



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA
LABOR ESPERANZA DEL PROYECTO MINERO LA
CARMINA VI, CAJAMARCA - 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Bach. Robert Abel Gil Ramirez

Bach. Keiko Leonela Ramirez Diaz

Asesor:

Ing. Elmer Ovidio Luque Luque

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico principalmente a Dios; por brindarme salud e inteligencia. A mis padres y hermanos por el inmenso cariño, motivación y apoyo incondicional, para poder lograr mis metas y objetivos trazados.

Keiko Leonela Ramírez Díaz.

Dedico de una manera muy especial a mis padres, hermanos y a toda mi familia, por su apoyo constante, cariño, perseverancia y sobre todo confianza en la investigación de la tesis hasta lograr obtener el título profesional.

Robert Abel Gil Ramírez.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos infinitamente a Dios, por brindarnos salud y cuidar de nosotros para ser personas de bien; a nuestros padres, hermanos, familiares, amigos. Agradecimiento especial al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo (PRONABEC), por su apoyo incondicional. Asimismo, agradecer a la Universidad Privada del Norte – Cajamarca, por la oportunidad de formar parte de esta prestigiosa casa de estudios; a los docentes y al director Shonel Miguel Cáceres Pérez por su gran labor desempeñada. Por otro lado, agradecer a nuestro asesor de tesis Ing., Elmer Ovidio Luque Luque por haber depositado su confianza y apoyo permanente en la elaboración del informe de tesis.

Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	8
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	25
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	28
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	80
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rutas de acceso al proyecto minero La Carmina VI	19
Tabla 2 Coordenadas UTM del proyecto minero La Carmina VI	20
Tabla 3 Forma del yacimiento	28
Tabla 4 Espesor promedio de la veta	29
Tabla 5 Potencia de la veta	29
Tabla 6 Ángulo de inclinación de la veta.....	30
Tabla 7 Inclinación de la veta.....	31
Tabla 8 Resultado del análisis químico	32
Tabla 9 Distribución de leyes de la veta	32
Tabla 10 Resumen de las características geométricas de la labor Esperanza	33
Tabla 11 Resistencia de la compresión simple de la estructura mineralizada	34
Tabla 12 resistencia de la compresión simple de la roca caja techo.....	35
Tabla 13 Resistencia de la compresión simple de la roca caja piso.....	36
Tabla 14 Número de discontinuidades de las estructuras rocosas	37
Tabla 15 Espaciamiento entre fracturas estructura mineralizada	37
Tabla 16 Espaciamiento entre fracturas roca caja techo.....	38
Tabla 17 Espaciamiento entre fracturas roca caja piso.....	39
Tabla 18 Resistencia de las discontinuidades de la estructura mineralizada	40
Tabla 19 Resistencia de las discontinuidades de la caja techo	41
Tabla 20 Resistencia de las discontinuidades de la caja piso	42
Tabla 21 Distribución de valores según la geometría y distribución de leyes del yacimiento	44
Tabla 22 Distribución de valores según las características geomecánicas de la estructura mineralizada.....	45
Tabla 23 Distribución de valores según las características geomecánicas de la roca caja techo..	46
Tabla 24 Distribución de valores según las características geomecánicas de la roca caja piso....	47
Tabla 25 Selección del método de explotación de acuerdo a la valoración total	48
Tabla 26 Valoración del método de explotación de mayor a menor	49
Tabla 27 Para la labor Esperanza la distancia entre taladros se ha considerado intermedia	55
Tabla 28 Para la labor Esperanza el coeficiente de roca se ha considerado intermedia	55

Tabla 29 Datos para calcular los costos de explosivos y accesorios	60
Tabla 30 Cálculo de costo de dinamita 65% en dólares por metro perforado	61
Tabla 31 Cálculo de costo de fulminante N°8 en dólares por metro perforado.....	61
Tabla 32 Cálculo de costo de mecha lenta en dólares por metro perforado	62
Tabla 33 Cálculo de costos de ventilación en dólares	63
Tabla 34 Especificaciones técnicas del winche eléctrico FF-211.....	64
Tabla 35 Especificaciones técnicas del carro minero U-35	64
Tabla 36 Resumen de los costos de voladura	66
Tabla 37 Resumen de costos de aire comprimido y el costo total en (\$/frente)	67
Tabla 38 Resumen de costos de la máquina de perforación y el costo total en (\$/frente).....	68
Tabla 39 Resumen de costo del barreno de perforación y el costo total en (\$/frente).....	69
Tabla 40 Resumen del costo de la broca de perforación y el costo total en (\$/frente)	69
Tabla 41 Resumen del costo de lubricante y el costo total en (\$/frente)	70
Tabla 42 Resumen de los costos de perforación.....	70
Tabla 43 Datos para calcular los costos de mano de obra	71
Tabla 44 Resumen de los costos de limpieza y el costo total en (\$/frente)	72
Tabla 45 Resumen de los costos de sostenimiento con madera.....	73
Tabla 46 resumen de los costos de equipo de protección personal.....	73
Tabla 47 Resumen de los costos de herramientas.....	74
Tabla 48 Resumen descriptivo de los costos de voladura, perforación, ventilación, mano de obra, limpieza, sostenimiento, equipos de protección personal y herramientas	74
Tabla 49 Flujo de caja económico	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación Geográfica de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI	18
Figura 2 Accesibilidad a la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI	19
Figura 3 Vista panorámica del volcánico San Pablo y Volcánico Tembladera	21
Figura 4 Vista panorámica de la Geología estructural	22
Figura 5 Forma del yacimiento	28
Figura 6 Medidas tomadas del espesor de la veta	30
Figura 7 Inclinación de la veta tomada con la Brújula	31
Figura 8 Muestra de la roca mineralizada antes y después del ensayo a la compresión simple ...	34
Figura 9 Muestra de la roca caja techo antes y después del ensayo a la compresión simple	35
Figura 10 Muestra de la roca caja piso antes y después del ensayo a la compresión simple	36
Figura 11 Espaciamiento de fracturas de la estructura mineralizada en la labor Esperanza	37
Figura 12 Espaciamiento de fracturas de la roca caja techo en la labor Esperanza	38
Figura 13 Espaciamiento de fracturas de la roca caja piso en la labor Esperanza	39
Figura 14 Resistencia de las discontinuidades de la estructura mineralizada en la labor Esperanza	40
Figura 15 Resistencia de las discontinuidades de la roca caja techo en la labor Esperanza	41
Figura 16 Resistencia de las discontinuidades de la roca caja piso en la labor Esperanza	42
Figura 17 Obteniendo muestra de mineral para ser analizada	50
Figura 18 Galería principal del proyecto minero La Carmina VI	51
Figura 19 Diseño del método corte y relleno	52
Figura 20 Ciclo de minado en la labor Esperanza	53
Figura 21 Galería convencional de la labor Esperanza	54
Figura 22 Área extraída para calcular las reservas	75
Figura 23 Cálculo de la liquidación de mineral anual	76

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)	15
Ecuación 2 Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR).....	16
Ecuación 3 Payback o Período de recuperación	17
Ecuación 4 Cálculo del número de taladros.....	54
Ecuación 5 Cálculo del perímetro de la sección del túnel	54

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general evaluar técnica y económicamente la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, Cajamarca – 2021. La metodología empleada es tipo aplicada y de diseño no experimental-descriptivo. El estudio presenta por muestra 100 metros de avance en la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI. El lugar donde se realizó la investigación se encuentra entre el distrito de San Luis y San Bernardino, provincia de San Pablo. El procedimiento se realizó en dos partes: pre-campo (recolección de datos) y campo (proceso de análisis de datos). Los instrumentos utilizados son formato de registros, libreta de campo, cámara fotográfica, programas y software. Los resultados obtenidos en la evaluación geométrica determinan que el yacimiento es tipo veta con forma tabular, potencia estrecha, inclinación inclinado y distribución de leyes gradual, la evaluación geomecánica presenta una estructura mineralizada – alta (70.77Mpa), caja techo – alta (19.19Mpa), caja piso – media (12.82Mpa), el espaciamiento entre fracturas es muy pequeño, muy pequeño y pequeño, la resistencia de las discontinuidades es pequeña, media y media. Asimismo, mediante el análisis numérico se determinó el método de explotación corte y relleno. Además, se ha diseñado el plan de minado del método y los costos de explotación. Por otro lado, se ha estimado el flujo de caja y los indicadores económicos obteniendo un VAN de \$ 476,730.17, TIR 66%, B/C \$ 2.18 y un Payback de 1 año 3 meses con 22 días. Por último, se concluye que el proyecto es viable para inicios de explotación minera.

Palabras clave: Evaluación técnica y económica, VAN, TIR, B/C.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel internacional, las empresas mineras presentan problemas de estudio técnico y económico para poder determinar el método de explotación y la viabilidad del proyecto, sabiendo que ambos estudios son importantes y esenciales lo que ayuda al productor minero a que su inversión no sea cuantiosa.

En Perú, algunas de las unidades mineras que realizan sus explotaciones subterráneamente, presentan deficiencias para extraer el mineral, debido a la falta de conocimiento técnico y económico de un proyecto, conduciendo a no tener una sostenibilidad en el tiempo y una certidumbre de recuperación de capital para llevar acabo la actividad con eficacia y así evitar una mala inversión. Por ello, es importante realizar estudios del macizo rocoso para determinar el método de explotación y con respecto al ámbito económico se debe calcular el flujo de caja y los indicadores económicos (VAN, TIR, B/C, Payback), lo que nos ayudara a determinar la rentabilidad del proyecto minero.

La selección del método de explotación en el pasado se basaba en técnicas aplicadas en otras minas y en experiencias conseguidas en yacimientos similares, obtenidas en un entorno próximo. Hoy en día, para abrir una mina o para cambiar el método de explotación, es de suma importancia el monto de capital de inversión requerido; es necesario asimismo ejecutar un proceso de selección del método de explotación mediante un análisis sistemático global parámetros específicos del yacimiento como son: geometría del yacimiento, distribución de leyes, propiedades geomecánicas del mineral y la roca encajonante, aspectos económicos, etc. (Llanque, y otros, 1999)

En este contexto, encontramos la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, la misma que se encuentra ubicada entre los distritos de San Luis y San Bernardino, departamento de Cajamarca, en esta zona hay presencia de minerales como es oro, plata y cobre en mayor proporción; su principal problema que presenta es que aún no se ha realizado el estudio técnico y económico para determinar el método de explotación y la rentabilidad del proyecto.

Frente a esta problemática el presente estudio establece cómo a partir de la evaluación técnica y económica se determina el método de explotación y la rentabilidad económica del proyecto; diagnóstico que posibilitará a la empresa tomar la mejor decisión respecto a la inversión del proyecto.

Los antecedentes considerados en el estudio de investigación son internacionales, nacionales y locales, lo que nos permitirá analizar el contexto, identificar situaciones empíricas similares y validar el presente trabajo, detallándose en los siguientes párrafos:

(Villacrés, 2016), presentó su tesis en la Universidad Central del Ecuador, para optar el título de Ingeniero de Minas, titulada “Optimización de costos al sistema de explotación subterránea en la veta Kathy de la empresa Produmin S.A.” El tipo de investigación es Aplicada. Asimismo, los instrumentos que se utilizó fue el programa de Excel e informes técnicos de la empresa minera Produmin S.A. En cuanto, al procedimiento se llevó a cabo la búsqueda de referencias bibliográficas, experiencias personales, criterios profesionales, documentación de internet, datos de campo con el propósito de sustentar las fases teóricas y su factibilidad. Por último, el resultado obtenido para la empresa Produmin S.A. se reduce en un 19% que equivale a 88.27 US\$/Ton.

(López, 2017), presentó su tesis en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú, para optar el título profesional de Ingeniero de Minas, titulada "Viabilidad económica financiera de minado veta Chaparral del yacimiento aurífero San Francisco, Golden River Resources S.A.C. - Arequipa". El tipo de investigación es Descriptivo. Asimismo, los instrumentos utilizados para el estudio son los reportes de costos unitarios para la explotación de la veta Chaparral. Por otro lado, los procedimientos son los cuadros de cálculos de costos, revisión de los datos y la información de reporte diario de operación mina adyacentes e inferidos. Por último, los resultados para la veta Chaparral se opta por el método corte y relleno ascendente con los siguientes indicadores económicos: VAN sin proyecto US\$ 22,802.90 y con proyecto US\$ 156,830.18, flujo de caja sin proyecto US\$ 6,068.90 y con proyecto US\$ 57,073.02; e indicador financiero como el TIR sin proyecto 19.22% y con proyecto 133.81%, determinándose que el proyecto es viable tanto económica como financiera.

(Jesús, 2018), presentó su tesis en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz-Perú, para optar el título profesional de Ingeniero de Minas, titulada “Evaluación técnica – económica del proyecto minero Utcuyacu 2016”. El tipo de investigación es Aplicada. Asimismo, los instrumentos que se utilizaron son: la observación directa donde se realizó monitoreo de las principales actividades ejecutadas para detectar factores geológicos y geomecánicos. y la revisión documentaria referencial estuvo orientada a la obtención de información del proyecto minero. Por otro lado, los procedimientos consisten en dos etapas de campo y de gabinete. Por último, los resultados obtenidos a partir del estudio técnico es el método corte y relleno ascendente y con respecto a lo económico son: VAN 3,131,539.75 US\$, TIR de 206%, y B/C de 4.95, de acuerdo a los indicadores económicos se determina que el proyecto minero es rentable.

(Calderón, 2018), presentó su tesis en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa-Perú, para optar por el título profesional de ingeniero de minas, titulada “Selección, aplicación y sostenibilidad del método de explotación por corte y relleno ascendente de la veta filomena - Unidad Minera Sotrami – Ayacucho”. El tipo de investigación es Aplicativa. Asimismo, los instrumentos que se utilizaron para la aplicación del diseño y construcción de labores de exploración, desarrollo y preparación, de acuerdo al plan de minado, se tomó como base estándares extraídos del D.S. 0242016-EM, para la elaboración de los procedimientos escritos de trabajo seguro (PETs) y estándares medio ambientales. Por otro lado, los procedimientos constato en trabajo de campo y trabajo en gabinete. Por último, se llega al resultado que el método de corte y relleno ascendente es el que se adecua mejor a la veta filomena con los indicadores económicos de, VAN \$ 1,130,4224.00, TIR 101.82%, B/C 3.64 y Payback de 1 año, lo que demuestra que la explotación es sostenible económicamente.

(Durán & Mantilla, 2020), presenta su tesis en la Universidad Privada del Norte, Cajamarca-Perú, para optar el título profesional de Ingeniero de Minas, titulada "Determinación del método de explotación para vetas angostas, en la concesión minera San Luis, provincia San Pablo, Cajamarca". El tipo de investigación es Aplicada. Asimismo, los instrumentos fueron: ficha resumen de reportes geológicos, geomecánico, datos tomados en campo y guía de entrevista. Por otro lado, los procedimientos para este estudio han sido dividido en dos partes trabajo de gabinete y trabajo de campo. Por último, los resultados para la concesión San Luis es la implementación del método corte y relleno en las vetas angostas, tiene una inversión de 378 000 soles, sus flujos salientes mensuales son de 2 644 395 soles, los flujos entrantes son de 2 808 000 soles, y con indicadores económicos de VAN 738 664.29 soles, el TIR es de 32.80% y la relación B/C es 0.06.

(Rojas, 2019), presento su tesis en la Universidad Privada del Norte-Cajamarca, para optar el título profesional de Ingeniero de Minas, Titulada “Factibilidad técnica - económica de la aplicación del método de explotación Longwall Mining para incrementar la producción de carbón antracita en la Mina Piñipata - 2019”. El diseño de investigación es Aplicada. Asimismo, los instrumentos fueron: guías de observación y fichas de registro de datos. En cuanto, a los procedimientos se realizó en dos etapas: la primera analizo bibliografía concerniente al tema y la segunda fue visitas a campo. Por último, el resultado más resaltante que se obtuvo en la evaluación económica logrando obtener resultados óptimos como un VAN de US\$290,441.49, una TIR de 78.82%, el Payback de 13.65 meses y la Relación Beneficio/Costo de 2.11, los cuales indican que el proyecto es netamente viable.

A continuación, se aborda el sustento teórico relacionado a las variables del presente estudio de investigación como evaluación técnica y económica, identificadas a partir de fuentes confiables como: Refseek, Scielo, Base, Google Académico, Redalyc, etc.

En primer lugar, el término método de explotación, según (Ministerio de Minas y Energía, 2003) afirma que “son una forma geométrica usada para explotar un yacimiento determinado. Asimismo, dependen de varios factores, principalmente calidad, cantidad, tamaño, forma y profundidad del depósito; accesibilidad y capital disponible” (p.104). El método de explotación, permite la excavación y extracción de un cuerpo mineralizado de forma técnica y económica más eficiente. Clasificación de los métodos de explotación. Ver Anexo n.º 1.

La selección de métodos extractivos en la minería es uno de los problemas de selección más antiguos de la humanidad, por tratarse de una actividad que tiene miles de años; la primera aproximación a un método de selección cuantitativo se da en el año de 1981 cuando David E. Nicholas formula una aproximación numérica para la selección del método extractivo con su

trabajo “Selection Procedure – A Numerical Approach” el cual formula el uso de una escala para la ponderación de cada uno de los métodos extractivos. (Mendiola, 2017)

Los factores que determinan el procedimiento de selección del método de explotación, mediante el análisis numérico Nicholas, 1981; son los siguientes:

La geometría del yacimiento se define a través de su forma, potencia, inclinación y profundidad. La distribución de leyes se define como: uniforme, gradual o diseminada y errático.

Ver Anexo n.º 2.

El comportamiento geomecánica de los diferentes materiales depende básicamente de; la resistencia de las rocas, espaciamiento entre fracturas y la resistencia de las discontinuidades.

Ver Anexo n.º 3.

Otro término que se aborda de forma relevante en el estudio de investigación es la evaluación económica, al respecto (Verastegui, 2016) sostiene que “al elaborar un proyecto, se busca determinar la rentabilidad de la inversión, mediante la tasa de descuento empleada para actualizar el flujo de caja” (p.33). Los indicadores usados para la evaluación de un proyecto de inversión es el VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno), B/C (Beneficio - costo), Payback (Período de recuperación) y COK (Costo de oportunidad de capital).

VAN (Valor Actual Neto)

Según, (Mete, 2014) sostiene que el “valor actual neto de un proyecto es el valor actual presente de los flujos de efectivo netos que son los (ingresos periódicos menos los egresos periódicos) de una propuesta” (p.69).

En este caso, el flujo de caja es constante por lo tanto se aplica la siguiente fórmula:

$$VAN = -D_0 + CF \left[\frac{1-(1+k)^{-n}}{k} \right] > 0 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

CF: Flujo de caja constante.

D₀: Desembolso inicial.

k: Tasa de actualización

n: Duración de la inversión.

VAN > 0: La inversión produciría ganancias; por lo tanto, el proyecto puede aceptarse.

VAN < 0: La inversión produciría pérdidas; por lo tanto, el proyecto debería rechazarse.

VAN = 0: La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas, por lo tanto, el proyecto debería basarse en otros criterios.

TIR (Tasa Interna de Retorno)

Según (Mete, 2014) sostiene que “la tasa interna de retorno es la tasa de descuento que iguala el valor presente de los ingresos del proyecto con el valor presente de los egresos” (p.71).

La fórmula que permite calcular el TIR (Tasa Interna de Retorno) es:

$$TIR = \sum_{T=0}^N \frac{F_n}{(1+i)^n} = 0 \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

F_n: Flujo de caja en el periodo n.

n: Número de periodos.

I: Valor de la inversión inicial.

B/C (Beneficio – Costo)

Según, (Santa Cruz, 2017) menciona que “el índice beneficio/costo, compara directamente, los beneficios y costos de un proyecto para definir su viabilidad” (p.1).

Para saber si un proyecto es viable, se debe considerar lo siguiente:

$B/C > 1$: Indica que los beneficios son mayores a los costos; por lo tanto, el proyecto debe ser considerado.

$B/C = 1$: Indica que los beneficios igualan a los costos; por lo tanto, no hay ganancias.

$B/C < 1$: Indica que los costos superan a los beneficios; por lo tanto, el proyecto no debe ser considerado.

(Payback) Período de recuperación

El payback o período de recuperación, es el tiempo exacto que requiere la empresa para recuperar la inversión inicial del proyecto. Los flujos de caja son iguales todos los años; por lo tanto, para calcular el payback se aplica la siguiente fórmula:

$$Payback = \frac{I_0}{F} \qquad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

I_0 : Inversión inicial del proyecto.

F: Valor de los flujos de caja

(COK) Costo de oportunidad de capital

Según, (Rojas, 2019) menciona que “el costo de oportunidad de capital, se obtendrá a partir de un préstamo bancario en la entidad Mi Banco, cuya tasa efectiva anual (TEA) es del 14%, la cual se amortizará en un periodo de 3 años” (p.45).

Ubicación

La labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI se encuentra ubicado entre los distritos de San Luis y San Bernardino, provincia de San Pablo, departamento de Cajamarca; cuenta con una extensión de 200 hectáreas. La zona de estudio a evaluar tiene las siguientes coordenadas UTM, Norte: 9202522, Este: 731059 y una altitud de 917 m.s.n.m.

Figura 1

Ubicación Geográfica de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI



Fuente: INGEMMET – GEOCATMIN

Accesibilidad

Las rutas para acceder a la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI son dos y como punto de partida es la Ciudad de Cajamarca.

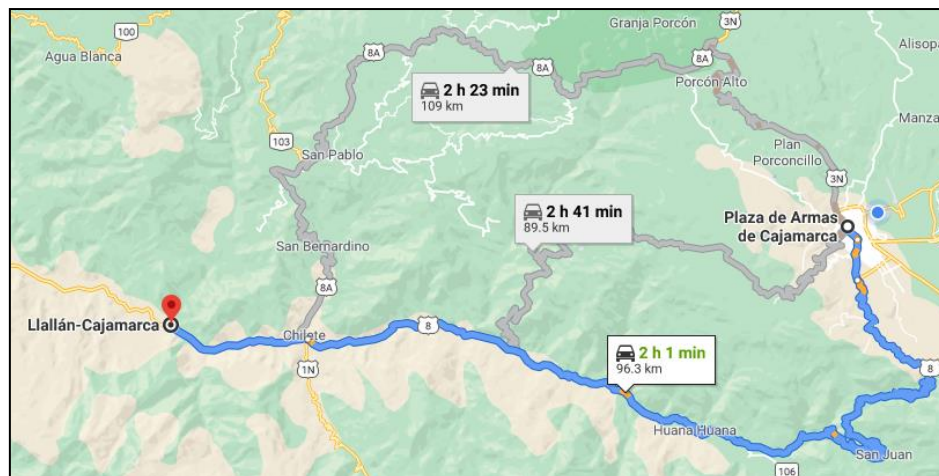
Tabla 1

Rutas de acceso al proyecto minero La Carmina VI

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (h/min)	Tipo de Vía
Ruta 1 Cajamarca - Llallán	96.3 km	2 horas y 01 minutos	Carretera asfaltada
Llallán – Labor Esperanza	10 km	20 minutos	Trocha carrozable
Cajamarca - San Pablo	76 km	1 hora y 49 minutos	Carretera asfaltada
Ruta 2 San Pablo - San Luis	16 km	31 minutos	Carretera asfaltada - afirmada
San Luis – Labor Esperanza	23 km	44 minutos	Carretera asfaltada - trocha carrozable

Figura 2

Accesibilidad a la labor esperanza del proyecto minero La Carmina VI



Fuente: Google Maps.

Concesión minera

El titular del proyecto minero La Carmina VI es Walter Javier Alva García, con código 06-00035-20. Asimismo, el proyecto minero cuenta con una extensión de 200 hectáreas y pertenece a la Carta Geológica Nacional de Cajamarca (15-F), zona 17 Sur. La zona de estudio, tiene las siguientes coordenadas UTM y están en el sistema WGS84.

Tabla 2

Coordenadas UTM del proyecto minero La Carmina VI

COORDENADAS UTM DEL PETITORIO - WGS84		
VERTICES	NORTE	ESTE
1	9 203 000.00	733 000.00
2	9 202 000.00	733 000.00
3	9 202 000.00	731 000.00
4	9 203 000.00	731 000.00

Fuente: INGEMMET – GEOCATMIN

Geología general

Estratigrafía

El volcánico San Pablo Aflora en el cuadrángulo de Cajamarca, en los alrededores del pueblo de San Pablo y noreste de San Miguel, su estratificación se centra con el paleógeno y neógeno que se abarca en gruesos estratos de las rocas de origen volcánico, asociadas con las areniscas de color rojizo y por encima una grande secuencia de aglomerados y piroclastos bien estratificados que llega a un espesor de los 900 m. (Rivasplata, 2017)

Volcánico Chilete Aflora en el cuadrángulo de Cajamarca, se denomina así debido a que aflora en el pueblo de Chilete y se extiende por Contumazá y Guzmango. Consta de una secuencia piroclástica dominante. Litológicamente consta de intercalaciones tobáceas, areniscas tobáceas con tonalidades rojizas y muchas veces presentan granos casi enteros de feldespatos, conglomerados lenticulares que son especialmente de cuarcita y materiales volcánicos, mayormente andesíticos, bien estratificados; presenta matices que van desde verde violácea hasta gris claro, aproximadamente con un espesor de 800 m. (Reyes, 1980)

Figura 3

Vista panorámica del volcánico San Pablo y volcánico Tembladera



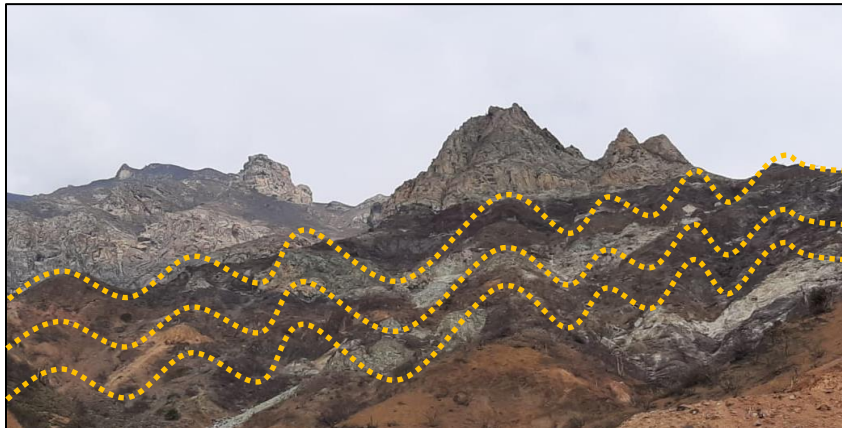
Geología estructural

El corredor estructural de San Pablo, presenta una orientación de N 30° O, tiene un aproximado de 20 km de ancho por 120 km de largo y estaría constituido por un sistema de falla de compleja morfología que en su totalidad no ha sido estudiada. A lo largo de este corredor se percibe fallas que han tenido diferente comportamiento cinemático, es decir que en algunos sectores puede tener movimientos de compresión y distensión, provocando de esta manera zonas de debilitamiento cortical que posibilitan el desarrollo de sistemas volcánicos emergentes relacionados con fases de mineralización hidrotermal.

La mineralización se encuentra principalmente en vetas con relleno de cuarzo, calcita y baritina, con contenidos de pirita, oro y plata en las fracturas de la calcopirita, alojadas en rocas volcánicas del Terciario y sedimentarias del Cretáceo. (Chira, y otros, 2007)

Figura 4

Vista panorámica de la Geología estructural



1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la evaluación técnica y económica de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, Cajamarca – 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar técnica y económicamente la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, Cajamarca – 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características geométricas y geomecánicas del macizo rocoso de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI.
- Establecer el método de explotación mediante el análisis numérico de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI.
- Diseñar el plan de minado y costos de explotación de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI.
- Estimar el flujo de caja y los indicadores económicos de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Con la evaluación técnica y económica se determina el método de explotación y la rentabilidad de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, Cajamarca – 2021.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Al determinar las características geométricas y geomecánicas del macizo rocoso de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, nos permitirá evaluar la forma, potencia, inclinación y distribución de leyes; así como la resistencia de la matriz rocosa, espaciamiento entre fracturas y resistencia de las discontinuidades.
- Mediante el análisis numérico de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, se establece el método de explotación.
- Al diseñar el plan de minado y costos de explotación de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, se calculará la inversión inicial.
- Al estimar el flujo de caja y los indicadores económicos de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, se determinará la rentabilidad de la explotación minera.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El presente trabajo, detalla que la investigación es de tipo aplicada y el diseño es no experimental – descriptivo, porque a partir de datos reales conocidos y obtenidos durante el proceso de investigación, se busca determinar el método de explotación y la rentabilidad de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI.

La investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. Murillo, 2008 citado por (Vargas, 2019)

La investigación no experimental, es aquel que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Por lo tanto, se basa fundamentalmente en la observación o sucesos de fenómenos tal y como se presenta en su contexto natural para después ser analizados. (Dzul, 2013)

En la investigación descriptivo, se seleccionan una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin, precisamente, de describirlas. Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno. (Cazau, 2006)

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

Proyecto minero La Carmina VI, 2021, ubicado en los distritos de San Luis y San Bernardino, provincia de San Pablo – Cajamarca.

2.2.2. Muestra

100 metros de avance en la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Las técnicas e instrumentos aplicados en la recolección de datos son las siguientes:

- Observación directa: Permite visualizar las condiciones de la labor Esperanza, para obtener la información del macizo rocoso y luego ser analizadas en el laboratorio para determinar la resistencia de las rocas y el análisis químico del mineral.
- Observación indirecta: El análisis documental consistió en la búsqueda de información bibliográfica de fuentes confiables como es revistas, libros y tesis con relación a temas geomecánicas y geométricas para evaluar el método de explotación subterráneo y posteriormente calcular los costos.
- La recolección de datos se desarrollará en campo, las muestras y la información se extraerán de la labor Esperanza del proyecto minero la Carmina VI con ayuda de instrumentos (guías de observación, flexómetro, Brújula brunton, GPS), materiales (formato de registros, libreta de campo y cámara fotográfica) y equipos (Casco, chaleco, botas punta de acero).

Las técnicas e instrumentos para realizar el análisis de datos son:

- El análisis de datos se realizó de forma manual y electrónica, con ayuda de materiales como es: formato de registros en campo y resultados del laboratorio; también se empleó instrumentos como es el programa de Microsoft Excel, Geocatmin y Google Earth. Por último, los resultados obtenidos en la investigación se plasmaron en tablas a través de las hojas de cálculo de Excel.

2.4. Procedimiento

El proceso aplicado en la recolección de datos es el siguiente:

- En esta etapa se recopiló información de las actividades antes de iniciar con la evaluación y recolección de datos de la zona de estudio. Para ello, se empleó la plataforma del Google Earth, Ingemmet – Geocatmin y con ayuda del programa pudimos cartografiar el terreno del proyecto minero La Carmina VI. Asimismo, se revisó información de diferentes fuentes bibliográficas sobre el estudio técnico (métodos de explotación) y económico (flujo de caja e indicadores económicos).

El proceso para realizar el análisis de datos es:

- En este punto se hace la visita al área de trabajo, para recolectar toda la información in situ del macizo rocoso y también del mineral; asimismo, se tomaron muestras de mineral y rocas encajonantes para realizar ensayos en el laboratorio HURTECO S.A de carga puntual y en el laboratorio CERTIMIN S.A se realizó el análisis químico. Además, se realizó el reconocimiento geológico de la zona de estudio. Por otro lado, con la recolección de información en campo y los resultados obtenidos de los laboratorios, se procesó en el programa de Excel, para después determinar el método de explotación mediante el análisis numérico. Por último, para determinar la rentabilidad del proyecto se realizó el flujo de caja y los indicadores económicos, mediante el programa de Excel.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Características geométricas y geomecánicas del macizo rocoso de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI

Características geométricas

Geometría del yacimiento. Según (Llanque, y otros, 1999), nos menciona los parámetros para determinar la geometría del yacimiento.

Forma. De acuerdo a la geometría del yacimiento de la labor Esperanza, se determinó que la forma del yacimiento es Tabular porque el yacimiento es de tipo veta. Con presencia de minerales de oro, plata y cobre.

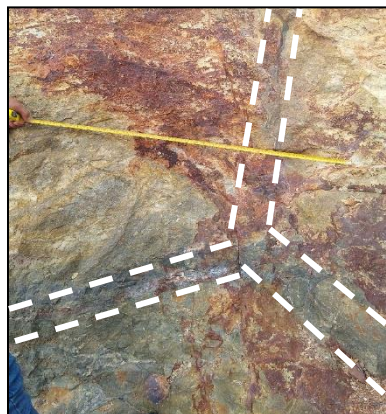
Tabla 3

Forma del yacimiento

	Masivo	Tabular	Irregular
Forma del yacimiento	Todas las dimensiones son similares en cualquier dimensión.	Dos de las dimensiones son mucho mayor que la tercera.	Las dimensiones varían a distancias muy pequeñas.

Figura 5

Forma del yacimiento



Potencia. Los datos tomados en campo con respecto a la potencia de la veta en las zonas que presentan afloramiento, se aprecia variaciones de 1.28 a 1.43 metros de espesor.

Tabla 4

Espesor promedio de la veta

	N°	Estación	Medidas (m)
Espesor de la veta	1	Estación	1.28
	2	Estación	1.37
	3	Estación	1.43
Potencia promedio			1.36

Tabla 5

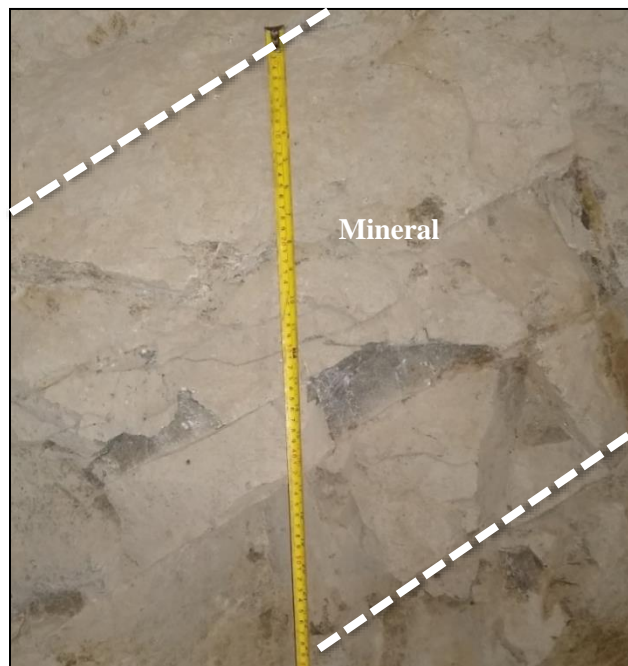
Potencia de la veta

	Potencia	Rango
Potencia de la veta	Estrecha	< a 10 m
	Intermedia	10 - 30 m
	Potente	30 - 100 m
	Muy potente	> a 100 m

El espesor de la potencia promedio de la veta en la labor Esperanza es de 1.36 metros. Por lo tanto, se consideró estrecha de acuerdo a la teoría con valores menores a 10 metros.

Figura 6

Medidas tomadas del espesor de la veta



Inclinación. En la labor Esperanza la veta presenta un rumbo de noreste y una dirección de buzamiento de sureste.

Tabla 6

Ángulo de inclinación de la veta

	Puntos	Rumbo	Buzamiento
Ángulo de inclinación de la veta	1	57 ° NE	60 °
	2	58 ° NE	59 °
	3	56 ° NE	58 °
	Promedio	57 ° NE	59 °

Tabla 7

Inclinación de la veta

	Inclinación	Rango
Inclinación de la veta	Tumbado	< a 20°
	Intermedio	20 - 55°
	Inclinado	> a 55°

La inclinación promedio de la veta en la labor Esperanza tomado con la brújula es de 59°. Por lo tanto, se considera inclinado de acuerdo a la teoría se encuentra en el rango > a 55°.

Figura 7

Inclinación de la veta tomada con la Brújula



Distribución de leyes. Para identificar la distribución de leyes en la labor Esperanza, se extrajo tres muestras: mineral, caja techo y caja piso; los resultados principales con leyes más altas del análisis químico se detallarán en la tabla 8. Análisis completo ver Anexo n.º 10.

Tabla 8

Resultado del análisis químico

Muestras	Mineral		
	Oro (gr/TM)	Plata (gr/TM)	Cu (%)
M-1: Mineral	5.6	720	3.12
M-2: Caja techo	2.8	120	0.12
M-3: Caja piso	1.2	233	0.11

Fuente: Laboratorio CERTIMIN S.A

Tabla 9

Distribución de leyes de la veta

	Uniforme	Gradual o diseminado	Errático
Distribución de leyes	La ley del yacimiento se mantiene constante en cualquier punto del yacimiento.	Las leyes tienen una distribución zonal, identificándose cambios graduales de un punto a otro.	No existe una relación espacial entre las leyes, ya que estas cambian radicalmente de un punto a otro en distancias muy pequeñas.

De acuerdo a los análisis de la tabla 9, se llega a un resultado que la distribución de leyes es gradual o diseminado porque tiene una distribución zonal, identificándose cambios graduales de un punto a otro.

La tabla 10, detalla el resumen de las características geométricas de la labor Esperanza, respecto a los parámetros de (Llanque, y otros, 1999)

Tabla 10

Resumen de las características geométricas de la labor Esperanza

Resumen de las características geométricas de la labor Esperanza	Descripción	
	Forma	Tabular
	Potencia	Estrecha
	Inclinación	Inclinado
	Distribución de leyes	Gradual o diseminado

Características geomecánicas del yacimiento y de la roca encajonante

El comportamiento geotécnico depende fundamentalmente de:

- Resistencia de la roca o mineral.
- Grado de fracturación del macizo rocoso.
- Resistencia de las discontinuidades.

Resistencia de la matriz rocosa. De acuerdo a las muestras extraídas de la labor Esperanza (mineral, caja techo y caja piso) del proyecto minero La Carmina VI, se llevó al Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos HURTECO S.R.L. Determinándose, la resistencia mediante el ensayo de compresión simple, obteniendo un resultado para la mineralización de 70.77Mpa, caja techo 19.19Mpa y caja piso 12.82Mpa. Ver Anexo n.º 9.

Estructura mineralizada. La resistencia de la compresión simple de la estructura mineralizada de la labor Esperanza, tiene un resultado de 70.77Mpa.

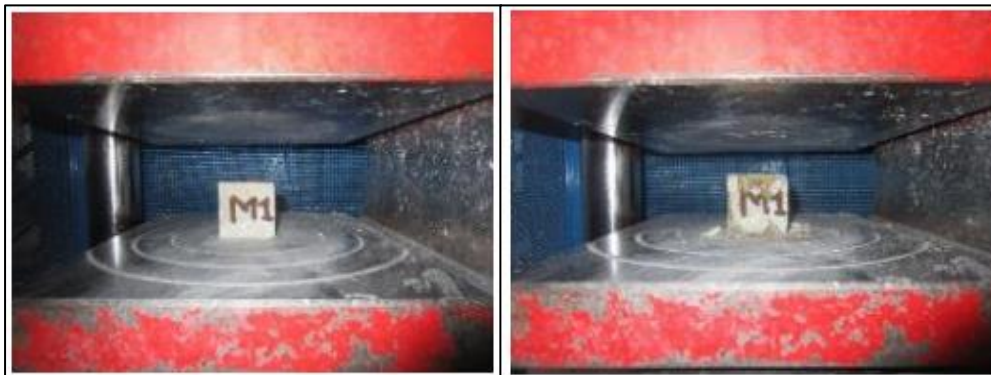
Tabla 11

Resistencia de la compresión simple de la estructura mineralizada

Resistencia a la compresión simple	Parámetro	Resistencia a la compresión simple (Mpa)
		Pequeña
	Media	8 - 15
	Alta	> a 15

Figura 8

Muestra de la roca mineralizada antes y después del ensayo a la compresión simple



Fuente: Laboratorio HURTECO S.R.L.

Caja techo. La resistencia de la compresión simple de la roca caja techo de la labor Esperanza, tiene un resultado de 19.19Mpa.

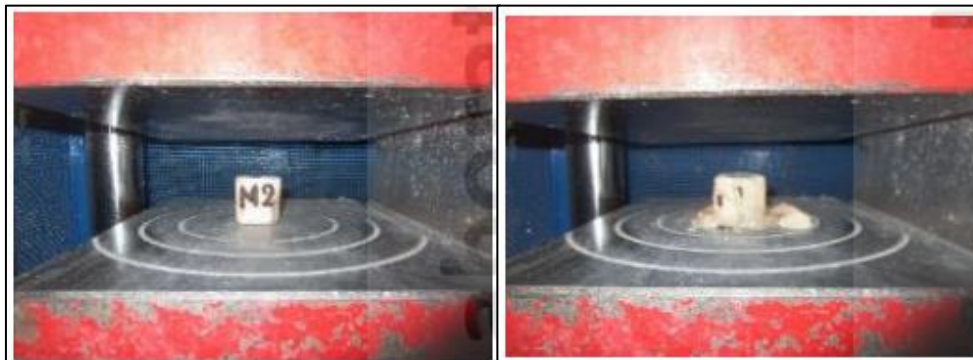
Tabla 12

Resistencia de la compresión simple de la roca caja techo

Resistencia a la compresión simple	Parámetro	Resistencia a la compresión simple (Mpa)
		Pequeña
	Media	8 - 15
	Alta	> a 15

Figura 9

Muestra de la roca caja techo antes y después del ensayo a la compresión simple



Fuente: Laboratorio HURTECO S.R.L.

Caja piso. La resistencia de la compresión simple de la roca caja piso de la labor Esperanza, tiene un resultado de 12.82Mpa.

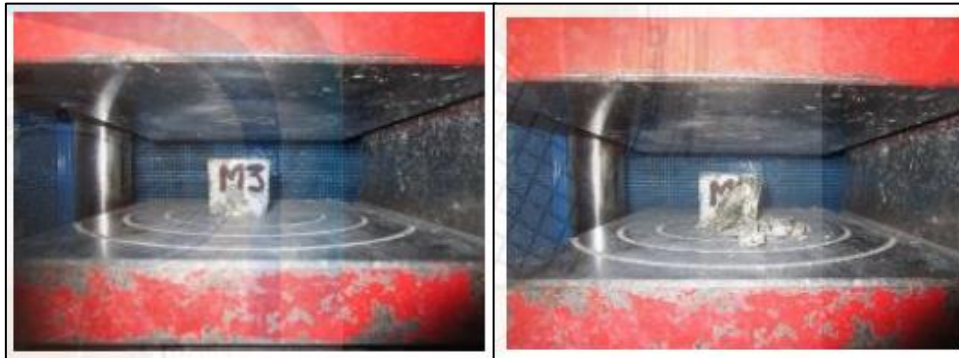
Tabla 13

Resistencia de la compresión simple de la roca caja piso

Resistencia a la compresión simple	Parámetro	Resistencia a la compresión simple (Mpa)
	Pequeña	< a 8
Media	8 - 15	
Alta	> a 15	

Figura 10

Muestra de la roca caja piso antes y después del ensayo a la compresión simple



Fuente: Laboratorio HURTECO S.R.L.

Espaciamiento entre fracturas. Antes de iniciar se delimita un área de 1m² en cada estructura, después se procede a contar las discontinuidades existentes en el área delimitada de la labor Esperanza.

Tabla 14

Número de discontinuidades de las estructuras rocosas

	Estructura	Fracturas /m
Número de discontinuidades	Mineral	20
	Caja techo	17
	Caja piso	10

Tabla 15

Espaciamiento entre fracturas estructura mineralizada

		Fracturas/m	RQD (%)
Espaciamiento entre fracturas - mineral	Muy pequeño	> 16	0 - 20
	Pequeño	10 - 16	20 - 40
	Grande	3 - 6	40 - 70
	Muy grande	3	70 - 100

Figura 11

Espaciamiento de fracturas de la estructura mineralizada en la labor Esperanza

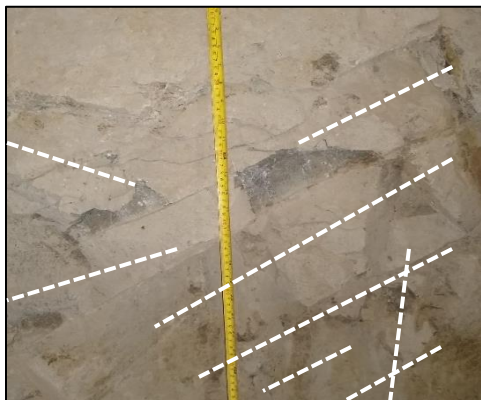


Tabla 16

Espaciamiento entre fracturas roca caja techo

	Fracturas/m	RQD (%)	
Espaciamiento entre fracturas - caja techo	Muy pequeño	> 16	0 - 20
	Pequeño	10 - 16	20 - 40
	Grande	3 - 6	40 - 70
	Muy grande	3	70 - 100

Figura 12

Espaciamiento de fracturas de la roca caja techo en la labor Esperanza

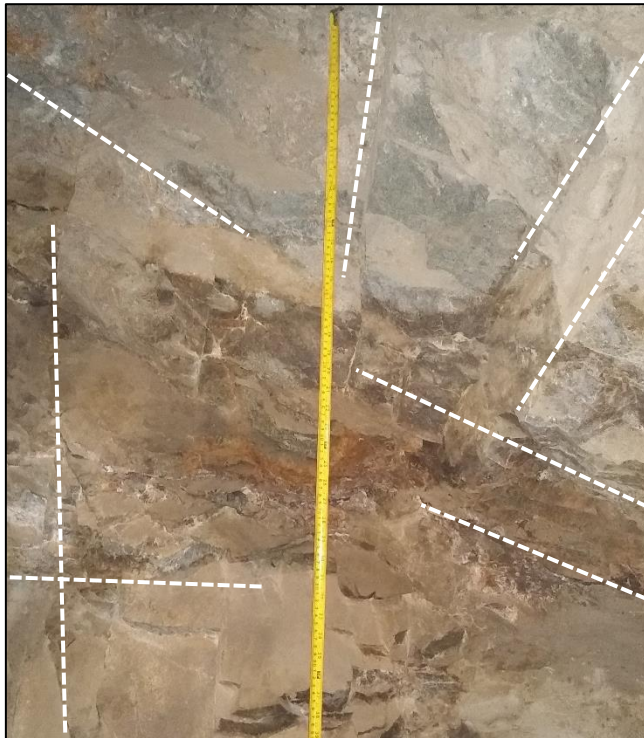


Tabla 17

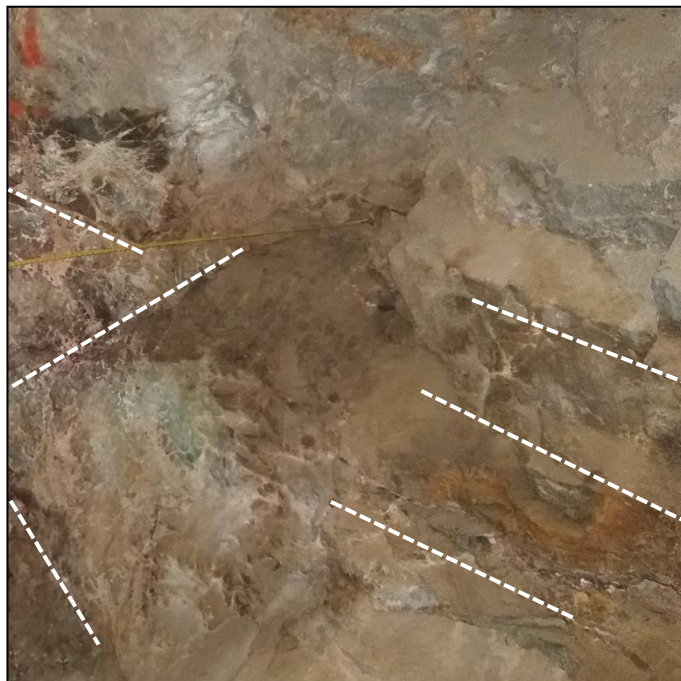
Espaciamiento entre fracturas roca caja piso

	Fracturas/m	RQD (%)
Muy pequeño	> 16	0 - 20
Espaciamiento entre fracturas - caja piso		
Pequeño	10 - 16	20 - 40
Grande	3 - 6	40 - 70
Muy grande	3	70 - 100

Después de detallar la tabla 14, se estipula los valores del espaciamiento entre fracturas del mineral, caja techo y caja piso en las tablas 15, 16 y 17.

Figura 13

Espaciamiento de fracturas de la roca caja piso en la labor Esperanza



Resistencia de las discontinuidades. El estudio de la resistencia de las discontinuidades se realizó en campo con ayuda de la observación directa. Para ello, en las tablas 18, 19 y 20 se detallan cada una como es estructura mineralizada, caja techo y caja piso.

Tabla 18

Resistencia de las discontinuidades de la estructura mineralizada

	Pequeña	Media	Grande
Resistencia de las discontinuidades - mineral	Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de relleno blando.	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que la roca intacta.

Figura 14

Resistencia de las discontinuidades de la estructura mineralizada en la labor Esperanza



Tabla 19

Resistencia de las discontinuidades de la caja techo

Resistencia de las discontinuidades - caja techo	Pequeña	Media	Grande
		Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de relleno blando.	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.

Figura 15

Resistencia de las discontinuidades de la roca caja techo en la labor Esperanza

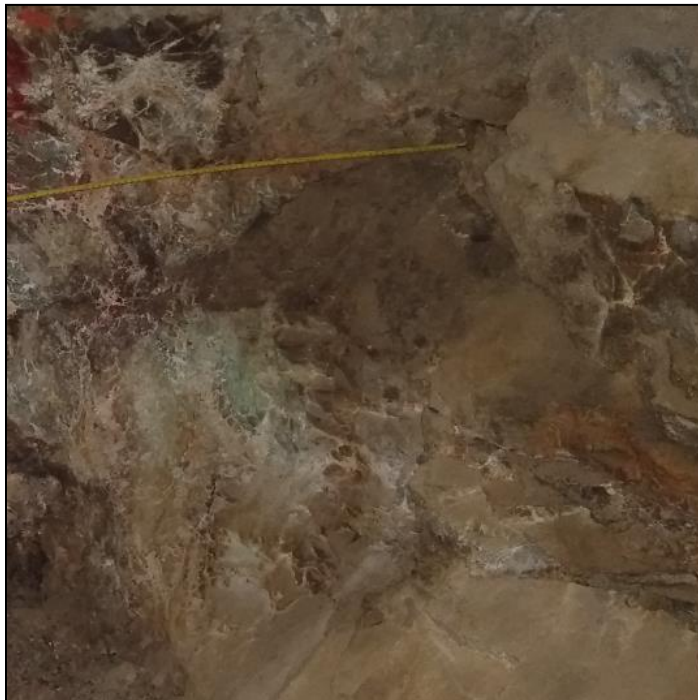


Tabla 20

Resistencia de las discontinuidades de la caja piso

	Pequeña	Media	Grande
Resistencia de las discontinuidades - caja piso	Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de relleno blando.	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que la roca intacta.

Figura 16

Resistencia de las discontinuidades de la roca caja piso en la labor Esperanza



Método de explotación mediante el análisis numérico de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI

Para la elección del método de explotación se utilizó las tablas como se muestra en los anexos 5, 6, 7 y 8. Por otro lado, (Llanque, y otros, 1999), nos dice que para realizar la elección del método de explotación se debe asignar un valor de acuerdo a las tablas de clasificación de los métodos numéricos en función de la geometría y distribución de leyes del yacimiento, así como también las tablas de las características geomecánicas del mineral, caja techo y caja piso.

Tabla 21

Distribución de valores según la geometría y distribución de leyes del yacimiento

Geometría y distribución de leyes	Parámetros	Cielo abierto	Hundimiento por bloques	Cámaras por subnivel	Hundimiento por subniveles	Tajeo largo	Cámaras y Pilares	Cámaras y almacén	Corte y relleno	Entibación con marcos
Forma del yacimiento	Tabular	2	2	2	4	0	4	2	4	2
Potencia del mineral	Estrecha	2	-49	1	-49	4	4	1	4	4
Inclinación	Inclinado	4	4	4	4	-49	0	4	4	3
Distribución de leyes	Graduado o diseminado	3	2	3	2	2	3	2	3	3
TOTAL		11	-41	10	-39	-43	11	9	15	12

Tabla 22

Distribución de valores según las características geomecánicas de la estructura mineralizada

Características geomecánicas-Mineral	Parámetros	Cielo abierto	Hundimiento por bloques	Cámaras por subnivel	Hundimiento por subniveles	Tajeo largo	Cámaras y Pilares	Cámaras y almacén	Corte y relleno	Entibación con marcos
Resistencia de la roca	Alta	4	1	4	3	0	4	4	2	1
Espaciamiento entre fracturas	Muy Pequeña	2	4	0	0	4	0	0	3	4
Resistencia de las discontinuidades	Pequeña	2	4	0	0	4		0	3	4
TOTAL		8	9	4	3	8	4	4	8	9

Tabla 23

Distribución de valores según las características geomecánicas de la roca caja techo

Características geomecánicas- Caja Techo	Parámetros	Cielo abierto	Hundimiento por bloques	Cámaras por subnivel	Hundimiento por subniveles	Tajeo largo	Cámaras y Pilares	Cámaras y almacén	Corte y relleno	Entibación con marcos
Resistencia de la roca	Alta	4	1	4	1	0	4	1	2	2
Espaciamiento entre fracturas	Muy Pequeña	2	3	-49	3	4	0	4	3	3
Resistencia de las discontinuidades	Media	3	2	2	2	2	2	2	3	3
TOTAL		9	6	-43	6	6	6	7	8	8

Tabla 24

Distribución de valores según las características geomecánicas de la roca caja piso

Características geomecánicas- Caja Techo	Parámetros	Cielo abierto	Hundimiento por bloques	Cámaras por subnivel	Hundimiento por subniveles	Tajeo largo	Cámaras y Pilares	Cámaras y almacén	Corte y relleno	Entibación con marcos
Resistencia de la roca	Media	4	3	2	2	3	2	3	2	2
Espaciamiento entre fracturas	Pequeña	3	3	0	1	2	1	3	4	4
Resistencia de las discontinuidades	Media	3	3	1	2	3	3	2	4	4
TOTAL		10	9	3	5	8	6	8	10	10

En la tabla 25, se encuentra el puntaje total de valoración para cada método de explotación.

Tabla 25

Selección del método de explotación de acuerdo a la valoración total

Método de explotación		Cielo abierto	Hundimiento por bloques	Cámaras por subnivel	Hundimiento por subniveles	Tajeo largo	Cámaras y Pilares	Cámaras y almacén	Corte y relleno	Entibación con marcos
Geometría y distribución de leyes		11	-41	10	-39	-43	11	9	15	12
Características geomecánicas de las rocas	Mineral	8	9	4	3	8	4	4	8	9
	Techo	9	6	-43	6	6	6	7	8	8
	Piso	10	9	3	5	8	6	8	10	10
TOTAL		38	-17	-26	-25	-21	27	28	41	39

Tabla 26
Valoración del método de explotación de mayor a menor

Método de explotación	Corte y relleno	Entibación con marcos	Cielo abierto	Cámaras y almacén	Cámaras y Pilares	Hundimiento por bloques	Tajeo largo	Hundimiento por subniveles	Cámaras por subniveles
Geometría y distribución de leyes	15	12	11	9	11	-41	-43	-39	10
Características Mineral	8	9	8	4	4	9	8	3	4
geomecánicas Techo	8	8	9	7	6	6	6	6	-43
de las rocas Piso	10	10	10	8	6	9	8	5	3
TOTAL	41	39	38	28	27	-17	-21	-25	-26

La tabla 26, nos muestra los métodos de explotación subterránea que se podría emplear en la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI. De acuerdo a las valoraciones con mayor puntaje es “Corte y relleno”.

Método de explotación Corte y Relleno

En la Labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, se va emplear el método corte y relleno, que se determinó al evaluar las características geométricas y geomecánicas del yacimiento. El presente método de explotación es seguro y la recuperación es cercana al 100%. Para desarrollar el método, se debe considerar las siguientes condiciones del diseño:

- Aplicado en yacimientos con buzamiento pronunciado; por lo tanto, en la labor Esperanza tiene una inclinación de 59°.
- En la labor Esperanza, existe gran disponibilidad de material de relleno.
- Los ensayos de compresión simple realizados en el Laboratorio HURTECO S.R.L; detallan las resistencias: mineral 70.77 Mpa, caja techo 19.19 Mpa y caja piso 12.82 Mpa, estimándose como moderadamente resistente a débil.
- Mineral considerablemente rentable para explotar.

Figura 17

Obteniendo muestra de mineral para ser analizada



Desarrollo y preparación.

Galería principal. Sección de 2.10 m de ancho y 2.40 m de alto, lo que servirá como base del nivel inferior y será utilizada para el transporte de mineral.

Figura 18

Galería principal del proyecto minero La Carmina VI



Chimeneas principales. En la labor Esperanza se efectuarán dos chimeneas, la primera será construida a 100 m de la bocamina y la siguiente tendrá una separación de 60 m. Su función será de ventilar y transportar el relleno.

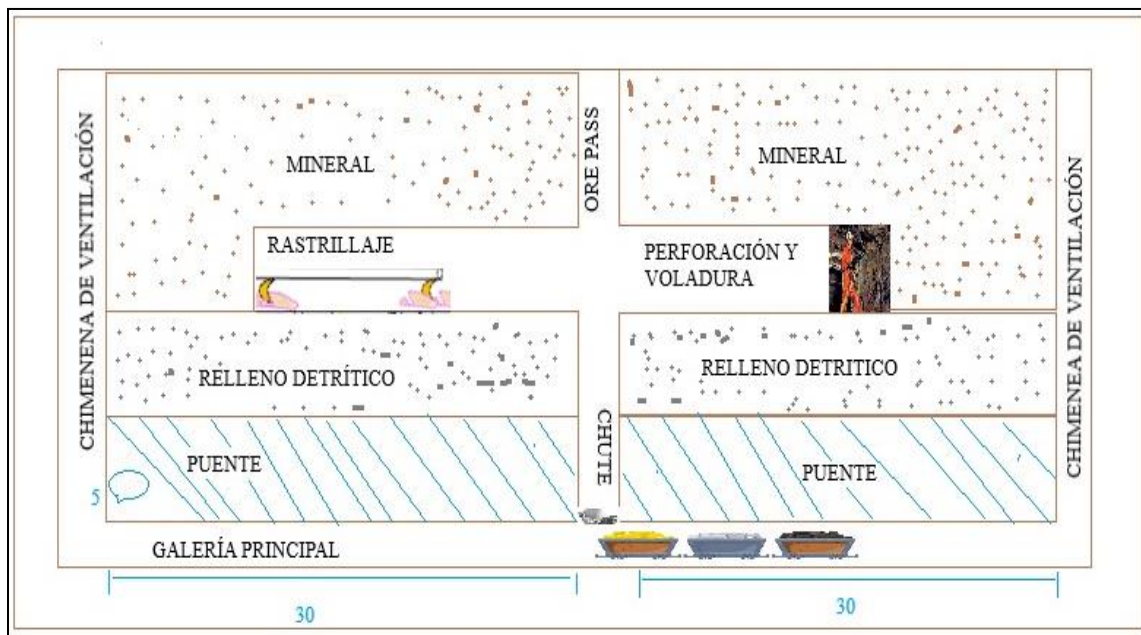
Chimeneas cortas. Estas labores están separadas 30 m una de otra, teniendo en cuenta de las chimeneas principales, serán construidas a partir de la galería principal hasta cortar el subnivel. El camino – buzón se construirá en medio del área del tajo, que tendrá doble compartimiento, uno cumplirá la función de transporte de personal y el otro para la evacuación del mineral.

Sección de 1.25 m x 1.25 m.

Subniveles. Se tiene que elaborar desde la galería principal a una distancia de 5 m con una sección de 1.20 m x 2.40 m, dejando un puente que sirve como soporte de la galería de transporte, debe estar a una distancia que varía dependiendo del tipo de la roca, en la labor esperanza se dejara 5 m de puente.

Figura 19

Diseño del método corte y relleno



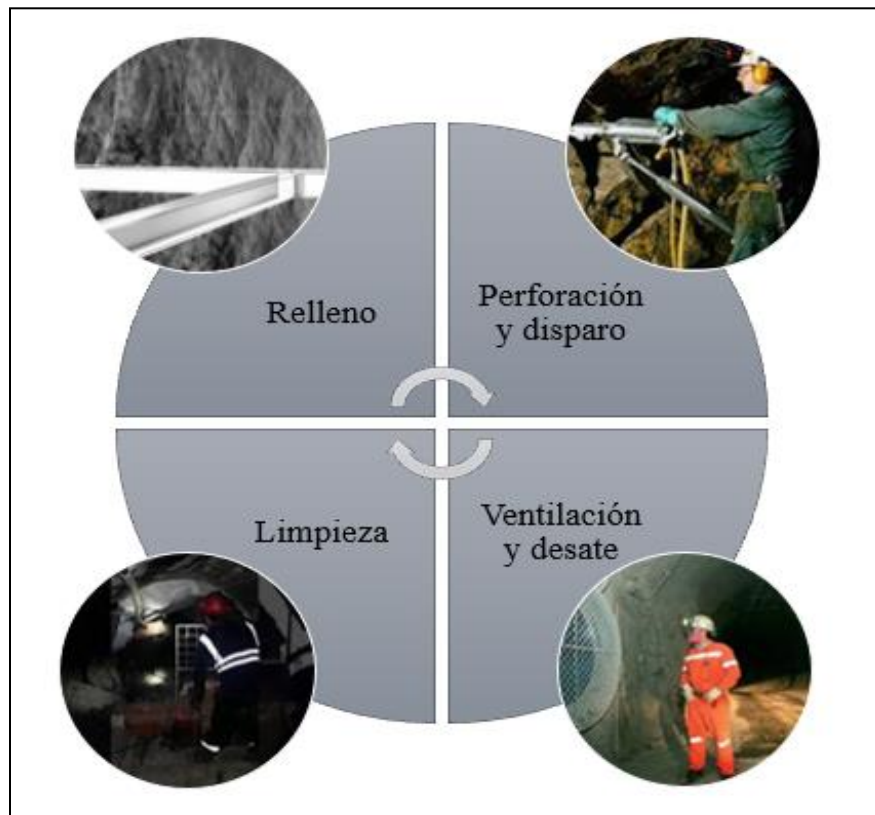
Diseño del plan de minado y costos de explotación de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI

Minado del método corte y relleno

El ciclo de minado consiste en: Perforación y Disparo, ventilación y Desate, Limpieza y Relleno (Llanque, y otros, 1999)

Figura 20

Ciclo de minado en la labor Esperanza



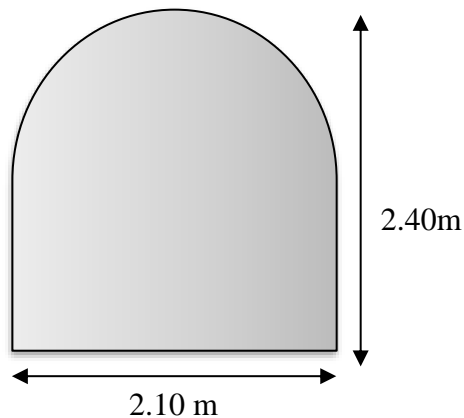
Perforación y voladura. En la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, el sistema de perforación será horizontal, con perforadora neumática Jack Leg y para las chimeneas si se tendrá que realizar la perforación vertical con Stoper, ya que en este tipo de trabajos dicha maquina es insustituible.

El tipo de perforación elegido es Breasting, por la calidad de la roca y por la seguridad que presenta al momento de realizar la perforación, se efectuará con la maquina Jack Leg.

Para calcular el número de taladros que se va realizar en un frente de trabajo se considera las siguientes dimensiones de la galería a construir:

Figura 21

Galería convencional de la labor Esperanza



Para calcular el número de taladros se utiliza la fórmula más precisa:

$$N^{\circ}tal = \left(\frac{P}{dt}\right) + (c \times S) \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

P: Perímetro de la sección del túnel, se usa la siguiente formula:

$$P = \sqrt{A} \times 4 \quad \text{Ecuación 5}$$

dt: Distancia entre los taladros, se obtiene de:

Tabla 27

Para la labor Esperanza la distancia entre taladros se ha considerado intermedia

Dureza de roca	Distancia entre taladros (m)
Tenaz	0.50 a 0.55
Intermedia	0.60 a 0.65
Friable	0.70 a 0.75

Fuente: (EXSA, 2019)

c: Coeficiente o factor de roca, se obtiene de:

Tabla 28

Para la labor Esperanza el coeficiente de roca se ha considerado intermedia

Dureza de roca	Coeficiente de roca (m)
Tenaz	2.00
Intermedia	1.50
Friable	1.00

Fuente: (EXSA, 2019)

S: Área del túnel

Distribución de los taladros en el frente:

- Hallamos el área:

$$A = B \times H \times \left(\frac{11}{12}\right)$$

$$A = 2.10 \text{ m} \times 2.40 \text{ m} \times \left(\frac{11}{12}\right)$$

$$A = 4.62 \text{ m}^2$$

- Hallamos el perímetro:

$$P = \sqrt{A} \times 4$$

$$P = \sqrt{4.62 \text{ m}^2} \times 4$$

$$P = 8.6 \text{ m}$$

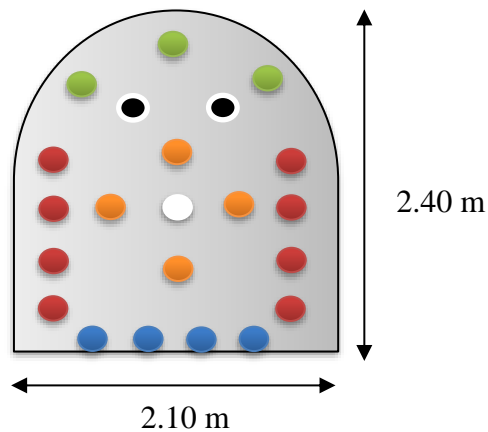
- Aplicando la fórmula:

$$N^{\circ}tal = \left(\frac{P}{dt}\right) + (c \times S)$$

$$N^{\circ}tal = \left(\frac{8.6 \text{ m}}{0.60}\right) + (1.50 \times 4.62 \text{ m}^2)$$

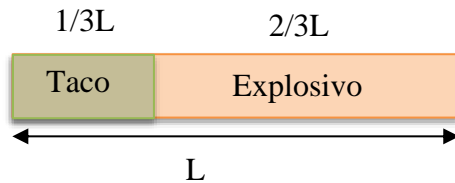
$$N^{\circ}tal = 21.3$$

$$N^{\circ}tal = 21 \text{ consideramos}$$



Alivio	1
Ayudas	4taladros
Arrastres	4taladros
Cuadradores	8taladros
Corona	3taladros
Stoping	2taladros
Total	21taladros

- Longitud del taladro:



La distancia cargada de explosivo es $2/3L$ de la longitud total.

Calculamos la longitud real de perforación:

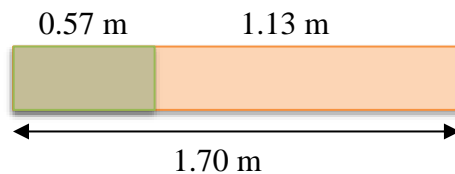
En la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, se usará barreno de 6 pies; por ende, la longitud de perforación es la conversión de los 6 pies a metros resultando 1.8282 m. Por lo tanto, se sabe que la perforación no es efectiva al 100%, en nuestro caso hemos trabajado con 93% de eficiencia.

Solución:

Longitud real de perforación: $(1.8282 \text{ m}) \times (0.93) = 1.70 \text{ m}$

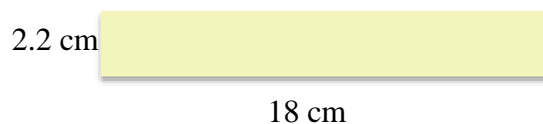
- Hallamos la distancia neta de carga de explosivo:

$$(2/3) \times (1.70) = 1.13 \text{ m}$$



Cantidad de cartuchos para cada taladro:

- La dimensión de los cartuchos de explosivo es:



- Revisando la ficha técnica SEMEXSA 65% considera que:

Peso de dinamita: 25 kg

Unidad por caja: 308 cartuchos

$$\left(\frac{25 \text{ kg}}{308 \text{ cartuchos}} \right) = 0.08 \text{ kg/cartucho de dinamita}$$

- Ahora calculamos la cantidad de cartuchos que puede entrar en nuestro taladro:

$$(1.13\text{m}/0.18\text{m}) = 6.28 = 6 \text{ cartuchos/taladro}$$

- Alivio: 0 cartuchos
- Ayudas: 1 x 4 = 4 x 6 = 24 cartuchos
- Arrastres: 4 x 6 = 24 cartuchos
- Cuadradores: 8 x 6 = 48 cartuchos
- Corona: 3 x 6 = 18 cartuchos
- Stopping: 2 x 6 = 12 cartuchos
- Total: 126 cartuchos

- Cantidad de explosivo que se necesita:

$$(126 \text{ cartuchos} \times 0.08 \text{ kg/cartucho}) = 10.08 \text{ kg}$$

- Hallamos el volumen de material que vamos extraer:

$$V = (\text{Área} \times \text{distancia de perforación})$$

$$V = (4.62 \text{ m}^2 \times 1.70 \text{ m})$$

$$V = (7.854 \text{ m}^3)$$

Hallamos cantidad de pies perforados por disparo:

$$= (\text{Taladros} \times \text{distancia efectiva de perforación})$$

$$= (22 \text{ taladros} \times 1.70 \text{ m})$$

$$= (37.4 \text{ m}) = (122.70 \text{ pies})$$

Volumen roto por disparo:

$$(\text{Área efectiva} \times \text{longitud de taladro} \times (\text{Fact. Esponjamiento}))$$

$$= (4.62 \text{ m}^2 \times 1.70 \times 1.3)$$

$$= (10.21 \text{ m}^3)$$

Tonelaje roto por disparo:

$$T = (V \times P.E \times S.E)$$

$$T = (4.62 \text{ m}^2 \times 1.70 \text{ m} \times (2.2 \text{ TMS}/\text{m}^3 \text{ arenisca}) \times 1.2)$$

$$T = (20.73 \text{ TMS}) = 21 \text{ TM}$$

Factor de potencia:

$$FP = (\text{Cantidad de explosivo}/\text{N}^\circ \text{ Taladros cargados})$$

$$FP = \left(\frac{10.08 \text{ kg}}{21 \text{ taladros}} \right)$$

$$FP = (0.48 \text{ kg/tal})$$

Rendimiento lineal:

$$RL = (\text{Cantidad de explosivo}/\text{longitud de perforación})$$

$$RL = \left(\frac{10.08 \text{ kg}}{1.70 \text{ m}} \right)$$

$$RL = (5.93 \text{ kg/m})$$

La fase de voladura en la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, los taladros son cargados con explosivos de dinamita Semexsa 65%. Asimismo, los accesorios de voladura utilizados son: Fulminante N°8 y mecha lenta.

A continuación, se detallará los costos de explosivos y accesorios de voladura:

Tabla 29

Datos para calcular los costos de explosivos y accesorios

COSTO DE	Descripción	Unidad		Costo	Total (\$)
		Medida	Cantidad	unitario \$	
EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS	Dinamita				
	Semexsa 65%	Unidad	308.00	\$ 0.50	\$ 154.00
	Fulminante N°8	Unidad	100.00	\$ 0.35	\$ 35.00
	Mecha Lenta	Metros	1,000.00	\$ 0.38	\$ 380.00

Dinamita Semexsa 65%

$$(1.13m/0.18m) = 6.28 = 6 \text{ cartuchos/taladro}$$

$$(21 \text{ taladros} \times 6 \text{ cartuchos/taladro}) = 126 \text{ cartuchos}$$

- El costo por metro perforado:

$$\text{Semexsa 65\%} = \frac{0.5 \$}{\text{cartucho}} \times \frac{126 \text{ cartuchos}}{\text{disparo}} = \frac{63.00 \$}{\text{disparo}}$$

- El costo por taladro:

$$\frac{63 \$}{\text{disparo}} \times \frac{\text{disparo}}{21 \text{ tal}} = \frac{3 \$}{\text{tal}}$$

Tabla 30

Cálculo de costo de dinamita 65% en dólares por metro perforado

COSTO DE DINAMITA 65% POR FRENTE	Long. Taladro de explosivo	N° tal	Long. Cart. (m)	Cant. Cartuchos por taladro	Cant. Aprox.	Cant. Cartuchos por frente	TOTAL (\$)
	1.13	21	0.18	6.28	6	126	63.00

Fulminante N°8

- El costo por metro perforado:

$$Fulm N^{\circ} 8 = \frac{0.35 \$}{unid} \times \frac{21 unid}{disparo} = \frac{7.35 \$}{disparo}$$

- El costo por taladro:

$$\frac{7.35 \$}{disparo} \times \frac{disparo}{21 tal} = \frac{0.35 \$}{tal}$$

Tabla 31

Cálculo de costo de fulminante N°8 en dólares por metro perforado

COSTO DE FULMINANTE N°8 POR FRENTE	Cant. Fulminantes	TOTAL (\$)
	21	7.35

Mecha lenta

- Costo por metro perforado:

$$\frac{0.38 \$}{m} \times \frac{45 m}{disparo} = \frac{17.10 \$}{disparo}$$

- El costo por taladro:

$$\frac{17.10 \$}{disparo} \times \frac{disparo}{21 tal} = \frac{0.81 \$}{tal}$$

Tabla 32

Cálculo de costo de mecha lenta en dólares por metro perforado

COSTO DE MECHA LENTA POR FRENTE	Long. de mecha por frente (m)	TOTAL (\$/disparo)
	45	17.10

- La producción en la labor Esperanza es de:
 - Material roto por disparo diarias: 21 TN de material
 - Para calcular las TN de mineral se multiplicará por el 14.3%

$$21 \text{ TN} \times 14.3\% = 3 \text{ TN de mineral al día}$$

$$3 \text{ TN} \times 26 \text{ días} = 78 \text{ TN al mes}$$

$$78 \text{ TN} \times 12 \text{ meses} = 936 \text{ TN de mineral al año}$$

Ventilación y desate. La labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, requiere de ventilación mecánica. Según, (Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, 2017) menciona que “las labores que posean solo una vía de acceso y que tengan un avance de más de 60 m, es obligatorio el empleo de ventiladores auxiliares” (p.128). Asimismo, una vez realizado el disparo en el frente, se tiene que dejar ventilar por un tiempo determinado de 30 min, para eliminar los gases presentes dentro de la labor generados por la voladura.

Tabla 33

Cálculo de costos de ventilación en dólares

		Ud.	Cant.	Costo unitario (\$)	Costo parcial (\$/)	TOTAL (\$)
COSTOS DE VENTILACIÓN	Ventiladores auxiliares	Ud.	2	\$ 13,000.00	\$ 26,000.00	\$ 28,200.00
	Mangas de 24"	m.	100	\$ 22.00	\$ 2,200.00	

La fase de desate es muy importante, se tiene que evaluar los puntos débiles donde se requiere sostenimiento, al darse el caso se utilizarán puntales y cuadros de maderas y si en alguna parte de la labor es muy crítica hasta se puede utilizar pernos de anclaje por motivos que la roca es muy incompetente.

Limpieza. En la labor Esperanza del proyecto minero la Carmina VI, se utilizará el sistema de rastrillaje con winche eléctrico FF-211 para la limpieza del mineral. Se hará el trabajo con la ayuda de los cables y se jalara el material al echadero, este bajará hasta llegar al ore pass, lugar donde se cargará a los carritos mineros U-35, estos se encargarán de sacar el mineral.

A continuación, se detallarán las especificaciones del winche eléctrico y los carritos mineros:

Tabla 34

Especificaciones técnicas del winche eléctrico FF-211

Winche eléctrico		
Modelo	FF-211	
Motor	10 hp	
Velocidad de arrastre	60 m/min	
Capacidad de arrastre	480 kg	
Volumen	0.46 m ³	
Tracción del cable	1240-2500 lbs	562-1134 Kg
Rastra	18-32 pulg	
Largo	1.27 m	
Ancho	0.71 m	
Alto	0.58 m	

Fuente: (Chereque, 2021)

Tabla 35

Especificaciones técnicas del carro minero U-35

Carro minero		
Modelo	U-35	
Capacidad	0.99 m ³	35 pies
Peso de carro	620 kg	
Trocha	500-600 mm	0.5-0.6 m
Distancia entre ejes	620 mm	0.651 m
Diámetro rueda	12 pulg	
Longitud de tolva	1.920 m	
Ancho de tolva	0.810 m	
Largo de tolva	1.250 m	

Fuente: (SERMINSA, 2021)

Relleno. El tipo de relleno que se va usar en la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI es relleno detrítico.

Relleno convencional o detrítico. Se utilizará material constituido por roca estéril que tiene la procedencia de las labores que se preparó en mina, un punto muy importante que se debe tener en cuenta es que este tipo de relleno debe ser lo más barato posible y de esa manera disminuir los costos.

Costos

Para realizar el análisis económico de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, se consideró los costos de perforación, voladura, mano de obra, limpieza, sostenimiento, equipos de protección personal y herramientas que requiere la ejecución del método corte y relleno.

Rendimiento por guardia (TM/gdia): 10.5

Rendimiento por día (TM/día): 21

Número de guardias por día: 2 (mañana – tarde)

H/gdia: 12

Especificación de los costos de voladura. La tabla 36, detalla el costo total de los accesorios y explosivos que se va usar en 1.70 metros perforados, obteniendo un resultado de 87.45 \$/m.

Tabla 36

Resumen de los costos de voladura

Descripción	Costo (\$)	Total (\$)
Dinamita semexsa		
65%	\$ 63.00	\$ 87.45
Fulminante N°8	\$ 7.35	
Mecha lenta	\$ 17.10	

Especificación de los costos de perforación. Para realizar los costos de perforación se ha considerado lo siguiente:

Costos de aire comprimido. El tiempo de perforación se ha considerado 4min/taladro.

- Calculamos el tiempo total de horas por taladro:

$$\left(\frac{4 \text{ min}}{\text{taladro}}\right) \times \left(\frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}\right) = 0.07 \text{ hora/tal}$$

Costo por metro perforado:

$$\frac{0.07 \text{ horas}}{\text{tal}} \times \frac{18 \$}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ tal}}{1.70 \text{ m}} = \frac{0.74 \$}{\text{m}}$$

Costo por frente perforado:

$$\frac{0.74 \$}{\text{m}} \times \frac{21 \text{ tal}}{\text{frente}} \times \frac{1.70 \text{ m}}{1 \text{ tal}} = \frac{26.46 \$}{\text{frente}}$$

Costo por taladro perforado:

$$\frac{26.46 \$}{\text{frente}} \times \frac{\text{frente}}{21 \text{ tal}} = \frac{1.26 \$}{\text{tal}}$$

Tabla 37

Resumen de costos de aire comprimido y el costo total en (\$/frente)

COSTO DE AIRE COMPRIMIDO	L. del taladro	N° taladros	Precio de aire (\$)	Tiempo de Perforación de Tal (Horas)	Costo por metro (\$/m)	Costo por frente (\$/frente)	Costo por Taladro (\$/Tal)
	1.70	21	18.00	0.07	0.74	26.46	1.26

Costos de operación: Máquina de perforación Jack Leg.

Costo de depreciación:

$$D = \frac{4500 \$}{24384 m} = \frac{0.18 \$}{m}$$

Costo de mantenimiento y reparación:

- Se considera el 70% de la adquisición:

$$M y R = \frac{0.18 \$}{m} \times 0.70 = \frac{0.13 \$}{m}$$

Costo de máquina por metro:

$$= \frac{0.18 \$}{m} + \frac{0.13 \$}{m} = \frac{0.31 \$}{m}$$

Costo por frente perforado:

$$\frac{0.31 \$}{m} \times \frac{1.70 m}{tal} \times \frac{21 tal}{frente} = \frac{11.20 \$}{frente}$$

Tabla 38

Resumen de costos de la máquina de perforación y el costo total en (\$/frente)

COSTO DE MÁQUINA DE PERFORACIÓN JACK LEG	L. del taladro	Vida útil pies perforados	Precio de adquisición (\$)	Depreciación (%)	Costo de depreciación (\$/m)	Costo de Mantenimiento (\$/m)	Costo de máquina por metro (\$/m)	Total (\$/frente)
	1.70	80 000	4,500.00	70.00	0.18	0.13	\$ 0.31	\$ 11.20
		24384	M	0.7				

Costos de operación: Barreno de perforación Strong Steel.

Costo de depreciación:

$$D = \frac{95.00 \$}{304.8 m} = \frac{0.31 \$}{m}$$

Costo de mantenimiento y reparación:

- Se considera el 20% de la adquisición:

$$M y R = \frac{0.31 \$}{m} \times 0.20 = \frac{0.06 \$}{m}$$

Costo de barreno por metro:

$$= \frac{0.31 \$}{m} + \frac{0.06 \$}{m} = \frac{0.37 \$}{m}$$

Costo por frente perforado:

$$\frac{0.37 \$}{m} \times \frac{1.70 m}{tal} \times \frac{21 tal}{frente} = \frac{13.35 \$}{frente}$$

Tabla 39
Resumen de costo del barreno de perforación y el costo total en (\$/frente)

COSTO DE BARRENO DE PERFORACION STRONG STEEL	L. del taladro	Vida útil pies perforados	Precio de adquisición (\$)	Depreciación (%)	Costo de depreciación (\$/m)	Costo de Mantenimiento (\$/m)	Costo de barreno por metro (\$/m)	Total (\$/frente)
	1.70	1000	95.00	20.00	0.31	0.06	\$ 0.37	\$ 13.35
		304.8	m	0.2				

Costos de operación: Broca de perforación.

Costo de depreciación:

$$D = \frac{30.00 \$}{182.88 m} = \frac{0.16 \$}{m}$$

Costo por frente perforado:

$$\frac{0.16 \$}{m} \times \frac{1.70 m}{tal} \times \frac{21 tal}{frente} = \frac{5.86 \$}{frente}$$

Tabla 40
Resumen del costo de la broca de perforación y el costo total en (\$/frente)

COSTO DE BROCA DE PERFORACIÓN	L. del taladro	Vida útil pies perforados	Precio de adquisición (\$)	Un Disparo (pies perforados /Disparo)	Costo de depreciación (\$/m)	Costo por frente (\$/frente)
	1.70	600	30.00	128.81	0.16	\$ 5.86
		182.88	m	39.2613	m	

Costos de operación: Lubricante.

Costo de mantenimiento:

$$\frac{4.00 \$}{gal} \times \frac{0.25 gal}{frente} \times \frac{1 frente}{21 tal} \times \frac{1 tal}{1.70 m} = \frac{0.03 \$}{m}$$

Costo por frente perforado:

$$\frac{0.03 \$}{m} \times \frac{1.70 m}{tal} \times \frac{21 tal}{frente} = \frac{1.00 \$}{frente}$$

Tabla 41

Resumen del costo de lubricante y el costo total en (\$/frente)

COSTO DE LUBRICANTE	L. del taladro	Consumo por frente (gal)	Precio de adquisición (\$/gal)	Costo de Mantenimiento (\$/m)	Costo por frente (\$/frente)
	1.70	0.25	4.00	0.03	\$ 1.00

Tabla 42

Resumen de los costos de perforación

Descripción	Costo (\$)	Total (\$)
Aire comprimido	\$ 26.46	\$ 57.87
Máquina de perforación Jack Leg	\$ 11.20	
Barreno de perforación Strong Steel	\$ 13.35	
Broca de perforación	\$ 5.86	
Lubricante	\$ 1.00	

Especificación de los costos de mano de obra. La tabla 43, detalla el costo total anual de mano de obra que se va emplear en la labor Esperanza, obteniendo un resultado de \$ 127,548.00

Tabla 43

Datos para calcular los costos de mano de obra

	Descripción	Salario (\$/mes)	Salario (\$/anual)	Total, anual (\$)
	Residente	1000	12000	
	Supervisor	800	9600	
	Capataz	700	8400	
	Maestro enmaderador	600	7200	
	2 ayudante enmaderador	830	9960	
COSTO DE	Maestro perforista	600	7200	
MANO DE	2 ayudante Perforista	850	10200	
OBRA	Maestro de servicios auxiliares	857	10284	\$ 127,548.00
	Ayudante de servicios auxiliares	714	8568	
	Almacenero	450	5400	
	2 operadores /carritos mineros	800	9600	
	Conductor de volquete	857	10284	
	Conductor de retroexcavadora	857	10284	
	Conductor de camioneta 4x4	714	8568	

Especificación de los costos de limpieza.

- Cálculo del costo de depreciación:

$$= \frac{13000 \$}{27432 m} = \frac{0.47 \$}{m}$$

- Cálculo del costo de mantenimiento:

$$= \frac{0.47 \$}{m} \times 0.7 = \frac{0.33 \$}{m}$$

- Cálculo del costo de maquina por metro:

$$= \frac{0.47 \$}{m} + \frac{0.33 \$}{m} = \frac{0.81 \$}{m}$$

Tabla 44

Resumen de los costos de limpieza y el costo total en (\$/frente)

COSTO DE WINCHE	L. del taladro	Vida útil pies perforados	Precio de adquisición (\$)	Depreciación (%)	Costo de depreciación (\$/m)	Costo de Mantenimiento (\$/m)	Costo de maquina por metro (\$/m)
	1.70	90000	13,000.00	70.00	0.47	0.33	\$ 0.81
		27432 m		0.7			

Especificación de los costos de sostenimiento. El sostenimiento se va realizar con puntales de madera, con la finalidad de soportar el macizo rocoso.

Cuadro recto. Según, (Talavera & Morales, 2017) sostiene que “los cuadros rectos son usados cuando la mayor presión procede del techo y están compuestos por tres piezas, un sombrero y dos postes, en donde los postes forman un ángulo de 90° con el sombrero” (p.26).

Tabla 45
Resumen de los costos de sostenimiento con madera

Descripción	Cantidad	Costo unidad		Costo parcial		Total (\$)
			(\$)		(\$)	
Sombrero de 2.00m x 8" diám.	15	\$	6.00	\$	90.00	\$ 450.90
Postes de 2.40m x 8" diám.	30	\$	6.63	\$	198.90	
Cribing 1.50m x 4" diám.	90	\$	1.80	\$	162.00	

Especificación de los costos de EPP y herramientas. La tabla 46 y 47, detallan los costos de EPP y herramientas que se va emplear en la labor Esperanza.

Tabla 46
Resumen de los costos de equipo de protección personal

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo		Costo parcial		Total (\$)
				unidad (\$)		(\$)	
Arnés de seguridad	Ud.	16	\$	63.00	\$	1,008.00	\$ 2,202.40
Casco de seguridad	Ud.	16	\$	6.80	\$	108.80	
Barbiquejo	Ud.	16	\$	0.50	\$	8.00	
Botas de jebe punta de acero	Par	16	\$	13.50	\$	216.00	
Respirador 3M	Ud.	16	\$	12.50	\$	200.00	
Guantes neoprene	Par	16	\$	3.40	\$	54.40	
Lampara a batería	Ud.	16	\$	20.00	\$	320.00	
Overol	Ud.	16	\$	17.10	\$	273.60	
Tapones de oído	Par	16	\$	0.85	\$	13.60	

Tabla 47
Resumen de los costos de herramientas

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unidad		Costo parcial (\$)	Total (\$)
				(\$)		
Palas	Ud.	10	\$	6.20	\$ 62.00	\$ 9,474.00
Flexómetro	Pza.	10	\$	3.40	\$ 34.00	
Cinzel	Pza.	10	\$	3.10	\$ 31.00	
Comba	Pza.	10	\$	16.00	\$ 160.00	
Picos	Ud.	10	\$	8.70	\$ 87.00	
Cable						
eléctrico	m.	3000	\$	3.00	\$ 9,000.00	
Medidor	Ud.	1	\$	100.00	\$ 100.00	

Tabla 48
*Resumen descriptivo de los costos de voladura, perforación, ventilación, mano de obra,
limpieza, sostenimiento, equipos de protección personal y herramientas*

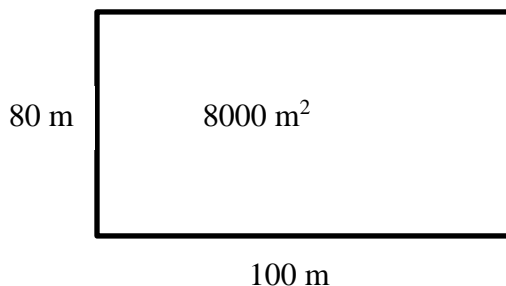
Descripción	Total (\$)	Días			Costo Parcial (\$)	Costo total anual (\$)
		laborables	Meses			
Voladura	\$ 87.45	26	12	\$ 27,284.40	\$ 213,467.86	
Perforación	\$ 57.87	26	12	\$ 18,055.44		
Ventilación	\$ 28,200.00	-	-	\$ 28,200.00		
Mano de obra	\$ 127,548.00	-	-	\$ 127,548.00		
Limpieza	\$ 0.81	26	12	\$ 252.72		
Sostenimiento	\$ 450.90	-	-	\$ 450.90		
EPP	\$ 2,202.40	-	-	\$ 2,202.40		
Herramientas	\$ 9,474.00	-	-	\$ 9,474.00		

La tabla 48 detalla el resumen de los costos por frente perforado, lo que corresponde a costos de voladura, perforación y limpieza; en cuanto a la ventilación, mano de obra, sostenimiento, equipos de protección personal y herramientas se ha calculado el costo por año. Finalmente, el costo de minado anual esta entre 210,000.00 a 220,000.00 dólares.

Cálculo de reservas y vida útil de la labor Esperanza

Figura 22

Área extraída para calcular las reservas



Cálculo de volumen del bloque:

$$V = \text{Área} \times \text{Potencia de la veta}$$

$$V = 8000 \text{ m}^2 \times 1.36 \text{ m} = 10,880.00 \text{ m}^3$$

Cálculo de las reservas:

$$\text{Reservas} = \text{volumen} \times \text{densidad de la roca arenisca}$$

$$\text{Reservas} = 10,880.00 \text{ m}^3 \times 2.2 \text{ TN/m}^3 = 23,936.00 \text{ TN}$$

Vida útil:

$$\text{Extracción anual de material} \left(\frac{\text{TN}}{\text{año}} \right) = 21 \text{ TN} \times 26 \text{ dias} \times 12 \text{ meses} = 6552 \text{ TN/año}$$

$$\text{Cálculo de vida útil (años)} = \frac{\text{Reservas (TN)}}{\text{Extracción} \left(\frac{\text{TN}}{\text{año}} \right)} = \frac{23,936.00 \text{ TN}}{6552 \text{ TN/año}} = 3.65 \approx 4 \text{ años}$$

Liquidación. Los análisis han determinado que las muestras tienen presencia de oro, plata y cobre. Además, se ha calculado la liquidación, para conocer los ingresos por la venta de mineral anual.

Figura 23

Cálculo de la liquidación de mineral anual

LIQUIDACIÓN FINAL			
	ELEMENTOS	LEYES	
		ONZ	Gr
	AU	0.2	5.6
	AG	25.4	720
	CU (%)	3.12%	
	H2O (%)	0.70%	
SACOS:	18,720.00	PESO DEL SACO: 50	
PESO:	936000		
MERMA:	200		
PESO HÚMEDO:	935800		
PESO HÚMEDO:	935.8		
HUMEDAD:	0.70%		
PESO HÚMEDO	935.8		
HUMEDAD	0.70%		
PESO SECO	929.2494		
PESO SECO	929.249		
PRECIO POR TN	\$ 590		
TOTAL LOTE DÓLARE	\$ 548257.15		

Estimación de flujo de caja e indicadores económicos de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI

Flujo de caja

Para determinar el flujo de caja económico de un proyecto, se debe colocar primero los ingresos y egresos de dinero que obtendrá la empresa, con la finalidad de estimar la rentabilidad y viabilidad del proyecto.

Tabla 49
Flujo de caja económico

INGRESOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Venta de mineral de oro, plata y cobre.		\$ 548,257.15	\$ 548,257.15	\$ 548,257.15	\$ 548,257.15
Total, Ingresos	0.00	\$ 548,257.15	\$ 548,257.15	\$ 548,257.15	\$ 548,257.15
EGRESOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
2 carritos mineros U-35	\$ 6,811.99				
Winche eléctrico	\$ 13,000.00				
Volquete FMX 30 TN	\$ 40,871.93				
Retroexcavadora	\$ 40,871.93				
Locomotora	\$ 13,623.98				
Camioneta 4x4	\$ 60,000.00				
Plan de minado anual	\$ 213,467.86	\$ 213,467.86	\$ 213,467.86	\$ 213,467.86	\$ 213,467.86
Flete anual	\$ -	\$ 37,787.47	\$ 37,787.47	\$ 37,787.47	\$ 37,787.47
Inversión	\$ 388,647.69				
Total, Egresos	-\$ 388,647.69	\$ 251,255.33	\$ 251,255.33	\$ 251,255.33	\$ 251,255.33
FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	-\$ 388,647.69	\$ 297,001.82	\$ 297,001.82	\$ 297,001.82	\$ 297,001.82

Tasa	14%
Inversión	-\$ 388,647.69
VAN	\$ 476,730.17
TIR	66%
B/C	\$ 2.18

PAYBACK: Período de Recuperación

$$Payback = \frac{I_0}{F}$$

$$Payback = \frac{388,647.69}{297.001.82}$$

$$Payback = 1.31 \text{ años} \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow 0.31 \text{ años} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 3.72 \text{ meses} \\ \rightarrow 0.72 \text{ meses} \times \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 21.6 = 22 \end{array} \right.$$

La tabla 49 detalla el flujo de caja económico de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI; asimismo, se ha obtenido resultados para el valor actual neto \$ 476,730.17, tasa interna de retorno 66%, el beneficio-costo indica que por cada 1 sol de inversión se obtiene \$ 2.18 de beneficio y el plazo de recuperación de la inversión en este proyecto es de 1 año 3 meses con 22 días. Por lo tanto, se determina que el proyecto minero si es rentable para que inicie la etapa de operación.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa general que establece que existe relación entre la evaluación técnica y económica determinando el método de explotación subterráneo y la rentabilidad de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI. Por lo tanto, la hipótesis de la investigación queda validada.

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen (Durán & Mantilla, 2020), (Jesús, 2018) y (Calderón, 2018), quienes señalan que la evaluación técnica y económica es fundamental para determinar la viabilidad de un proyecto. Estos autores han determinado el método de explotación corte y relleno porque se caracteriza por tener alto nivel de recuperación de mineral; además, han evaluado los indicadores económicos como el valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), beneficio/costo (B/C) y el periodo de recuperación del capital (Payback). Ello es acorde con lo que en este estudio se detalla. En tal sentido, bajo lo expuesto anteriormente y al analizar estos resultados, confirmamos que es de vital importancia realizar un estudio técnico y económico que permita al productor minero a tomar buenas decisiones antes de realizar una inversión, con la finalidad de tener una sostenibilidad en el tiempo y una certidumbre de recuperación de capital durante la ejecución de la labor Esperanza del proyecto minero la Carmina VI.

En lo que respecta a las implicancias teóricas de los resultados obtenidos de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, se recomienda seguir con los análisis químicos en zonas más cercanas a la concesión minera San Luis, porque los antecedentes detallan que sus leyes son altas.

Las limitaciones presentadas durante el proceso de investigación fue que la Universidad Privada del Norte – Cajamarca, no estaba brindando acceso al laboratorio de mecánica de rocas para realizar la resistencia mediante ensayos de compresión simple para obtener los resultados y determinar el método de explotación subterráneo. Por tal motivo, se tuvo que acudir a laboratorios particulares.

4.2 Conclusiones

- Las características geométricas encontradas en la labor Esperanza son: forma del yacimiento tabular, potencia de la veta 1.36 metros, considerándose estrecha, con una inclinación de 59° y la distribución de leyes es gradual. Además, se identificó las características geomecánicas como es la resistencia de la roca mineralizada de 70.77 Mpa (alta), caja techo de 19.19 Mpa (alta) y caja piso 12.82 Mpa (media), el espaciamiento entre fracturas de la roca mineralizada presenta 20 fracturas por metro (muy pequeño), caja techo 17 (muy pequeño) y caja piso 10 (pequeño), la resistencia de las discontinuidades de la roca mineralizada es pequeña y la caja techo y piso es media.
- Mediante el análisis numérico se determinó el método de explotación corte y relleno para la labor Esperanza, el cual es óptimo respecto a la zona de estudio para su aplicación y extracción del mineral.
- Se ha diseñado el plan de minado y los costos de explotación del método corte y relleno, que está conformado por: perforación, voladura, ventilación, mano de obra, limpieza, sostenimiento, equipos de protección personal y herramientas; obteniendo un costo anual de \$ 213,467.86.
- Se estimo el flujo de caja y los indicadores económicos de la labor Esperanza, obteniendo un resultado para el VAN de \$ 476,730.17, TIR de 66%, B/C de \$ 2.18 y un Payback de 1 año 3 meses con 22 días. Indicando, que el proyecto minero si es rentable.

REFERENCIAS

- Calderón, W. (2018). *Selección, aplicación y sostenibilidad del método de explotación por corte y relleno ascendente de la veta Filomena - Unidad minera Sotrami - Ayacucho*. Tesis, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5164/MIcacaw.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la Investigación en Ciencias Sociales*. Buenos Aires. Obtenido de <https://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%c3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%c3%93N%20EN%20CC.SS..pdf>
- Chereque, C. (2021). WINCHE PSI FF-211 - E. *PSI DEL PERÚ S.A.C.* Obtenido de <http://psidelperu.com/maquinaria/winche-psi-ff-211-e/#:~:text=Sus%20medidas%3A,Altura%3A%200.58%20metros.>
- Chira, J., Guerra, K., Gonzáles, R., Rivera, R., Vargas, L., & Chero, R. (2007). *Prospección Geoquímica Regional en la Cuenca del Río Jequetepeque*. Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/206>
- Durán, R., & Mantilla, J. (2020). *Determinación del método de explotación para vetas angostas, en la concesión minera San Luis, Provincia San Pablo, Cajamarca*. Tesis, Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24269/Dur%C3%A1n%20Chac%C3%B3n%20Ram%C3%B3n%20Baudelio%20-%20Mantilla%20Calder%C3%B3n%20Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dzul, M. (2013). *Diseño no Experimental*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Obtenido de

[https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/14902/PRES38.pdf
?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/14902/PRES38.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

EXSA. (2019). *Manual práctico de voladura* (Quinta ed.). Obtenido de

<https://fliphtml5.com/hqjn/rypz/basic>

Jesús, D. (2018). *Evaluación técnica - económica del proyecto minero "Utcuyacu 2016"*. Tesis,

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz. Obtenido de

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3353>

Llanque, O., Navarro, V., Durant, J., Coila, Y., Calderón, R., Tapia, H., . . . Camac, E. (1999).

Explotación subterránea métodos y casos prácticos (Primera ed.). Puno. Obtenido de

[https://es.scribd.com/document/462175998/EXPLORACION-SUBTERRANEA-Y-
CASOS-PRACTICOS-OSCAR-LLANQUE-MAQUERA-C](https://es.scribd.com/document/462175998/EXPLORACION-SUBTERRANEA-Y-CASOS-PRACTICOS-OSCAR-LLANQUE-MAQUERA-C)

López, A. (2017). *Viabilidad económica financiera de minado veta chaparral del yacimiento*

aurífero San Francisco, Golden River Resources S.A.C - Arequipa. Tesis, Universidad

Nacional del Altiplano, Puno. Obtenido de

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7314/L%C3%B3pez_Quispe_Alej
andro_Magno.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7314/L%C3%B3pez_Quispe_Alejandro_Magno.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mendiola, V. (2017). *Criterios de diseño para la toma de decisiones en la evaluación de*

alternativas de minado en Empresas Mineras de la Región Central del Perú. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/320749661_Criterios_de_diseno_para_la_toma
_de_decisiones_en_la_evaluacion_de_alternativas_de_minado_en_Empresas_Mineras_d
e_la_Region_Central_del_Peru](https://www.researchgate.net/publication/320749661_Criterios_de_diseno_para_la_toma_de_decisiones_en_la_evaluacion_de_alternativas_de_minado_en_Empresas_Mineras_de_la_Region_Central_del_Peru)

Mete, M. (2014). *Valor actual neto y tasa de retorno: Su utilidad como herramienta para el análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Universidad La Salle - Bolivia, Bolivia.

Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v7n7/v7n7_a06.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (2003). *Glosario Técnico Minero*. Bogotá. Obtenido de <http://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>

Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. (2017). *Gestión de las Operaciones Mineras - ventilación - Artículo 246* (Tercera ed.). Lima, Perú: Megabyte.

Reyes, L. (1980). *Geología de lo cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba*. Lima,

Perú: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Obtenido de

[https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/150/54/A-031-](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/150/54/A-031-Boletin_Cajamarca-15f_San_Marcos-15g_Cajabamba-16g.pdf)

[Boletin_Cajamarca-15f_San_Marcos-15g_Cajabamba-16g.pdf](https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/150/54/A-031-Boletin_Cajamarca-15f_San_Marcos-15g_Cajabamba-16g.pdf)

Rivasplata, V. (2017). *Estudio geológico estructural del sistema de vetas de metales base en el Proyecto Piel Canela, Cajamarca-Perú*. Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca,

Cajamarca. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/317081845_ESTUDIO_GEOLOGICO_ESTRU](https://www.researchgate.net/publication/317081845_ESTUDIO_GEOLOGICO_ESTRUC)

[CTURAL_DEL_SISTEMA_DE_VETAS_DE_METALES_BASE_EN_EL_PROYECT](https://www.researchgate.net/publication/317081845_ESTUDIO_GEOLOGICO_ESTRUC)

[O_PIEL_CANELA_CAJAMARCA-PERU](https://www.researchgate.net/publication/317081845_ESTUDIO_GEOLOGICO_ESTRUC)

Rojas, W. (2019). *Factibilidad técnica - económica de la aplicación del método de explotación Longwall Mining para incrementar la producción de carbón antracita en la Mina*

Piñipata - 2019. Tesis, Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Obtenido de

[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23862/Rojas%20Vigo%20Wilson](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23862/Rojas%20Vigo%20Wilson%20Ernesto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[%20Ernesto.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23862/Rojas%20Vigo%20Wilson%20Ernesto.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Santa Cruz, E. (2017). El índice beneficio/costo en las finanzas corporativas. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2017/01/el-indice-beneficiocosto-en-las-finanzas-corporativas/>
- SERMINSA. (2021). Cuadro de dimensiones generales para carros tipo "U" y "V-40". Obtenido de <https://www.serminsa.com/vagones>
- Talavera, L., & Morales, S. (2017). Manual del pequeño minero. Arequipa, Perú. Obtenido de https://regionarequipa.gob.pe/Cms_Data/Contents/GobRegionalArequipaInv/Media/ENLACES/MANUAL_PEQUE-O-MINERO_GREM__26_07.pdf
- Vargas, Z. (2019). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Verastegui, M. (2016). *Evaluación de la Factibilidad Económica - Financiera del Proyecto Aurífero Minero "Las Alexas" ubicado en el distrito de Rio Grande, provincia de Condesuyos, región Arequipa*. Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620914/Tesis%20Mina%20Artesanal.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Villacrés, R. (2016). *Optimización de costos al sistema de explotación subterránea en la veta Kathy de la empresa Produmin S.A.* Tesis, Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7967/1/T-UCE-0012-48.pdf>

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Clasificación de los métodos de explotación.

Método con mínimo soporte o con espacios abiertos	Métodos con soporte adicional o con relleno	Métodos por hundimiento o derrumbes
1. Cámaras y pilares.	1. Corte y relleno ascendente.	1. Hundimiento por subniveles.
2. Tajeo por subniveles.	2. Corte y relleno descendente.	2. Hundimiento por bloques.
3. Cráteres verticales en retroceso.	3. Almacenamiento provisional.	
	4. Entibación con cuadros.	
	5. Tajeos largos.	

Fuente: (Llanque, y otros, 1999)

ANEXO n.º 2. Geometría del yacimiento y distribución de leyes.

1. FORMA

Masivo: Todas las dimensiones son similares en cualquier dimensión.

Tabular: Dos de las dimensiones son mucho mayor que la tercera.

Irregular: Las dimensiones varían a distancias muy pequeñas.

2. POTENCIA DEL MINERAL

Estrecha:	< a 10 m.
Intermedia:	10 - 30 m.
Potente:	30 - 100 m.
Muy potente:	> a 100 m.

3. INCLINACIÓN

Tumbado:	< a 20°
Intermedio:	20 - 55°
Inclinado:	> a 50°

4. DISTRIBUCIÓN DE LEYES

Uniforme: La ley del yacimiento se mantiene prácticamente constante en cualquier punto del yacimiento mineralizado.

Gradual o diseminado: Las leyes tienen una distribución zonal, identificándose cambios graduales de un punto a otro.

Errático: No existe relación espacial entre las leyes, ya que estas cambian radicalmente de un punto a otro en distancias muy pequeñas.

Fuente: (Llanque, y otros, 1999)

ANEXO n.º 3. Características geomecánicas de la matriz rocosa.

1. RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA

Resistencia a la compresión simple en Mpa/presión del recubrimiento en Megapascales (Mpa).

Pequeña:	< a 8
Media:	8 - 15
Alta:	> a 15

2. ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS

	Fracturas/m	RQD (%)
Muy pequeño:	> 16	0 - 20
Pequeño:	10 - 16	20 - 40
Grande:	3 - 10	40 - 70
Muy grande:	3	70 - 100

3. RESISTENCIA DE LAS DISCONTINUIDADES

Pequeña: Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de relleno blando.

Media: Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.

Grande: Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que la roca intacta.

Fuente: (Llanque, y otros, 1999)

ANEXO n.º 4. Fotos tomadas en la Bocamina de la labor Esperanza del proyecto minero La
Carmina VI.



ANEXO n.º 9. Análisis de muestras de compresión simple.

		Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L. Domicilio social: Jr. La Mar No.224 RUC: 20453782761 Telefax: 076-365288 Visite nuestra página web: www.hurteco.com							
Código:	LH-FOR-174	Fecha:	12/11/2020	Versión:	01	Aprobación:	GG	Página:	01 de 02
INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO							LH-A-INF-2021-053		
I. DATOS DEL CLIENTE									
Cliente	:	ROBERT ABEL GIL RAMÍREZ	RUC	:	-				
Dirección	:	-	Página web	:	-				
Contacto	:	Robert Abel Gil Ramirez	Teléfono	:	971 233 650				
Correo electrónico	:	robert.ramirez791@gmail.com							
II. DATOS DEL PROYECTO									
Proyecto (*)	:	La Carmina VI							
Ubicación (*)	:	-							
III. FECHAS									
Fecha de muestreo (*)	:	16/12/2020	Fecha de inicio de ensayo	:	29/01/2021				
Fecha de recepción	:	29/01/2021	Fecha de ensayo	:	29/01/2021				
Fecha de informe	:	30/01/2021							
IV. MUESTRA Y CONTRAMUESTRA									
HURTECO SRL no ha participado en la fabricación y toma de muestra del concreto, dichos testigos han sido elaborados por el CLIENTE.									
No se almacena contramuestra, por ser ensayo destructivo.									
El día 29/01/2021, el laboratorio recepcionó las muestras, con las siguientes características:									

Fuente: Laboratorio HURTECO S.R.L

CUADRO No. 01: MUESTRAS				
No.	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA (*)	CÓDIGO DE MUESTRA (LAB. HURTECO)	TIPO	CANTIDAD
1	Bocamina / Mineral M-1	LH-A-M-2021-047	Roca	01
2	Bocamina / Caja Techo M-2	LH-A-M-2021-048	Roca	01
3	Bocamina / Caja Piso M-3	LH-A-M-2021-049	Roca	01

V. ENSAYOS DE LABORATORIO


Los ensayos de las muestras de concreto se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos de la empresa Hnos. Urteaga Contratistas SRL, ubicado en el Jr. La Mar No. 224 – Cajamarca. Los ensayos se realizaron bajo las Normas ASTM indicadas. Los ensayos realizados son:

CUADRO No. 02: ENSAYOS DE LABORATORIO

CANTIDAD	ENSAYO	NORMA DE ENSAYO
03	Standard Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone	ASTM C170/C170M-17

VII. PERSONAL RESPONSABLE

CUADRO No. 04: PERSONAL



REALIZACIÓN DEL ENSAYO	PROCESAMIENTO DE DATOS	REVISIÓN Y APROBACIÓN
Bach. Jorge Torres Gutierrez	Ing. Adriana Marín Díaz	Ing. Frank Gonzáles Vásquez HNOS URTEAGA CONTRATISTAS  Ing. Frank J. Gonzales Vásquez Reg. CIP 211190 J.L.F.E DE LABORATORIO

(*) Los datos indicados fueron declarados por el cliente.

Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.
Domicilio social: Jr. La Mar Nº 224 RUC: 20453782761 Teléfono: 076- 365288
Visite nuestra página web: www.hurteco.com

Página 1 de 3

Fuente: Laboratorio HURTECO S.R.L

	<h2 style="margin: 0;">Hnos. URTEAGA CONTRATISTAS S.R.L.</h2> <p style="font-size: small; margin: 0;">Domicilio social: Jr. La Mar No.224 RUC: 20453782761 Telefax: 076-365288 Visite nuestra página web: www.hurteco.com</p>				
Código: LH-FOR-174	Fecha: 12/11/2020	Versión: 01	Aprobación: GG	Página: 02 de 02	
VIII. NOTAS					
<ol style="list-style-type: none"> 1. El presente informe de ensayo solo puede ser difundido en su totalidad y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la aprobación escrita del laboratorio HURTECO. 2. Informes sin firma y sello carecen de validez. 3. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. 4. Los resultados corresponden a los ensayos realizados a las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio HURTECO. 					
NOTAS REFERIDAS A LAS MUESTRAS Y ENSAYOS:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. La fecha de muestreo de las muestras, ha sido declarado por el cliente. 2. El tipo de muestra indicado por el clientes son rocas con presencia de mineral. 					
NOTA CÓDIGO DEL INFORME AL QUE REEMPLAZA:					
<ol style="list-style-type: none"> 1. No aplica. 					
IX. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS					
CUADRO No. 03: RESULTADOS					
No.	CÓDIGO DE MUESTRA (LAB. HURTECO)	EDAD	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	PORCENTAJE OBTENIDO
1	LH-A-M-2020-047	No aplica	No aplica	721,6 kg/cm ²	No aplica
2	LH-A-M-2020-048	No aplica	No aplica	195,7 kg/cm ²	No aplica
3	LH-A-M-2020-049	No aplica	No aplica	130,7 kg/cm ²	No aplica
<p style="font-size: x-small; margin: 0;">HNOS URTEAGA CONTRATISTAS</p>  <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Ing. Frank J. Gonzalez Vasquez Reg. C.I.F. 211190 I.F.F. DE LABORATORIO</p>					

Fuente: Laboratorio HURTECO S.R.L

	<h3>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ROCAS (ASTM C170 / C170M - 17)</h3>	Código : LH-FOR-179 Versión : 01 Fecha : 29/01/2021 Aprobación : GG Página : 01 de 01							
Proyecto : La Carmina VI Ubicación : - Cliente : ROBERT ABEL GIL RAMÍREZ									
Informe N° : LH-A-INF-2021-053 Fecha de Informe : 30/01/2021 Hora : 05:10:00 p.m. T° de Ambiente : 16,88 °C Humedad Relativa : 74,68 %									
STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF HYDRAULIC CEMENT MORTARS									
Testigo No.	Fecha de Ensayo	Identificación (*)	Masa (g)	Lado (mm)	Altura (mm)	Área (mm ²)	Carga Rotura (kN)	Resistencia Máxima (MPa)	Resistencia Máxima (kg/cm ²)
1	29/01/2021	Bocamina / Mineral M-1 (LH-A-M-2020-47)	340	51,59	50,92	2656,37	187,98	70,77	721,60
				51,49	50,60				
2	29/01/2021	Bocamina / Caja Techo M-2 (LH-A-M-2020-48)	157	42,65	42,13	1693,32	32,49	19,19	195,70
				39,65	41,42				
3	29/01/2021	Bocamina / Caja Piso M-3 (LH-A-M-2020-49)	384	51,44	51,40	2659,46	34,10	12,82	130,70
				51,70	51,97				
			(*) Los datos fueron declarados por el cliente						
Revisó y aprobó:			 HNOS URTEAGA CONTRATISTAS Reg. C.O. 211190 A.F.S. DE LABORATORIO						

Fuente: Laboratorio HURTECO S.R.L

ANEXO n.º 10. Reporte de laboratorio del análisis químico.

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022	 Página 1 de 8
INFORME DE ENSAYO N° FEB0039.R21		
Solicitante :	ROBERT ABEL GIL RAMIREZ	
Dirección :	Urb. Horacio Zevallos Mz.Q 16A Cajamarca Cajamarca	
Solicitado por :	Robert Abel Gil Ramirez	
Referencia :	COT GE 0044 00 21	
Proyecto / Prospecto :	-	
Tipo(s) de Muestra(s) :	Exploración Geoquímica	
Estado de la Muestra :	se recibieron las muestras en bolsas de polietileno.	
Número de muestras :	3	
Fecha de Recepción :	Martes, 26 de Enero de 2021	
Lugar de Recepción :	Cajamarca Cajamarca	
Fecha de Ejecución de Ensayo :	2021-01-26 al 2021-02-02	
Fecha de reporte :	Martes, 02 de Febrero de 2021	
Los resultados corresponden al ensayo solicitado en la(s) muestra(s) recibida(s)		
Los ensayos han sido realizados en:		
CERTIMIN S.A. Av. Las Vegas 845. San Juan de Miraflores - Lima. Perú. Teléfonos: (51-1) 205-5656. Fax: (51-1) 205-5656. Correo Electronico: certimin@certimin.pe		
SANTOS OROYA ROJAS <i>Gerente de Laboratorios</i> Lima, 02 de Febrero de 2021		

* EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE *

Fuente: Laboratorio CERTIMIN S.A



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° FEB0039.R21

Registro N° LE - 022

RESULTADOS

Muestras		Elementos													
N°	Código de Servicio Elemento Unidad Limite Inferior Limite Superior	Q0207 Weight* kg	Q0108 Au ppm 0.005 10	Q0146 Ag ppm 0.2 1000	Q0146 Al* % 0.01 15	Q0146 As* ppm 3 10000	Q0146 Ba* ppm 1 10000	Q0146 Be* ppm 0.5 10000	Q0146 Bi* ppm 5 10000	Q0146 Ca* % 0.01 15	Q0146 Cd* ppm 1 10000	Q0146 Co* ppm 1 10000	Q0146 Cr* ppm 1 10000	Q0146 Cu ppm 0.5 100000	Q0146 Fe* % 0.01 15
1	M-1	0.32	5.6	720	1.68	158	16	<0.5	<5	0.15	1	16	92	31200	6.74
2	M-2	0.28	2.8	120	0.41	22	399	<0.5	<5	1.69	<1	5	28	1200	5.10
3	M-3	0.29	1.2	233	0.71	155	131	<0.5	<5	0.20	<1	7	60	1090	3.80

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
[C-VH-33] Los elementos Al, Ba, Be, Ca, Cr, Ga, K, La, Mg, Na, S, Se, Sn, Sr, Ti, W, Zr la digestión podría ser incompleta

TEL: USUO INICIO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DEHECHO DE INICIO DE INFORME AL EF. POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

Fuente: Laboratorio CERTIMIN S.A



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° FEB0039.R21

Registro N° LE - 022

Muestras		Elementos													
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad Limite Inferior Limite Superior	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146
		Ga* ppm	K* %	La* ppm	Mg* %	Mn* ppm	Mo* ppm	Na* %	Nb* ppm	Ni* ppm	P* %	Sb ppm	S* %	Sb* ppm	Se* ppm
		10	0.01	0.5	0.01	2	1	0.01	1	1	0.01	2	0.01	5	0.5
		10000	15	10000	15	10000	10000	15	10000	10000	15	10000	10	10000	10000
1	M-1	19	0.03	1.3	0.92	4613	10	0.03	<1	3	0.03	121	1.33	6	1.6
2	M-2	<10	0.70	10.7	0.06	152	4	0.05	<1	<1	0.08	510	2.06	<5	1.6
3	M-3	<10	0.21	3.1	0.51	1289	16	<0.01	2	<1	0.04	106	2.80	<5	2.1

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
[IC-VH-33] Los elementos Al, Ba, Bi, Ca, Cr, Ga, K, La, Mg, Na, S, Se, Sr, Ti, Tl, W, Zr la digestión podría ser incompleta

TEL: USUOIMBIBO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN FAVORABLE FUNCIONAMIENTO AL USUO, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Fuente: Laboratorio CERTIMIN S.A



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° FEB0039.R21


Registro N° LE - 022

Muestras		Elementos								
N°	Codigo de Servicio Elemento Unidad	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146	G0146
		Sn*	Sr*	Ti*	Tl*	V*	W*	Y*	Zn	Zr*
		ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	Limite Inferior	10	0.5	0.01	2	2	10	0.5	0.5	0.5
	Limite Superior	10000	5000	15	10000	10000	10000	10000	10000	10000
1	M-1	<10	2.8	0.01	<2	34	<10	2.5	610	2.1
2	M-2	<10	14.2	0.17	<2	20	<10	4.7	345	4.0
3	M-3	<10	4.1	0.02	<2	24	<10	3.3	314	3.4

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
[IC-VH-33] Los elementos Al, Ba, Be, Ca, Cr, Ga, K, La, Mg, Na, S, Sc, Sn, Sr, Ti, Tl, W, Zr la digestión podría ser incompleta


TEL: 051 071 422 2222 WWW.CERTIMIN.COM

Fuente: Laboratorio CERTIMIN S.A



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

Página 8 de 8



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayos
Acreditado

Registro N° LE - 022

INFORME DE ENSAYO
N° FEB0039.R21
02-Feb.-2021

METODOS DE ENSAYO Y CODIGOS DE SERVICIO

N°				Descripción
Análito	Cod. Serv.	Metodo	Descripción	
1	Au	G010B	IC-EF-01	Muestras de Exploración Geoquímica: Determinación de Oro por Ensayos al Fuego - AAS. (Validado) Rev.32/2019
2	Varios *	G0146	IC-VH-33	Muestras de Exploración Geoquímica: Determinación Multielemental por ICP-OES - Digestión Agua Regia (HNO ₃ , HCl).(Validado en Ag,Cu,Pb,Zn).Rev.12/2019

TEL USO MEDIO DE ESTE INFORME DE ENSAYO O BREVETADO DE RESULTADOS SANCIONADO CONFORME AL ALEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Fuente: Laboratorio CERTIMIN S.A.