Qué resultados sobre viabilidad técnica / económica en el proyecto Minero Millo?

.....
.....
.....

2.3. Entrevista para las autoridades de las zonas distritales y provinciales donde tiene influencia el Proyecto Minero Millo

1. ¿Qué opinión del desarrollo del proyecto Minero Millo le merece?

.....
.....
.....
.....

2. ¿Está de acuerdo con el desarrollo del proyecto Minero Millo?

.....
.....
.....
.....

3. ¿Qué beneficios cree que traerá el desarrollo del proyecto Minero Millo para la comunidad, distrito o provincia la que representa?

.....
.....
.....
.....
.....

4. ¿Qué posibles daños cree que traerá el desarrollo del proyecto Minero Millo para la comunidad, distrito o provincia la que representa?

.....
.....
.....
.....
.....

5. ¿Qué cree que debe mejorar el Consorcio Minero Horizonte respecto al proyecto Minero Millo?

.....
.....
.....
.....

Tabla 60:
Tipos de inversiones.

ALTERNATIVA	PRECIO (US\$/oz)	VANE (US\$*1.000)	TIRE (%)	VANF (US\$*1.000)	TIRF (%)
Optimista	531,70	54.002,5	22,8	44.713,9	15,0
Medio	475,00	35.044,5	20,6	25.755,9	11,9
Pesimista	418,30	14.637,5	16,2	5.348,9	10,4

Fuente: Luna, 2015.

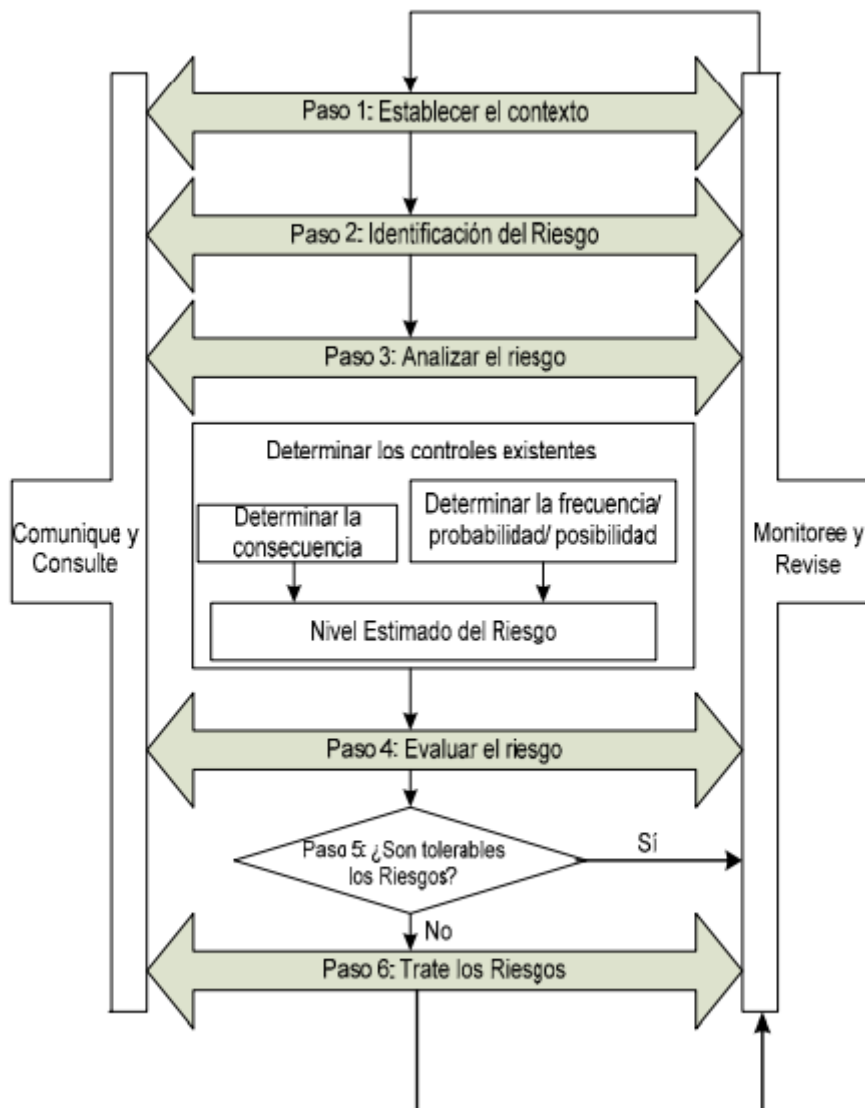


Figura 19: Proceso Genérico de Manejo de Riesgos.
Fuente: Cruz, 2017.



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE
INVESTIGACIÓN**

I. DATOS GENERALES EXPERTO PROFESIONAL 1:

1.1. Título de la Tesis:

.....
.....
.....
.....

1.2. Autor de la Tesis:

.....
.....

1.3. Apellidos y nombres del experto:

.....
.....

1.4. Institución donde Labora:

.....
.....

1.5. Cargo que ejerce y Grado:

.....
.....

1.6. Nombre del instrumento que se va a validar:

.....
.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	MUY BAJA		BAJA		REGULAR		BUENA		MUY BUENA	
		0	11	21	31	41	51	61	71	81	91
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
CLARIDAD	Lenguaje apropiado										
OBJETIVIDAD	Expresado con conductas expresables										
ACTUALIDAD	Avance de la investigación										
ORGANIZACIÓN	Orden lógico en los ítems										
SUFICIENCIA	Cantidad y calidad										
INTENCIONALIDAD	Cumple objetivos trazados										
CONSISTENCIA	Suficiente bibliografía										
COHERENCIA	Entre hipótesis, dimensiones e indicadores										
METODOLOGIA	cumple los lineamientos metodológicos										
PERTINENCIA	Asertivo y funcional										

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

.....

.....

Firma del experto

DNI:.....



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE
INVESTIGACIÓN**

I. DATOS GENERALES EXPERTO PROFESIONAL 2:

1.1. Título de la Tesis:

.....
.....
.....
.....

1.2. Autor de la Tesis:

.....
.....

1.3. Apellidos y nombres del experto:

.....
.....

1.4. Institución donde Labora:

.....
.....

1.5. Cargo que ejerce y Grado:

.....
.....

1.6. Nombre del instrumento que se va a validar:

.....
.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

INDICADORES	CRITERIOS	MUY BAJA		BAJA		REGULAR		BUENA		MUY BUENA	
		0	11	21	31	41	51	61	71	81	91
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
CLARIDAD	Lenguaje apropiado										
OBJETIVIDAD	Expresado con conductas expresables										
ACTUALIDAD	Avance de la investigación										
ORGANIZACIÓN	Orden lógico en los ítems										
SUFICIENCIA	Cantidad y calidad										
INTENCIONALIDAD	Cumple objetivos trazados										
CONSISTENCIA	Suficiente bibliografía										
COHERENCIA	Entre hipótesis, dimensiones e indicadores										
METODOLOGIA	cumple los lineamientos metodológicos										
PERTINENCIA	Asertivo y funcional										

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

.....

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

.....

.....

Firma del experto

DNI:.....

Anexo 4: Infraestructura método Corte y Relleno

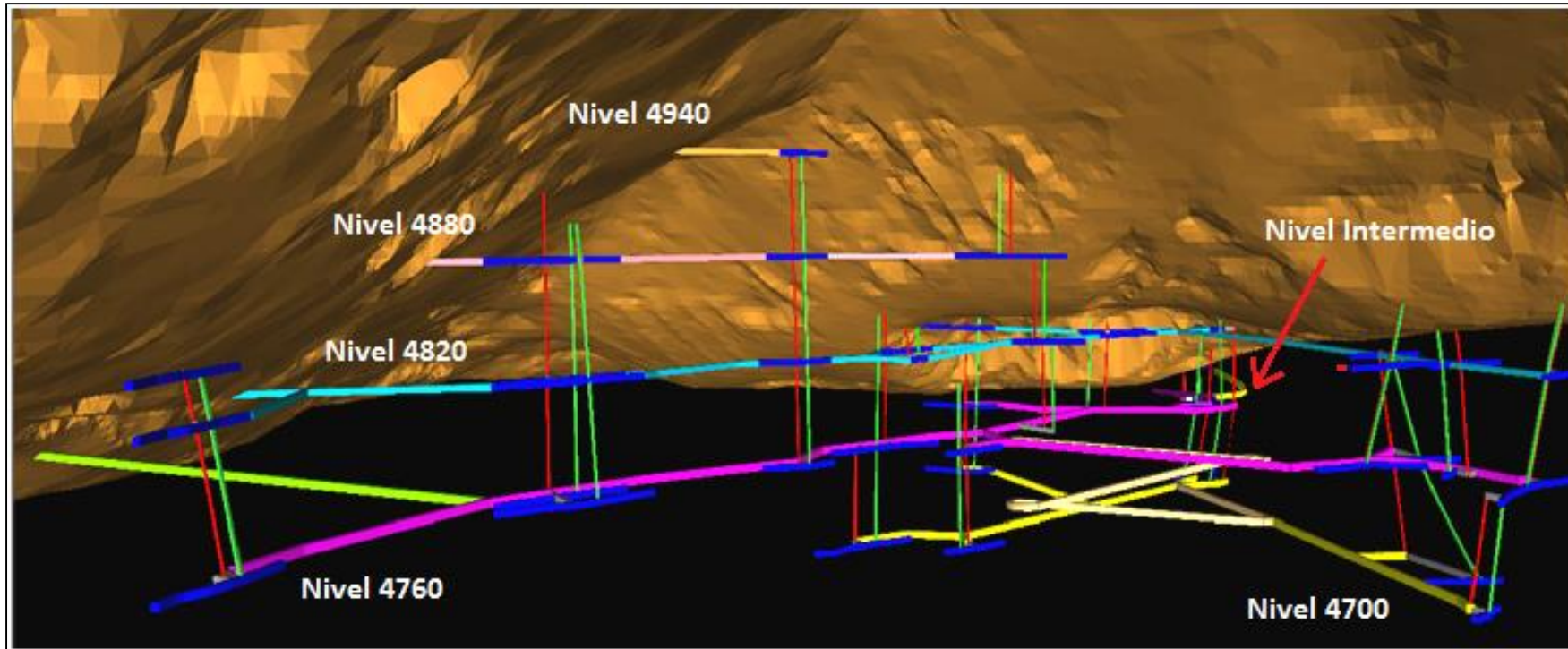


Figura 20: Infraestructura de corte y relleno.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Anexo 5: Estructura método Corte y Relleno

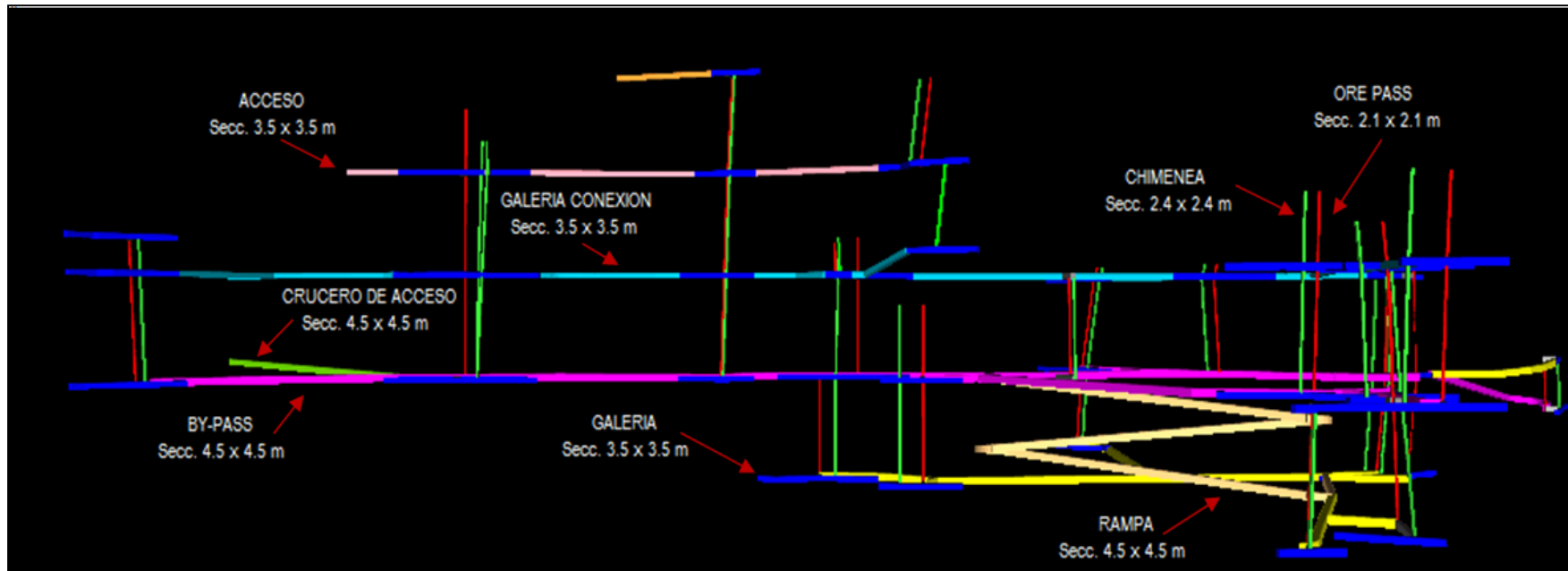


Figura 21: Estructura de corte y relleno.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Anexo 6: Infraestructura método Taladros Largos (Sub Level Stopping)

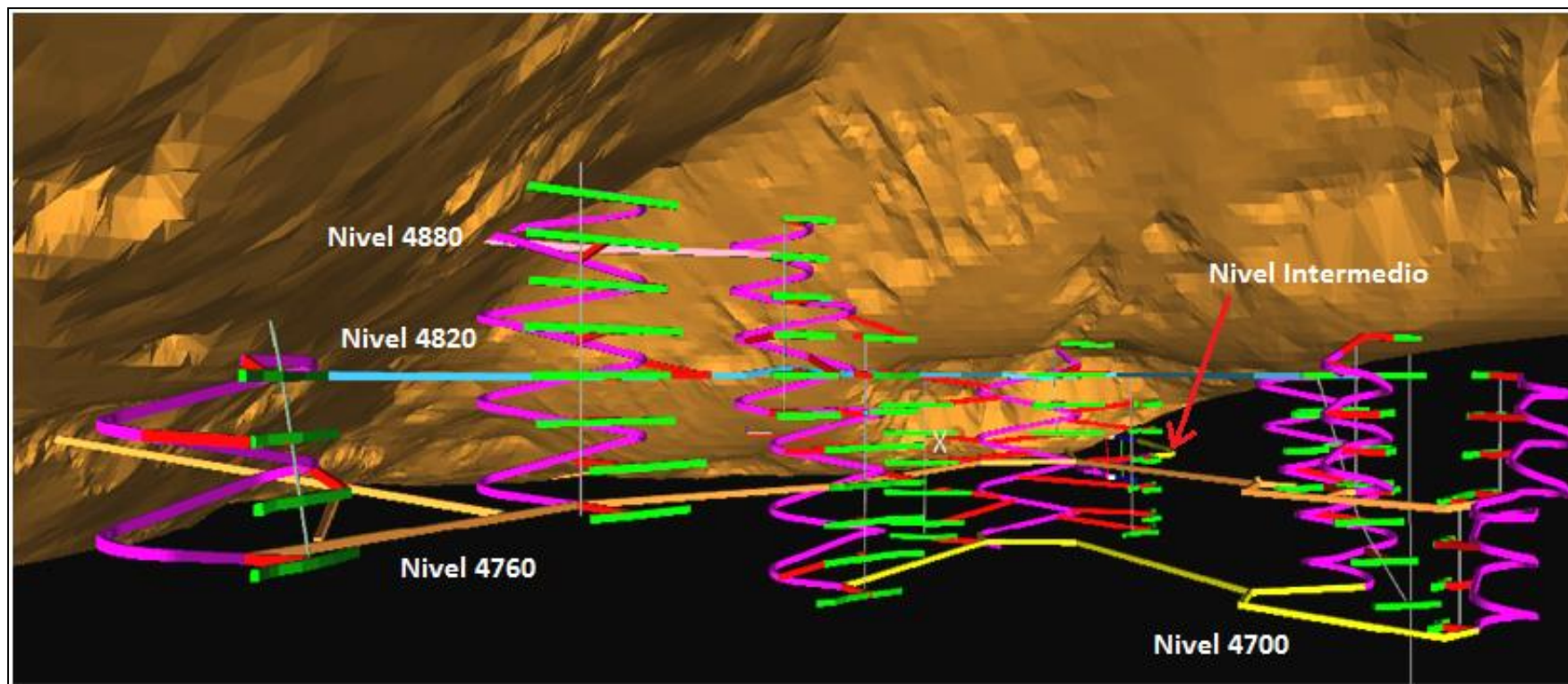


Figura 22: Infraestructura de taladros largos.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Anexo 7: Infraestructura de Accesos a las Galerías

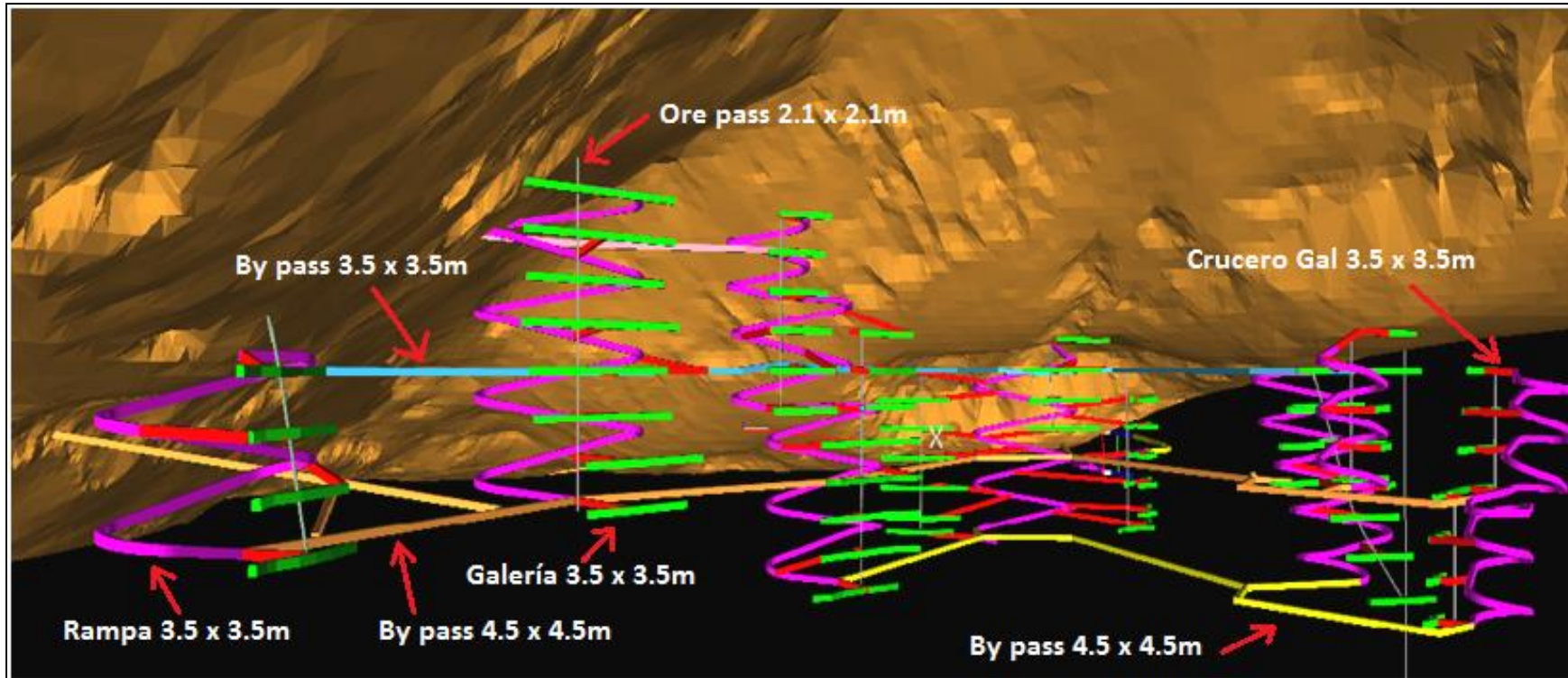


Figura 23: Accesos a las galerías.
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Anexo 8: Plano de Ubicación del Proyecto Millo



Anexo 9: Plano de Ubicación de Componentes Mineros del Proyecto Millo (Vista 1 y 2)

