

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO
MINERO ALTA GRACIA, YONÁN-2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera de Minas

Autores:

Jhoana Marisol Alvarez Rodriguez

Leila Judith Asencio Valera

Asesor:

Mg. Rafael Napoleón Ocas Boñón

<https://orcid.org/0000-0001-9519-2532>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

| | | |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | Daniel Alejandro Alva Huamán | 43006890 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|--------------------------------------|-----------------|
| Jurado 2 | Danyer Stewart Giron Palomino | 30675947 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|---------------------------------|-----------------|
| Jurado 3 | Wilder Chuquiruna Chavez | 41245114 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente a Dios y a la forjadora de mi camino a mí querida madre por su apoyo y motivación incondicional para lograr mis objetivos.

Asencio Valera Leila Judith

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres, hermanos, esposo e hijos por su sacrificio y apoyo durante mi etapa universitaria, por ser la mayor motivación para lograr mis objetivos, por apoyarme siempre para lograr una meta más en mi vida.

Alvarez Rodriguez Jhoana Marisol

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento muy especial a Dios por darnos la salud y conducirnos para lograr nuestros objetivos y metas.

Nuestro mayor agradecimiento a nuestros padres por su apoyo incondicional que nos han brindado día a día para ir cumpliendo una meta más en nuestras vidas.

Así mismo a nuestros hermanos, familiares y amigos que nos han brindado su apoyo incondicional en esta importante etapa de nuestras vidas y que se sienten orgullosos al ver el fruto de nuestro esfuerzo.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----------|
| JURADO EVALUADOR..... | 2 |
| DEDICATORIA | 3 |
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTO..... | 5 |
| TABLA DE CONTENIDOS | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 8 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 10 |
| ÍNDICE DE ECUACIONES..... | 11 |
| RESUMEN | 12 |
| ABSTRACT | 13 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCION | 14 |
| 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA. | 14 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. | 22 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 22 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 22 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 22 |
| 1.4. HIPÓTESIS..... | 23 |
| CAPÍTULO II. MÉTODOLOGIA..... | 23 |
| 2.1. TIPO, DISEÑO Y ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN..... | 23 |
| 2.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN. | 23 |
| 2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 24 |
| 2.2.1. POBLACIÓN..... | 24 |
| 2.2.2. MUESTRA | 24 |
| 2.3. TÉCNICAS Y MATERIALES DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS..... | 24 |
| 2.4. PROCEDIMIENTO | 25 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | 30 |
| 3.1. DETERMINACIÓN DE RESERVAS DE HIERRO DEL PROYECTO MINERO ALTA GRACIA, YONÁN-2021. | 30 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2. COSTO DE OPERACIÓN | 32 |
| 3.2.1. COSTOS DEL PIQUE DE LA LABOR DEL PROYECTO MINERO ALTA GRACIA, YONÁN - 2021..... | 32 |
| 3.2.2. COSTOS DE LA GALERÍA DE LA LABOR DEL PROYECTO MINERO ALTA GRACIA | 47 |
| 3.3. RENTABILIDAD DEL PROYECTO | 63 |
| 3.3.1. DETERMINACIÓN DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN)..... | 63 |
| 3.3.2. ESTIMACIÓN DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) | 65 |
| 3.3.3. DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN – COSTO (R B/C)..... | 65 |
| 3.3.4. PAYBACK: PERIODO DE RECUPERACIÓN..... | 66 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES..... | 67 |
| DISCUSIÓN | 67 |
| CONCLUSIONES | 68 |
| REFERENCIAS..... | 69 |
| ANEXOS..... | 70 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA 1: RUTAS DE ACCESO AL PROYECTO MINERO ALTA GRACIA..... | 19 |
| TABLA 2: COORDENADAS UTM DE LA CONCESIÓN EN EL SISTEMA WGS 84 | 20 |
| TABLA 3: POTENCIA DE MINERALIZACIÓN | 30 |
| TABLA 4: DISTANCIA ENTRE TALADROS SEGÚN LA DUREZA DE LA ROCA..... | 33 |
| TABLA 5: COEFICIENTE DE ROCA SEGÚN LA DUREZA DE LA ROCA..... | 33 |
| TABLA 6: COSTOS DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS | 36 |
| TABLA 7: RESUMEN DE COSTOS TOTALES POR DISPARO DE AIRE COMPRIMIDO..... | 38 |
| TABLA 8: RESUMEN DE COSTOS DE LA MÁQUINA DE PERFORACIÓN Y EL COSTO TOTAL | 39 |
| TABLA 9: RESUMEN DEL BARRENO DE PERFORACIÓN Y EL COSTO TOTAL | 41 |
| TABLA 10: RESUMEN DEL COSTO DE LA BROCA DE PERFORACIÓN Y EL COSTO TOTAL | 42 |
| TABLA 11: RESUMEN DEL COSTO DEL LUBRICANTE Y EL COSTO TOTAL | 42 |
| TABLA 12: RESUMEN DE LOS COSTOS DE PERFORACIÓN..... | 43 |
| TABLA 13: COSTO DE MANO DE OBRA..... | 43 |
| TABLA 14: RESUMEN DEL COSTO DE LIMPIEZA Y EL COSTO POR DISPARO Y DÍA..... | 44 |
| TABLA 15: RESUMEN DE LOS COSTOS DE SOSTENIMIENTO CON MADERA | 45 |
| TABLA 16: RESUMEN DE LOS COSTOS DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL | 45 |
| TABLA 17: RESUMEN TOTAL DE LOS COSTOS DE HERRAMIENTAS..... | 46 |
| TABLA 18: RESUMEN DE LOS COSTOS DE VOLADURA, PERFORACIÓN, MANO DE OBRA, LIMPIEZA, EPP, HERRAMIENTA, SOSTENIMIENTO | 47 |
| TABLA 19: DISTANCIA DE ENTRE TALADROS SEGÚN DUREZA DE ROCA..... | 48 |
| TABLA 20: COEFICIENTE DE ROCA SEGÚN DUREZA DE LA ROCA..... | 49 |
| TABLA 21 : DETALLE DE LOS COSTOS DE ACCESORIOS Y EXPLOSIVOS POR DISPARO | 51 |

| | |
|---|----|
| TABLA 22: CALCULO DE COSTOS DE VENTILACIÓN EN SOLES | 53 |
| TABLA 23: RESUMEN DE COSTO TOTAL DEL AIRE COMPRIMIDO | 54 |
| TABLA 24: RESUMEN DEL COSTO DE LA MÁQUINA DE PERFORACIÓN | 55 |
| TABLA 25: RESUMEN DE COSTO DEL BARRENO DE PERFORACIÓN | 56 |
| TABLA 26: RESUMEN DEL COSTO DE LA BROCA DE PERFORACIÓN | 57 |
| TABLA 27: RESUMEN DEL COSTO TOTAL DEL LUBRICANTE | 58 |
| TABLA 28: RESUMEN DE LOS COSTOS DE PERFORACIÓN..... | 58 |
| TABLA 29: RESUMEN DE LOS COSTOS DE MANO DE OBRA ANUAL..... | 59 |
| TABLA 30: RESUMEN DEL COSTO DE LIMPIEZA POR DISPARO Y DÍA..... | 60 |
| TABLA 31: RESUMEN DE LOS COSTOS DE SOSTENIMIENTO | 60 |
| TABLA 32: RESUMEN DE LOS COSTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL..... | 61 |
| TABLA 33: RESUMEN DE LOS COSTOS DE HERRAMIENTAS | 61 |
| TABLA 34: COSTO TOTAL DE LA LABOR GALERÍA | 62 |
| TABLA 35: FLUJO DE CAJA ECONÓMICO | 64 |
| TABLA 36: FLUJOS NETOS ACTUALES DEL PROYECTO | 65 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1: UBICACIÓN DEL PROYECTO MINERO ALTA GRACIA | 18 |
| FIGURA 2: ACCESIBILIDAD AL PROYECTO MINERO ALTA GRACIA | 19 |
| FIGURA 3: LADERA CON PENDIENTE 45° APROXIMADAMENTE..... | 20 |
| FIGURA 4: PLANICIE COSTERA | 21 |
| FIGURA 5 VALLES COSTEROS..... | 21 |
| FIGURA 6: UBICACIÓN Y PENDIENTE DE LA VETA..... | 26 |
| FIGURA 7: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO..... | 26 |
| FIGURA 8: DISEÑO DE MODELAMIENTO PARA UBICAR EL ÁNGULO Y LONGITUDES DE LA VETA | 27 |
| FIGURA 9: DISEÑO DE PIQUE Y GALERÍA 3D | 27 |
| FIGURA 10: ÁREA EXTRAÍDA PARA CALCULAR RESERVAS | 31 |
| FIGURA 11: SECCIÓN DEL PIQUE | 32 |
| FIGURA 12: DISTRIBUCIÓN DE EXPLOSIVO EN LA LONGITUD DEL TALADRO PARA PIQUE | 34 |
| FIGURA 13: DIMENSIONES DEL CARTUCHO DINAMITA | 35 |
| FIGURA 14: SECCIÓN DE LA GALERÍA..... | 47 |
| FIGURA 15: DISTRIBUCIÓN DE EXPLOSIVO EN LA LONGITUD DEL TALADRO EN GALERÍA | 49 |
| FIGURA 16: DIMENSIONES DEL CARTUCHO DINAMITA | 50 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|----|
| ECUACIÓN 1: PERÍMETRO DE LA SECCIÓN DEL PIQUE..... | 32 |
| ECUACIÓN 2: ÁREA DEL PIQUE | 33 |
| ECUACIÓN 3: PERÍMETRO DE LA SECCIÓN DE LA GALERÍA | 48 |
| ECUACIÓN 4: ÁREA DE LA GALERÍA | 49 |

RESUMEN

En la presente investigación se determinó las reservas de mineral y los costos de operación con el fin de evaluar la rentabilidad económica del Proyecto Minero Alta Gracia Yonán 2021, ubicado en el paraje Ventanilla, distrito de Yonán, provincia de Contumazá. Realizando el levantamiento topográfico de la labor principal de la mina como primera etapa de la investigación, datos que permitieron determinar las principales características de la veta de hierro para un adecuado diseño y construcción, así mismo se realizó los cálculos en gabinete para determinar las reservas de mineral y los costos de operación del proyecto minero, obteniendo como resultados que el proyecto minero cuenta con 87595.32 TM de reserva total de material roto y se tendrá una producción de 60 TM/día, además se tiene un costos de inversión inicial de US\$ 663917.67 y un costo de plan de minado anual de US\$ 447835.03. Finalmente se realizó la evaluación económica logrando obtener resultados óptimos como un VAN de US\$ 426 402.03, un TIR de 45.7%, el Payback de 1 año 10 meses 6 días y la Relación Beneficio/Costo de 1.64, concluyendo así que el proyecto es económicamente rentable al realizar la explotación por el método de corte y relleno ascendente.

PALABRAS CLAVES: Veta de hierro, rentabilidad, VAN, TIR.

ABSTRACT

The present investigation, the mineral reserves and operating costs were determined in order to evaluate the economic profitability of the Alta Gracia Yonán Mining Project 2021, located in the place Ventanilla, district of Yonán, province of Contumazá. Carrying out the topographic survey of the main work of the mine as the first stage of the research, data that allowed to determine the main characteristics of the iron vein for an adequate design and construction, Likewise, the calculations were made in the cabinet to determine the mineral reserves and the operating costs of the mining project, obtaining as results that the mining project has 87595.32 MT of total reserve of broken material and will have a production of 60 MT / day, in addition to having an initial investment cost of US \$ 663917.67 and an annual mining plan cost of US \$ 447835.03. Finally, the economic evaluation was carried out, achieving optimal results such as a NPV of US\$ 426 402.03, an IRR of 45.7%, the Payback of 1 year 10 months 6 days and the Benefit/Cost Ratio of 1.64, thus concluding that the project is economically profitable when carrying out the exploitation by the method of cutting and ascending filling.

Keywords: Iron vein, profitability, VAN, TIR

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La minería es una de las industrias más importantes del mundo, y moviliza gran parte de la economía global cuya actividad extractiva constituye un gran soporte para la industria manufacturera.

La actividad minera tiene un papel importante en la economía peruana porque genera un valor agregado y aporta 10% al producto bruto interno (PBI), mayores divisas e ingresos fiscales por impuestos, la creación de empleos directos e indirectos, y la mejora del crecimiento potencial de la actividad económica. Además, atrae inversiones. Se afirma que la minería es la columna vertebral de la economía del Perú, teniendo en cuenta que las regiones donde se realiza esta actividad extractiva se benefician con la transferencia de canon minero y la promoción de recursos para el desarrollo mediante el aporte directo de recursos (Instituto Peruano de Economía),

El Perú tiene un sitio significativo en la producción minera mundial, pues se ubica entre los primeros países productores de plata, cobre, zinc, estaño, plomo y oro. A manera de ejemplo, la minería metálica registró en febrero de este año un aumento por la mayor producción de zinc en 8.59%; hierro, 41.17%; cobre, 0.67%; plata, 2.02%; plomo, 5.75%, y estaño, 5.87% (Instituto Peruano de Economía).

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 a cabo 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. (Gil & Ramirez, 2021).

El proyecto minero Alta Gracia anteriormente fue explotada a una escala pequeña a cielo abierto, cuya materia prima se extrajo y comercializo sin tratamiento, su explotación se realizó mediante el diseño de bancos superficiales, se utilizó herramientas convencionales, maquinaria y transporte para el movimiento de material; pero como no fue económicamente rentable, para extraer el desmonte se invertía más dinero del que se iba a obtener de la extracción del mineral, propusieron explotarlo de manera subterránea, donde se realizaron estudios del macizo rocoso, y se llevó a cabo los parámetros de un yacimiento llegando a concluir según sus resultados obtenido que el mejor método de explotación para la extracción del mineral es Corte y Relleno (Aguilar P & Cercado W, 2020)

En este contexto encontramos que el proyecto minero Alta Gracia se encuentra ubicado en Ventanilla, distrito de Yonán, Provincia de Contumazá, Departamento de Cajamarca, en esta zona hay presencia de mineral de hierro en mayor proporción, mencionado anteriormente dicho proyecto ya cuenta con su evaluación técnica, y uno de los principales problemas es que no se ha realizado el estudio económico para determinar la rentabilidad de manera subterránea.

Frente a este contexto se plantea realizar la evaluación económica del proyecto minero Alta Gracia, utilizando los diferentes indicadores y teniendo en cuenta el tipo de método de explotación subterránea seleccionado, y así obtener un diagnóstico de la inversión del proyecto.

La evaluación económica de un proyecto minero, es un requisito indispensable para la determinación de su posterior inversión para el desarrollo y preparación de mina. El tipo de investigación que se utilizó es Aplicada. Los instrumentos que se utilizaron son la observación directa donde se realizó de monitoreo de las principales actividades para lograr detectar los factores geológicos y geo mecánicos. Y la revisión documentaria referencial: Que está orientada a la obtención de información general del proyecto minero. Por otro lado, los procedimientos consisten en dos etapas: Campo y de gabinete, y por último los resultados obtenidos a partir del estudio técnico el método utilizado es corte relleno ascendente y en el ámbito económico son: VAN 3,131,539.75 US\$, TIR 206%, B/C 4.95, de acuerdo a los indicadores se determina que el proyecto es económicamente rentable. (Jesus, 2018).

(Gil & Ramirez, 2021). Presentó su tesis “evaluación técnica- económica de la labor Esperanza del proyecto minero la Carmina VI Cajamarca-2021” concluye el tipo de investigación es aplicada y diseño no experimental. Los instrumentos que se utilizó son: Observación directa, para obtener la información del macizo rocoso. Observación indirecta, donde se realizó un análisis documental Y por último los resultados a partir del estudio de investigación el método utilizado es corte relleno, y en el sector económico se obtiene 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.

(Rojas, 2019).En su tesis “Factibilidad técnica - económica de la aplicación del método de explotación Longwall Mining para incrementar la producción de carbón antracita en la Mina Piñipata - 2019”. Concluye el diseño de la investigación es Aplicada, el procedimiento se realizó en dos etapas. la primera analizó bibliografía de acuerdo al tema y la segunda fue visitas a campo.

Por último, el resultado que se obtuvo en la evaluación económica fue: VAN de US\$290,441.49, 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.

(Ñaupari & Campos, 2016). En su tesis titulada “Estudio Técnico económico para el diseño y construcción del pique vertical en la unidad económica administrativa HUANCAPETI S.A.C”. señala que, de acuerdo a la evaluación económica, la construcción del pique vertical resulta de alta rentabilidad para la empresa considerando los precios actuales de los metales, costo de producción y el monto de inversión, US \$ 1’096,992, que será financiado por la Empresa con recursos propios. Dado la alta rentabilidad del proyecto, la recuperación de la inversión destinada a la construcción del pique vertical será en un solo mes.

Como sustento teórico relacionado a los trabajos de investigación con el mismo propósito de investigación y a las variables en estudio de la presente investigación, se han identificado a partir de fuentes confiables: Google Académico, Redalyc, biblioteca virtual UPN, Scielo, etc.

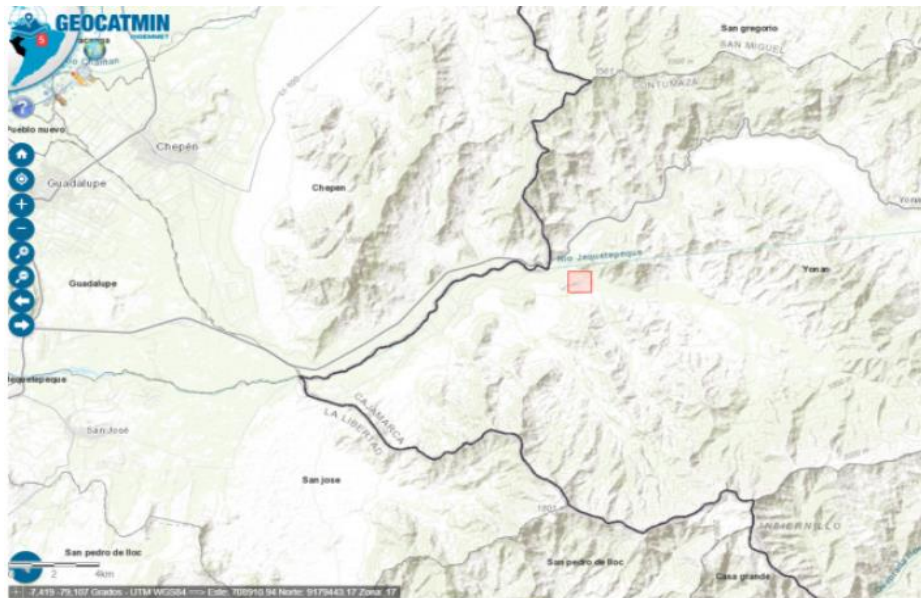
El término evaluación económica, según (Quispe, 2018) afirma que “por medio de la evaluación económica se determina cuantitativamente la rentabilidad de un proyecto”. Basado en criterios de matemáticas financieras, dentro de los cuales se obtienen: El valor Actual Neto (VAN), Relación Beneficio-Costo (B/C), Tasa Interna de Retorno (TIR), Payback (Período de recuperación).

Ubicación

El proyecto Minero de explotación de la Concesión Minera "Alta Gracia" con código N° 0300-8598. se encuentra ubicado en el paraje Ventanilla, distrito de Yonán, Provincia de Contumazá, Departamento de Cajamarca, cuya extensión es 100 has, teniendo en cuenta que el área del proyecto solo abarca 2.5 has. En la figura 1 se puede ver la ubicación del proyecto.

Figura 1

Ubicación del proyecto minero Alta Gracia



Fuente: (Geocatmin - Ingemmet)

Accesibilidad

La vía de acceso de la Concesión Minera "Alta Gracia" materia de estudio es por vía terrestre. Partiendo de la ciudad de Cajamarca, se llega primero a Ciudad de Dios, luego hay que partir hacia el cruce de San José, de allí a Ventanilla donde se halla ubicado la Concesión Minera "Alta Gracia". En la Tabla 1 se detallan las rutas y accesos a dicho proyecto.

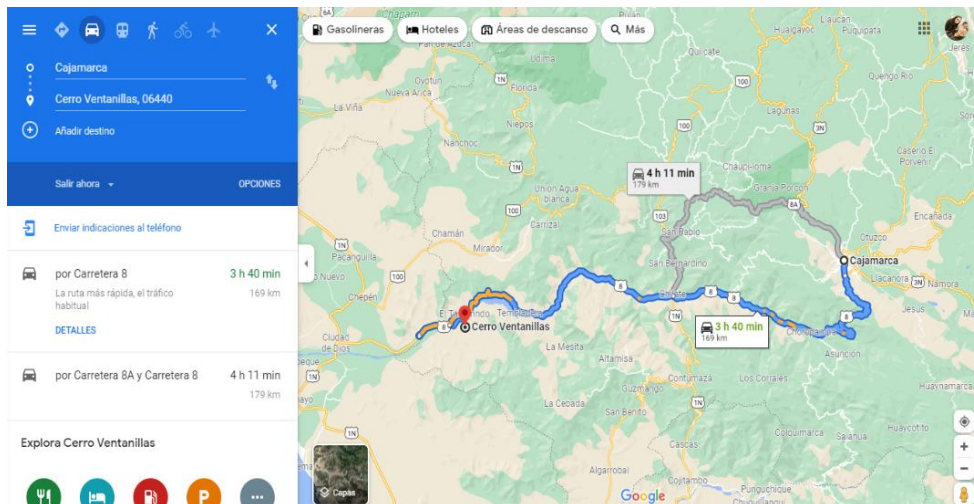
Tabla 1

Rutas de acceso al proyecto minero Alta Gracia

| Ruta | Localidades | Km | Tipo de Via |
|------|--------------------------------|-------|-------------|
| 1 | Cajamarca – Tembladera | 127.8 | Asfaltada |
| | Tembladera – Ventanillas | 39.3 | Asfaltada |
| | Ventanillas - Concesión Minera | 3.3 | Trocha |

Figura 2

Accesibilidad al proyecto minero Alta Gracia



Fuente: (Google Maps)

Concesión Minera

La titular de la concesión minera “Alta Gracia” es la Sra. Dora Elina Martell Quiroz y está inscrita en el libro de Derechos Mineros del Registro Público de Minería (RPM) Partida N° 0300-8598. Así mismo la concesión del proyecto minero cuenta con una extensión de 100 has Cuyas coordenadas UTM en el sistema WGS 84 se puede ver en la Tabla 2, que pertenece a la zona 17, cuadrángulo geológico de Chepén.

Tabla 2

Coordenadas UTM de la concesión en el sistema WGS 84

| Vértices | Norte | Este |
|----------|------------|-----------|
| 1 | 9195000.00 | 692000.00 |
| 2 | 9195000.00 | 693000.00 |
| 3 | 9194000.00 | 693000.00 |
| 4 | 9194000.00 | 692000.00 |

Fuente: (Geocatmin - Ingemmet)

Fisiografía.

la fisiografía concierne al lugar de estudio donde se ha observado, gran cantidad de planicies desérticas además en lo que se refiere al terreno este posee una pendiente moderada y abrupta. La zona presenta diversas laderas costeras que van desde 15° hasta 45 (Aguilar P & Cercado W, 2020).

Figura 3

Ladera con pendiente 45° aproximadamente



Planicies. Cerca al área de estudio se observaron planicies costeras que son utilizadas por los pobladores con fines de vivienda y agricultura.

Figura 4

Planicie costera



Valles. A lo largo de la trayectoria por donde se pasa para llegar al centro de estudio se observan valles costeros.

Figura 5

Valles Costeros



Condiciones Geológicas.

En la geomorfología, las rocas sedimentarias son de facies marinas como semicontinental y está representada principalmente por areniscas, lutita, limonitas, calizas y conglomerado. entre las rocas metamórficas destacan cuarcita y pizarras. Las rocas intrusivas están constituidas por granitos, granodioritas, adamelitas, y sus afloramientos se representan desde la faja costera hasta el sector de la cuenca alta. Las rocas ígneas extrusivas están representadas principalmente por derrames andesíticos y tufos riolíticos. La mineralización, el macizo rocoso estudiado en el yacimiento de hierro tiene una potencia de 2.5 a 4 m aproximadamente y se considera una veta. Se la puede nombrar como una mena metálica ferrosa, en la cual aparte de la presencia de hierro se encuentra diferentes minerales como magnetita y calcita está última encontrada es un horst (Aguilar P & Cercado W, 2020).

1.2. Formulación del problema

¿La evaluación económica permitirá la factibilidad del proyecto minero Alta Gracia Yonán 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General.

Evaluar la rentabilidad económica del Proyecto Minero Alta Gracia Yonán 2021.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las reservas del proyecto minero Alta Gracia Yonán - 2021.
- Calcular los costos de operación del proyecto minero Alta Gracia Yonán - 2021.
- Evaluar la rentabilidad del proyecto minero Yonán - 2021.

1.4. Hipótesis

Con la evaluación económica se determinará la rentabilidad del proyecto minero Alta Gracia-Yonán 2021.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo, Diseño y Enfoque de Investigación.

2.1.1. Tipo de Investigación.

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).

En la investigación descriptiva, 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 (Dzul, 2013)

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 (Cazau, 2016).

En consideración a lo expuesto anteriormente, el tipo de investigación del siguiente trabajo es de carácter aplicada con un diseño no experimental descriptiva, porque a partir de datos reales conocidos y adquiridos durante el proceso de investigación, se busca determinar la rentabilidad de la labor Alta Gracia.

Enfoque

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernandez Siampieri & Mendoza Torres, 2018).

En este sentido el enfoque de la investigación es mixta, ya que, al realizar cálculos de costos de operación, y flujo de caja se utilizaría un enfoque cuantitativo, así mismo se realizará el análisis cualitativo al interpretar las tablas de costos y determinar sus presupuestos.

2.2. Población y Muestra.

2.2.1. Población

El Proyecto Minero Alta Gracia, ubicado en el distrito de Yonán, Provincia de Contumazá, Departamento de Cajamarca.

2.2.2. Muestra

Labor minera Alta Gracia

2.3. Técnicas y Materiales de Recolección y Análisis de Datos.

La recolección de datos se realizó mediante las siguientes técnicas:

- **Observación Directa.** Permite visualizar las condiciones de la labor Alta Gracia para determinar la ubicación de la veta a explotar.
- **Observación Indirecta.** El análisis documental consistió en la búsqueda de información bibliográfica de fuentes confiables relacionados a temas de evaluación

económica, costos para lo cual se revisó los repositorios virtuales de las distintas universidades, libros para tener referencias sobre conceptos básicos relacionados al tema de investigación principal.

- **La recolección de Datos.** Se desarrolló en campo, donde la información se extraerá de la labor del proyecto minero Alta Gracia con ayuda de instrumentos (guías de observación, Brújula, GPS, estación total), 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 formato de registros en campo y resultado de la toma de datos en la estación total, se empleó instrumentos como el programa de Microsoft Excel, Geocatmin y Google Earth. Por último, los resultados obtenidos se plasmaron en hojas de cálculo de Excel, mientras que la elaboración de planos fue mediante el uso de software Civil 3D, Revit.

2.4. Procedimiento

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

- **Primera Etapa.** Se recopiló información con respecto a la concesión minera Alta Gracia (ubicación, accesos, geología, etc.), con el apoyo de programas Google Earth, Geocatmin nos permitió ubicar el terreno de la labor del proyecto minero Alta Gracia.

El proceso para realizar el análisis de datos es

- **Segunda Etapa.** Se realizó la primera visita a campo, con el fin de realizar un levantamiento topográfico del terreno para determinar la ubicación y pendiente de la veta.

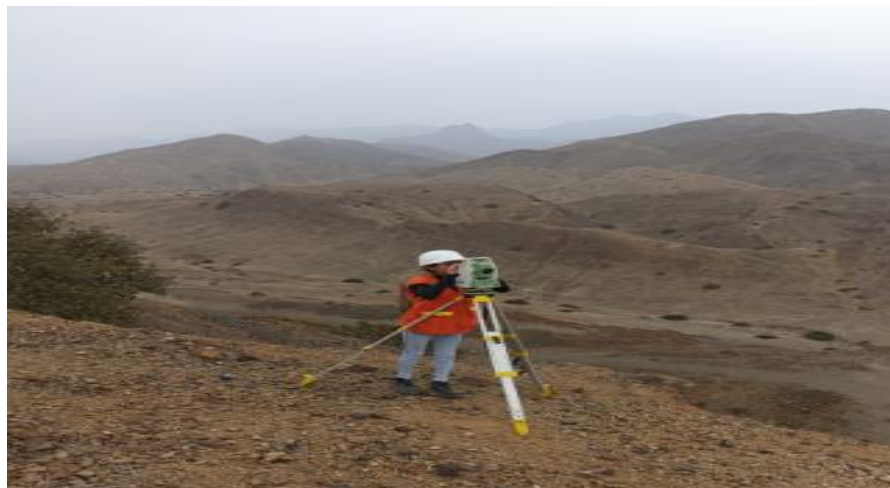
Figura 6

Ubicación y pendiente de la veta



Figura 7

Levantamiento topográfico de la Zona de estudio



- Tercera Etapa. Los datos obtenidos en campo mediante el levantamiento topográfico, se procesaron a través del programa Civil 3D, Revít, en donde se realizó un diseño de modelamiento en 3D para la ubicación de la veta, Angulo longitudes y realizar el diseño del pique y galería.

Figura 8

Modelamiento para ubicar el ángulo y longitudes de la veta

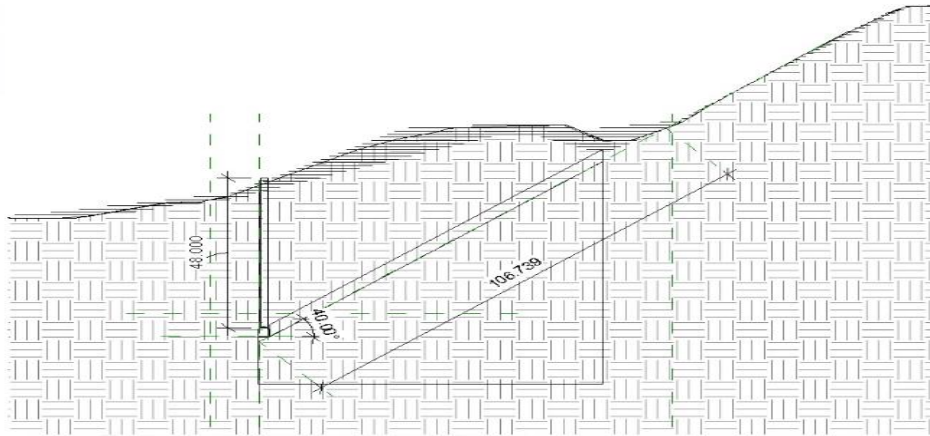
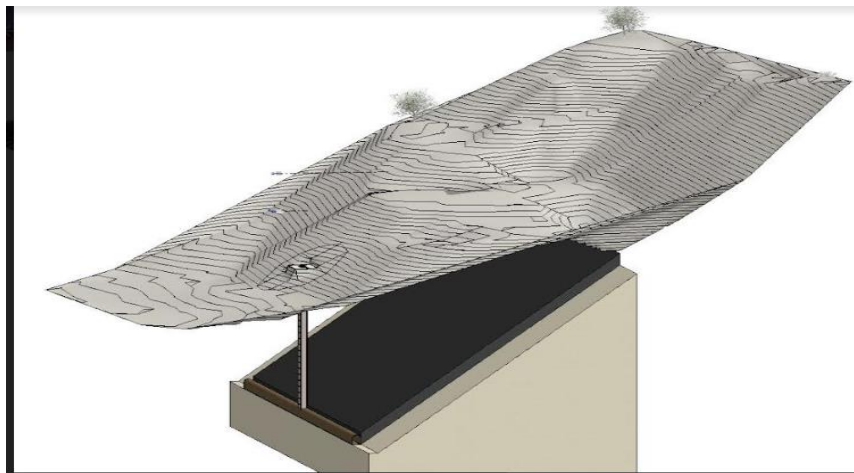


Figura 9

Diseño de pique y galería 3D



- Cuarta Etapa. Una vez determinada las longitudes se empezó a calcular las áreas, el volumen y costos de operación correspondientes a la labor del pique y galería.
- Por Último. La estimación y evaluación de costos, para el análisis de rentabilidad económica, se realizaron a través de las hojas de cálculo Excel.

Donde se aplicó los siguientes indicadores:

VAN (Valor Actual Neto)

” El Valor Actual Neto (VAN)”, es la diferencia entre la sumatoria de todos los Ingresos actualizados menos la sumatoria de todos los costos actualizados. Para actualizar se usa una determinada tasa de descuento o tasa de actualización (Yupanqui, 2014).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + K)^t}$$

$$VAN = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + K)} + \frac{F_2}{(1 + K)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + K)^n}$$

Donde:

F_t = Flujos de dinero que habrá en cada periodo t

I_0 = Inversión que se realiza en el momento inicial.

K = Tipo de descuento o interés exigido a la inversión.

n = Número de periodos de tiempo a tener en cuenta.

TIR (Taza Interna de Retorno)

“Tasa Interna de Retorno o de Recuperación (TIR)”, como la tasa de descuento que hace al VAN igual a cero. (Yupanqui, 2014)

Matemáticamente se puede expresar de la siguiente forma:

$$VA = \frac{F_1}{(1 + K)^1} + \frac{F_2}{(1 + K)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + K)^n}$$

$$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{Q_n}{(1 + i)^n} = 0$$

Donde:

Q_n = Flujo de caja en el periodo n.

n = Número de periodos.

i = Valor de la inversión inicial

B/C (Beneficio – Costo)

“ Coeficiente Beneficio Costo (B/C)”, es el cociente que se obtiene al dividir la sumatoria de los ingresos actualizados entre la sumatoria de los costos actualizados originados por el proyecto considerando todo su horizonte (Yupanqui, 2014).

Matemáticamente se define como:

$$B/C = \frac{\frac{F_1}{(1+K)} + \frac{F_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}}{I_0}$$

Donde:

$$B/C = \frac{\text{VALOR ACTUAL DE LOS FLUJOS NETOS}}{\text{INVERSION INICIAL}}$$

(PAYBACK)Período de Recuperación.

“El playback o plazo de recuperación” es un criterio para evaluar inversiones, el cual se define como el periodo de tiempo necesario para recuperar el capital inicial de una inversión (Rojas, 2019).

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

Donde: I_0 : Inversión inicial

F: flujo de caja neta

Aspectos éticos.

Para el desarrollo de la presente investigación se coordinó con los dueños de la mina para realizar el estudio y que nos autoricen los permisos de accesibilidad a la labor, y así poder realizar el levantamiento topográfico, el cual servirá como base para realizar los cálculos de la rentabilidad del proyecto.

Se ha cumplido con el derecho de autoría de la información citando a los autores al momento de utilizar sus investigaciones para dar sustento y confiabilidad al contenido presentado en la presente investigación, no incurriendo al plagio.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Determinación de Reservas de Hierro del Proyecto Minero Alta Gracia, Yonán-2021.

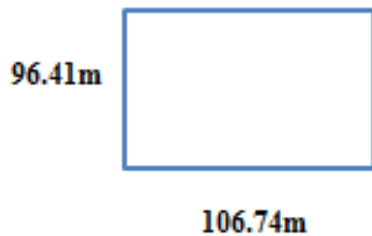
Conociendo las áreas correspondientes de la veta, podemos hallar al multiplicar el área por la potencia promedio.

Tabla 3

Potencia de mineralización

| Estación | Medida (m) |
|--------------------------|-------------------|
| Primera estación | 2.50 |
| Segunda estación | 4.00 |
| Tercera estación | 2.00 |
| Potencia promedio | 2.80 |

Fuente: (Aguilar P & Cercado W)

Figura 10
Área extraída para calcular reservas

Volumen

$$\text{Volumen}(m^3) = \text{Potencia} * \text{Longitud} * \text{Ancho}$$

$$\text{Volumen}(m^3) = 2.8 * 106.74 * 96.41 = 28814.25 m^3$$

Conociendo la densidad del hierro, a continuación, se determinará el tonelaje

$$TM = \text{Volumen}(m^3) * \text{Peso específico del material}(T/m^3)$$

$$TM = 28814.25 m^3 * 3.4 T/m^3 = 87595.32 TM$$

$$RESERVA TOTAL DE MINERAL ROTO = 87595.32 TM$$

Valorización de las Reservas de Mineral.

Para la valorización de las reservas del mineral se considera el precio de venta del material, teniendo en cuenta que el mineral extraído no será procesado en una planta de tratamiento. De tal manera que será un material roto para el cual el precio de venta de material roto con contenido de hierro es de 60\$ en promedio en el mercado peruano.

Conociendo dicha característica, a continuación, se determina el valor de la reserva de hierro multiplicando el tonelaje por el precio de venta del material roto.

$$\text{Valor de reservas de mineral} = 87595.32 * 60 = \$ 5255719.11$$

3.2. Costo de Operación.

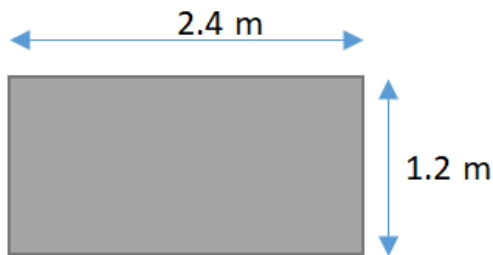
Al mencionar costos de operación, hace referencia a los costos de ejecución de la infraestructura que se necesita para la explotación del mineral, dentro de los cuales se estima la construcción de un pique, y una galería.

3.2.1. Costos del Pique de la Labor del Proyecto Minero Alta Gracia, Yonán - 2021.

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

Figura 11

Sección del pique



Para calcular el número de taladros se utiliza la formula Utilizando la fórmula:

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

Donde:

P = Perímetro de la sección del pique, se usa la siguiente fórmula.

$$P = 2 * b + 2 * a \quad \text{Ecuación 1}$$

dt = Distancia entre taladros según la dureza de la roca, partir de la siguiente tabla

Tabla 4
Distancia entre taladros según la dureza de la roca.

| 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)

$$dt = \frac{0.60 + 0.65}{2} = 0.625$$

c = Coeficiente o factor de roca según su dureza, se obtiene a partir de la siguiente tabla.

Tabla 5
Coeficiente de roca según la dureza de la roca.

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

Fuente: (Exsa)

Distribución de taladros

- Hallamos el área:

S = área del pique

$$S = b * a$$

Ecuación 2

$$S = 2.4 * 1.2 = 2.88 \text{ m}^2\text{T}$$

- Hallamos el perímetro:

$$P = 2 * 2.4 + 2 * 1.2 = 7.2 \text{ m}$$

- Aplicamos la fórmula:

$$N^{\circ} \text{ taladros} = \left(\frac{P}{dt} \right) + (c * s)$$

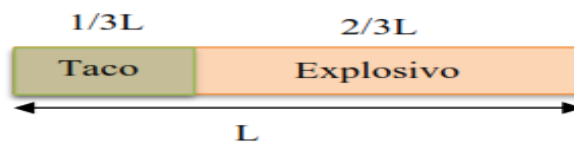
$$N^{\circ} \text{ taladros} = \left(\frac{7.2}{0.625} \right) + (1.5 * 2.88) = 15.84 \text{ taladros}$$

Consideramos 16 taladros

Longitud del taladro

Figura 12

Distribución de explosivo en la longitud del taladro para pique.



Fuente: (Exsa)

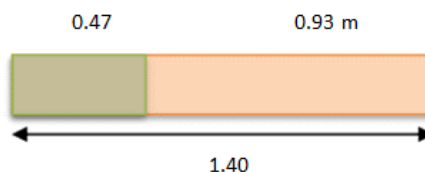
Cálculo de cantidad de explosivo por disparo.

En el proyecto minero Alta Gracia, para los taladros se utilizará barrenos de 5 pies; de tal manera que la longitud de perforación convertido de 5 pies a metros resulta 1.524m. Por lo tanto, sabemos que la perforación no alcanza una efectividad del 100% para este caso consideráramos un 92%. de eficiencia.

Calculamos la longitud real

$$\text{Longitud real de perforación} = 1.524\text{m} * 0.92\% = 1.40\text{m}$$

*Calculamos la longitud neta de explosivos por taladro.



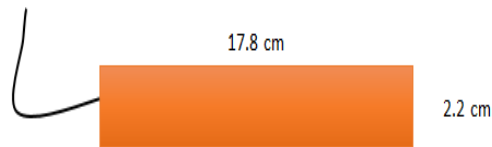
longitud neta de explosivos por taladro.

$$\text{longitud de explosivo} = \frac{2 \times 1.40m}{3} = 0.93 m$$

Como explosivo se utilizará dinamita SEMEXA 65 que contiene por caja 308 cartuchos, tiene un peso neto de 25 kg de explosivo y tiene como dimensiones por cartucho según su ficha técnica las siguientes medidas:

Figura 13

Dimensiones del cartucho dinamita.



Fuente: (Exsa)

Cálculo del número de cartuchos por taladro.

$$\text{N}^\circ \text{ de cartuchos} = \frac{\text{Longitud de explosivo}}{\text{Longitud de cartucho}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de cartuchos} = \frac{93 \text{ cm}}{17.8 \text{ cm}} = 5.26 \text{ cartuchos}$$

consideramos 5 cartuchos por taladro

- Cálculo del número de cartuchos por disparo.

$$\text{N}^\circ \text{ de cartuchos} = \text{cartuchos por taladro} * \text{N}^\circ \text{ taladros}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de cartuchos} = 5 * 16 = 80 \text{ cartuchos}$$

- Cálculo de la cantidad en kg de explosivo por cartucho.

$$\text{Cantidad de explosivo} = \frac{25 \text{ kg}}{308 \text{ cartuchos}} = 0.08 \text{ kg/cartucho}$$

- Cálculo de la cantidad en kg de explosivo por disparo.

Cantidad de explosivo = 0.08kg * 80 = 6.49 kg/disparo

- Cálculo de rendimiento lineal.

$$\text{Rendimiento lineal} = \frac{\text{Cantidad de explosivo}}{\text{Longitud de perforación}}$$

$$\text{Rendimiento lineal} = \frac{6.49 \text{ kg}}{1.40 \text{ m}} = 4.63 \text{ kg/m}$$

En la fase de voladura del proyecto minero Alta Gracia, los taladros serán cargados con explosivos de dinamita semexsa 65%, así mismo los accesorios de voladura son: fulminante, mecha lenta, cordón detonante.

A continuación, el detalle de los costos de accesorios y explosivos por disparo.

Tabla 6

Costos de explosivos y accesorios Dinamita SEMEXA 65 por disparo

| COSTOS DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS | | | | |
|--|--------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------|
| DESCRIPCIÓN | Unid. | Cantidad | Precio Unitario en S/. | Costo Parcial S/. |
| Dinamita SEMEXSA 65% x 25 Kg | CAJA | 1 | 488.23 | 488.23 |
| Fulminante N° 8 x caja 100 und | CAJA | 1 | 96.76 | 96.76 |
| Mecha lenta x caja de 1000 m | CAJA | 1 | 1085.60 | 1085.60 |
| Cordón detonante x caja de 1000 m | CAJA | 1 | 1288.56 | 1288.56 |

$$\text{Dinamita} = \frac{488.23}{25} * 6.49 = 126.81 \text{ soles/disparo}$$

- Fulminante N° 8.

$$\text{Fulminante} = \frac{96.76}{100} * 16 = 15.48 \text{ soles/disparo}$$

- Mecha lenta.

$$\text{Mecha lenta} = \frac{1085.60}{1000} * 29.26 = 31.77 \text{ soles/disparo}$$

- Cordón detonante.

$$\text{Cordón} = \frac{1288.56}{1000} * 1.52 = 1.96 \text{ Soles/disparo}$$

Costo total de explosivos y accesorios por disparo (1.40m).

176.02 soles/disparo

Costo total de explosivos y accesorios por metro lineal.

125.73 soles/metro

Costo total de explosivos y accesorios para pique de 48m es de 6035.10 S/.

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:

$$\frac{4 \text{ min}}{\text{taladro}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 0.07 \text{ horas/taladro}$$

- Considerando un costo: 18 \$/hora

$$\frac{0.07 \text{ hora}}{\text{taladro}} * \frac{18\$}{\text{hora}} = 1.20\$/\text{taladro}$$

- Costo por disparo

$$\frac{1.20 \$}{\text{taladro}} * 16 \text{ taladros} = 19.20 \$/\text{disparo}$$

Tabla 7
Resumen de costos totales por disparo de aire comprimido

| AIRE COMPRIMIDO | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------------|---|--|-----------------|------------------|
| DESCRIPCIÓN | Long. Del taladro | N° taladros | Tiempo de perf. de taladro (horas) | Costo de perf. de taladro en \$ | Total \$ | Total S/. |
| Aire Comprimido | 1.40 | 16 | 0.07 | 1.20 | 19.2 | 75.84 |

Costos de operación: Maquina de perforación Jack Leg.

- Costo de la máquina de perforación = \$ 4500
- Vida Útil = 80000 pies

$$8000 \text{ pies} * \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 24384 \text{ metros}$$

- Costos de depreciación = $\frac{4500 \text{ dolares}}{24384 \text{ metros}} = 0.18 \text{ \$/metro}$

- Costo de mantenimiento y reparación:

Se considera el 70% de la depreciación.

$$0.18 \frac{\$}{\text{metro}} * 70\% = 0.13 \text{ \$/metro}$$

- Costo por metro:

$$0.13 + 0.18 = 0.31 \text{ \$/metro}$$

- Costo por taladro:

$$0.31 * 1.4 = 0.44 \text{ \$/taladro}$$

- Costo por disparo:

$$0.44 * 16 = 7.04 \text{ \$/disparo}$$

Tabla 8
Resumen de costos de la máquina de perforación y el costo total

| MAQUINA DE PERFORACION | | | | | | |
|------------------------|-------------------|-------------|---|------------------------|----------|-----------|
| DESCRIPCIÓN | Long. Del taladro | Nº taladros | Costo por metro (depreciación + matto y reparación) | Costo de taladro en \$ | Total \$ | Total S/. |
| Máquina De Perforación | 1.40 | 16 | 0.31 | 0.44 | 7.04 | 27.80 |

Costo de operación: Barreno de perforación strong steel.

- Costo del barreno = 95 dólares
- Vida Útil = 1000 pies

$$1000 \text{ pies} * \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 304.8 \text{ metros}$$

- Depreciación:

$$\frac{95 \$}{304.8 \text{ metros}} = 0.31 \$/\text{metro}$$

- Costo de mantenimiento y reparación:

Se considera el 20% de la depreciación.

$$0.31 \frac{\$}{\text{metro}} * 20\% = 0.06 \$/\text{metro}$$

- Costo por metro:

$$0.13 + 0.18 = 0.31 \$/\text{metro}$$

- Costo por taladro:

$$0.31 * 1.4 = 0.44 \$/\text{taladro}$$

- Costo por disparo:

$$0.44 * 16 = 7.04 \$/\text{disparo}$$

Tabla 9

Resumen de costos de la máquina de perforación y el costo total

| MAQUINA DE PERFORACION | | | | | | |
|------------------------|-------------------|-------------|---|------------------------|----------|-----------|
| DESCRIPCIÓN | Long. Del taladro | Nº taladros | Costo por metro (depreciación + matto y reparación) | Costo de taladro en \$ | Total \$ | Total S/. |
| Máquina De Perforación | 1.40 | 16 | 0.31 | 0.44 | 7.04 | 27.80 |

Costo de operación: Barreno de perforación strong steel.

- Costo del barreno = 95 dólares
- Vida Útil = 1000 pies

$$1000 \text{ pies} * \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 304.8 \text{ metros}$$

- Depreciación:

$$\frac{95 \$}{304.8 \text{ metros}} = 0.31 \text{ \$/metro}$$

- Costo de mantenimiento y reparación:

Se considera el 20% de la depreciación.

$$0.31 \frac{\$}{\text{metro}} * 20\% = 0.06 \text{ \$/metro}$$

- Costo por metro:

$$0.31 + 0.06 = 0.37 \text{ \$/metro}$$

- Costo por taladro:

$$0.31 * 1.4 = 0.52 \text{ \$/taladro}$$

- Costo por disparo: $0.44 * 16 = 8.39 \text{ \$/disparo}$

Tabla 9
Resumen del barreno de perforación y el costo total

| COSTO DE BARRENO | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|--------------------|---|-------------------------------|-----------------|------------------|
| DESCRIPCIÓN | Long. Del taladro | N° taladros | Costo por metro (depreciación +matto y reparación) | Costo de taladro en \$ | Total \$ | Total S/. |
| Barreno | 1.40 | 16 | 0.37 | 0.52 | 8.39 | 33.14 |

Costo de operación: Broca de perforación

- *Costo de broca de perforación = \$ 30*

- *Vida Útil = 600 pies*

$$600 \text{ pies} * \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 182.88 \text{ metros}$$

- *Depreciación:*

$$\frac{30 \text{ dolares}}{182.88 \text{ metros}} = 0.16 \text{ \$/metro}$$

- *Costo por metro:*

$$0.16 = 0.16 \text{ \$/metro}$$

- *Costo por taladro:*

$$0.31 \times 1.4 = 0.23 \text{ \$/taladro}$$

- *Costo por disparo:*

$$0.23 * 16 = 3.68 \text{ \$/disparo}$$

Tabla 10
Resumen del costo de la broca de perforación y el costo total

| BROCA DE PERFORACIÓN | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|
| DESCRIPCION | Long. del taladro | N° taladros | Costo por metro | Costo de taladro en \$ | Total \$ | Total S/. |
| Broca de Perforación | 1.40 | 16 | 0.16 | 0.23 | 3.68 | 14.54 |

Costo de operación: lubricante

- Costo de lubricante = 4 dólares/galón
- Consumo por disparo = 0.25 galón/disparo
- Costo por taladro = 0.06 \$/m
- Costo por metro = 0.04 \$/m
- Costo por disparo = 1 dólar/ disparo

Tabla 11
Resumen del costo del lubricante y el costo total

| LUBRICANTE | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|
| DESCRIPCIÓN | Long. Del taladro | N° taladros | Costo por metro | Costo de taladro en \$ | Total \$ | Total S/. |
| Lubricante | 1.40 | 16.00 | 0.04 | 0.06 | 1.00 | 3.95 |

Tabla 12
Resumen de los costos de perforación

| PERFORACIÓN | | | |
|------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| DESCRIPCIÓN | Costo por Disparo \$ | Costo por Disparo S/. | Total por Disparo S/. |
| Aire Comprimido | 19.2 | 75.84 | |
| Máquina De Perforación | 7.04 | 27.80 | |
| Barreno | 8.39 | 33.14 | 155.27 |
| Broca de Perforación | 3.68 | 14.54 | |
| Lubricante | 1.00 | 3.95 | |

Tabla 13
Costo de mano de obra

| MANO DE OBRA ANUAL | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------------|--------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|
| DESCRIPCIÓN | Cant. | Salario | Total (S/.) | Salario por Día S/. | Total Por Día S/. | Total por Disparo S/. |
| Maestro Piquero | 2 | 3000 | 6,000 | 200.00 | | |
| Ayudante Piquero | 2 | 1500 | 3,000 | 100.00 | | |
| Bombero | 1 | 1500 | 1,500 | 50.00 | | |
| Bodeguero | 1 | 1500 | 1,500 | 50.00 | 760.00 | 380.00 |
| Winchero | 1 | 1800 | 1,800 | 60.00 | | |
| Volteador | 2 | 1500 | 3,000 | 100.00 | | |
| Llenadores | 4 | 1500 | 6,000 | 200.00 | | |

Nota: La tabla 13, detalla el costo total anual por día y disparo, que se va realizar en el proyecto Alta Gracia, obteniendo como resultado por día S/760 y por disparo S/ 380.

Especificación de los costos de limpieza: Winche

- Costo del winche: \$ 13000
- Vida Útil: 90000 pies

$$90000 \text{ pies} * \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 27432 \text{ metros}$$

- Depreciación:

$$\frac{13000 \text{ dolares}}{27432 \text{ metros}} = 0.47 \text{ \$/metro}$$

- Costo de mantenimiento y reparación:

Se considera el 70% de la depreciación.

$$0.47 \frac{\$}{\text{metro}} 70\% = 0.33 \text{ \$/metro}$$

- Costo por metro:

$$0.47 + 0.33 = 0.80 \text{ \$/metro}$$

- Costo por disparo:

$$0.80 \times 1.4 = 1.13 \text{ \$/taladro}$$

Tabla 14

Resumen del costo de limpieza y el costo por disparo y día

| COSTO DE LIMPIEZA | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| DESCRIPCIÓN | Long. del taladro | Nº taladros | Costo por metro (depreciación +matto y reparación) | Costo de disparo en \$ | Costo de disparo en S/. | Costo por día S/. |
| WINCHE | 1.40 | 16 | 0.81 | 1.13 | 4.46 | 8.92 |

Tabla 15
Resumen de los costos de sostenimiento con madera

| ENMADERADO | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|------------------------------|
| Durmientes Y Entibados | x 2 M | Longitud (M) | Total Pie2 | Precio S/. | Subtotal | Total X 2m S/. | Total Por Disparo S/. |
| Madera pino de 8"x8" | | 19 | 332.21 | 1.80 | 597.98 | | |
| Divisores 8"x8 | | 1.1 | 19.23 | 1.80 | 34.62 | 679.81 | 476.57 |
| Guías de madera de 6"x4" | | 4 | 26.23 | 1.80 | 47.21 | | |

Nota: La tabla 15, representa las especificaciones del costo de sostenimiento. el sostenimiento se va realizar con puntales de madera, con la finalidad de soportar el macizo rocoso.

Especificaciones de los costos de EPP y herramientas.

En las siguientes tablas se detallan los costos de EPP y herramientas que se va emplear en la mina Alta Gracia.

Tabla 16
Resumen de los costos de equipo de protección personal

| EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL | | | | |
|---|--------------|--------------|-------------------------|----------------------|
| DESCRIPCIÓN | Unid. | Cant. | Precio Unidad s/ | C. Parcial s/ |
| Botas de jebe | par | 26 | 68.00 | 1768.00 |
| Barbiquejo | pza | 26 | 2.20 | 57.20 |
| Guantes reforzados de cuero | par | 26 | 17.00 | 442.00 |
| Mameluco | pza | 26 | 65.00 | 1690.00 |
| Casco minero 3m con ratchet dieléctrico | pza | 26 | 60.00 | 1560.00 |
| Correa de cuero porta lámpara | pza | 26 | 18.00 | 468.00 |
| Respirador 3m serie 7502 de 2 vías | pza | 26 | 80.00 | 2080.00 |
| Filtro p/respirador purificador 1093-3m | par | 26 | 20.00 | 520.00 |
| Lentes claros 3m con marco negro | par | 26 | 36.00 | 936.00 |
| Tapones auditivos 3m 1270 | pza | 26 | 21.00 | 546.00 |
| Arnés de seguridad | pza | 26 | 80.00 | 2080.00 |
| Línea de vida | pza | 26 | 220.00 | 5720.00 |
| Lámpara minera | pza | 26 | 9.00 | 234.00 |
| TOTAL IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD | | | | 18101.20 |

Tabla 17

Resumen total de los costos de herramientas

| HERRAMIENTAS | | | | | |
|---------------------|---------------|-----------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO \$ | PRECIO TOTAL \$ | PRECIO TOTAL S/. |
| Picos | Und | 5 | 30.86 | 154.30 | |
| Palas | Und | 5 | 13.90 | 69.49 | |
| Cinzel | Und | 10 | 6.56 | 65.57 | |
| Comba | Und | 5 | 14.66 | 73.29 | 1691.50 |
| Alicates | Und | 5 | 6.56 | 32.78 | |
| Flexómetro | Und | 5 | 6.56 | 32.78 | |
| TOTAL | | | | 428.23 | |

Costo total del pique

Cálculo total de disparos.

Profundidad de pique = 48 metros.

Distancia efectiva de disparo = 1.40 metros.

$$N^{\circ} \text{ disparos} = \frac{\text{Profundidad de pique}}{\text{Distancia efectiva}}$$

$$N^{\circ} \text{ disparos} = \frac{48 \text{ metros}}{1.4 \text{ metros}} = 34.23 \text{ disparos}$$

Consideramos 35 disparos.

$$\text{costo por disparo} = \frac{61524.15}{35} = 1757.83 \text{ soles}$$

$$\text{Costo por metro} = \frac{1757.83}{1.4} = 1253.73 \text{ soles}$$

*Costo total del pique en \$ = 1253.73 * 3.95 = 15575.73 dólares*

Tabla 18

Resumen de los costos de voladura, perforación, mano de obra, limpieza, EPP, herramienta, sostenimiento

| HERRAMIENTAS | | | | |
|---------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------|
| DESCRIPCIÓN | Total por disparo s/. | Numero de disparos | Costo total del pique s/. | Costo total s/. |
| Voladura | 176.02 | 35 | 6160.84 | |
| Perforación | 155.27 | 35 | 5434.39 | |
| Mano de obra | 380.00 | 35 | 13300.00 | |
| Limpieza | 4.46 | 35 | 156.16 | 61524.15 |
| EPP | 18101.2 | - | 18101.20 | |
| Herramientas | 1691.50 | - | 1691.50 | |
| Enmaderado | 476.57 | 35 | 16680.07 | |

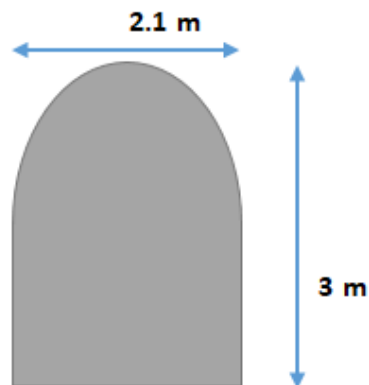
Nota: La tabla 18 detalla el resumen del costo total del pique, costo por disparo, costo por metro, lo que corresponde a costos de voladura, perforación y limpieza, obteniendo como resultado Costo total del pique en \$ = $1253.73 * 3.95 = 15575.73$ dolares.

3.2.2. Costos de la galería de la labor del proyecto minero Alta Gracia.

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 14

Sección de la galería.



Cálculo del número de taladros.

Utilizando la fórmula:

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

Donde:

P = Perímetro de la sección de la galería, se usa la siguiente fórmula.

$$P = \sqrt{A} * 4 \quad \text{Ecuación 3}$$

$$P = \sqrt{3 * 2.1} * 4 = 10 \text{ m}$$

dt = Distancia entre taladros según la dureza de la roca.

Donde dt se obtiene a partir de la siguiente tabla:

Tabla19

Distancia de entre taladros según dureza de roca.

| 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)

$$dt = \frac{0.60+0.65}{2} = 0.625$$

c = Coeficiente o factor de roca según la dureza de la roca.

Tabla 20

Coefficiente de roca según dureza de la roca

| Dureza de roca | Coefficiente de roca (m) |
|-------------------|--------------------------|
| Tenaz | 2.00 |
| Intermedia | 1.50 |
| Friable | 1.00 |

- $S = \text{área de la galería.}$

$$S = \frac{\pi * D^2 / 4}{2} + D * \left(a - \frac{D}{2}\right) \quad \text{Ecuación 4}$$

$$S = \frac{\pi * 2.1^2 / 4}{2} + 2.1 * \left(3 - \frac{2.1}{2}\right) = 5.83 \text{ m}^2$$

Aplicamos la fórmula:

$$N^{\circ} \text{ taladros} = \left(\frac{P}{dt}\right) + (c * s)$$

$$N^{\circ} \text{ taladros} = \left(\frac{10}{0.625}\right) + (1.5 * 5.83) = 24.80 \text{ taladros}$$

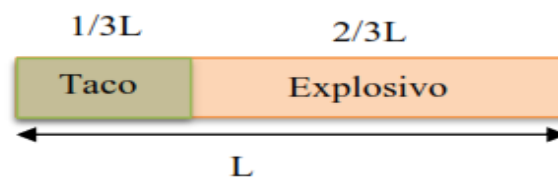
Consideramos 25 taladros.

Calculo de cantidad de explosivo por disparo

Longitud de taladro (L)

Figura 15

Distribución de explosivo en la longitud del taladro en galería.



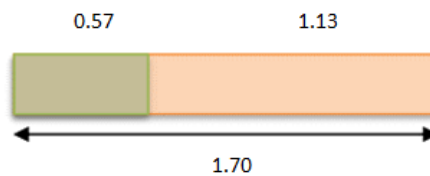
En la labor del proyecto minero Alta Gracia utilizaremos barrenos de 6 pies; por ende, la longitud de perforación convertido de 6 pies a metros resulta 1.829 m y como sabemos que la perforación no alcanza una efectividad del 100, para este caso hemos considerado un 93% de eficiencia

Solución de la longitud real:

$$\text{Longitud real de perforación} = 1.829m * 93\% = 1.70m$$

- **Calculamos la longitud neta de explosivos por taladro.**

$$\text{Longitud de explosivo} = \frac{2 * 1.70m}{3} = 1.13 m$$

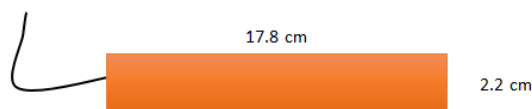


Como explosivo se utilizará dinamita SEMEXA 65 que contiene por caja 308 cartuchos, tiene un peso neto de 25 kg de explosivo y tiene como dimensiones por cartucho según su ficha técnica las siguientes:

Cálculo del número de cartuchos por taladro.

Figura 16

Dimensiones del cartucho de dinamita:



$$N^{\circ} \text{ de cartuchos} = \frac{\text{Longitud de explosivo}}{\text{Longitud de cartucho}}$$

$$N^{\circ} \text{ de cartuchos} = \frac{113 \text{ cm}}{17.8 \text{ cm}} = 6.38 \text{ catucho}$$

consideramos 6 cartuchos por taladro.

Cálculo del número de cartuchos por disparo.

$$N^{\circ} \text{ de cartuchos} = \text{cartuchos por taladro} * N^{\circ} \text{ taladros}$$

$$N^{\circ} \text{ de cartuchos} = 6 * 25 = 150 \text{ cartuchos}$$

Cálculo de la cantidad en kg de explosivo por cartucho.

$$\text{Cantidad de explosivo} = \frac{25 \text{ kg}}{308 \text{ cartuchos}} = 0.08 \text{ kg/cartucho}$$

Cálculo de la cantidad en kg de explosivo por disparo.

$$\text{Cantidad de explosivo} = 0.08 * 150 = 12.18 \text{ kg/disparo}$$

Cálculo de rendimiento lineal.

$$\text{Rendimiento lineal} = \frac{\text{Cantidad de explosivo}}{\text{Longitud de perforación}}$$

En la fase voladura de la labor minera del proyecto Alta Gracia, los taladros están cargados con explosivos de dinamita semexsa 65%. Asimismo, los accesorios de voladura utilizados son: fulminante N°8, mecha lenta, cordón detonante.

Tabla21

Detalle de los costos de accesorios y explosivos por disparo

| COSTOS DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS | | | | |
|--|--------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------|
| DESCRIPCION | Unid. | Cantidad | Precio Unitario en s/. | Costo Parcial s/. |
| Dinamita semexsa 65% x 25 kg | caja | 1 | 488.23 | 488.23 |
| Fulminante n° 8 x caja 100 und | caja | 1 | 96.76 | 96.76 |
| Mecha lenta x caja de 1000 m | caja | 1 | 1085.60 | 1085.60 |
| Cordón detonante x caja de 1000 m | caja | 1 | 1288.56 | 1288.56 |

- Dinamita SEMEXA 65% por disparo.

$$\text{Dinamita} = \frac{488.23}{25} * 12.18 = 237.77 \text{ soles/disparo}$$

- Fulminante N° 8.

$$\text{Fulminante} = \frac{96.76}{100} * 25 = 24.19 \text{ soles/disparo}$$

- Mecha lenta.

$$\text{Mecha lenta} = \frac{1085.60}{1000} * 53.34 = 57.91 \text{ soles/disparo}$$

- Cordón detonante.

$$\text{Cordón} = \frac{1288.56}{1000} * 1.83 = 2.36 \text{ soles/disparo}$$

$$\text{Costo total por disparo (1.70m)} = 322.23 \text{ soles/disparo}$$

Costo total de explosivos y accesorios por día

$$N^{\circ} \text{ de disparos por guardia} = 1$$

$$N^{\circ} \text{ de guardias por día} = 2$$

$$N^{\circ} \text{ de disparos por día} = 2$$

$$\text{Costo por día} = 644.45 \text{ soles/día}$$

Tonelaje roto por disparo.

$$\text{Tonelaje roto} = \text{Volumen} * \text{densidad}$$

$$\text{Volumen} = \text{Área de la sección} * \text{Longitud de perforación}$$

$$\text{Volumen} = 5.83 * 1.7 = 9.91 \text{ m}^3$$

$$\text{Densidad} = 3.04 \text{ Tn/m}^3$$

$$\text{Consideramos } 30 \text{ Tm/disparo.}$$

Ventilación y desate. La labor del proyecto minero Alta Gracia, 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”. 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.

Tabla22

Calculo de costos de ventilación en soles

| COSTOS DE VENTILACIÓN | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|
| DESCRIPCIÓN | Unida d | Cantida d | Costo Unitario \$ | Costo Parcial \$ | Total \$ | Total S/. |
| Ventiladores auxiliares | Und. | 2 | 4000 | 8000 | 1130 | 44635 |
| Mangas de 24" | M | 150 | 22 | 3300 | 0 | |

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 el proyecto minero Alta Gracia, 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 jalará el material al echadero, este bajará hasta llegar al mineral, lugar donde se cargará a los carritos mineros U-35, estos se encargarán de sacar el mineral.

Chimenea de ventilación. La chimenea, es un componente importante de la mina subterránea la construcción de chimeneas nos permite tener acceso a todos los lugares de la mina para diseñar una chimenea en minería, se deben considerar algunos factores importantes. Si es para ventilación, extracción de mineral, etc. (Quispe A. , 2019)

En el proyecto minero Alta Gracia se efectuarán dos chimeneas, que serán construidas a los costados con una separación de 100 m. su función será ventilar.

Costos de operación.

Para realizar el análisis económico del proyecto minero Alta Gracia, 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.

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

$$\frac{4 \text{ min}}{\text{taladro}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} = 0.7 \text{ horas/taladro}$$

- Considerando un costo: 18 \$/hora

$$\frac{0.7 \text{ hora}}{\text{taladro}} * \frac{18\$}{\text{hora}} = 1.20 \text{ $/taladro}$$

- Costo por disparo

$$\frac{1.20 \$}{\text{taladro}} * 25 \text{ taladros} = 30 \text{ $/disparo}$$

Tabla23

Resumen de costo total del aire comprimido

| AIRE COMPRIMIDO | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------------|---|--|-----------------|------------------|
| DESCRIPCIÓN | Long. del taladro | Nº taladros | Tiempo de perf. de taladro (horas) | Costo de perf. de taladro en \$ | Total \$ | Total S/. |
| Aire Comprimido | 1.70 | 25 | 0.07 | 1.20 | 30 | 118.5 |

Costos de operación de la máquina perforadora Jack Leg.

- Costo de la máquina de perforación = 4500 dólares
- Vida Útil = 80000 pies

$$8000 \text{ pies} * \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 24384 \text{ metros}$$

- Depreciación:

$$\frac{4500 \text{ dolares}}{24384 \text{ metros}} = 0.18 \text{ \$/metro}$$

- Costo de mantenimiento y reparación:

Se considera el 70% de la depreciación.

$$0.18 \text{ \$/metro} * 70\% = 0.13 \text{ \$/metro}$$

- Costo por metro:

$$0.13 + 0.18 = 0.31 \text{ \$/metro}$$

- Costo por taladro:

$$0.31 * 1.7 = 0.53 \text{ \$/taladro}$$

- Costo por disparo:

$$0.53 * 25 = 13.34 \text{ \$/disparo}$$

Tabla 24

Resumen del costo de la máquina de perforación

| MAQUINA DE PERFORACION | | | | | | |
|--|-------------------------|----------------|---|----------------------------------|--------------|--------------|
| DESCRIPCIÓN | Long. Del taladro | Nº taladros | Costo por metro (depreciación +matto y reparación) | Costo de taladro en \\$ | Total \$ | Total S/. |
| Máquina De Perforación Jack Leg | 1.70 | 25 | 0.31 | 0.53 | 13.34 | 52.69 |

Costos de operación: Barreno de perforación strong steel.

- Costo del barreno = 95 dólares

- Vida Útil = 1000 pies

$$1000 \text{ pies} * \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 304.8 \text{ metros}$$

- Depreciación:

$$\frac{95 \text{ dolares}}{304.8 \text{ metros}} = 0.31 \text{ \$/metro}$$

- Costo de mantenimiento y reparación:

Se considera el 20% de la depreciación.

$$0.31 \frac{\$}{\text{metro}} * 20\% = 0.06 \text{ \$/metro}$$

- Costo por metro:

$$0.31 + 0.06 = 0.37 \text{ \$/metro}$$

- Costo por taladro:

$$0.31 * 1.7 = 0.64 \text{ \$/taladro}$$

- Costo por disparo:

$$0.64 * 25 = 15.90 \text{ \$/disparo}$$

Tabla25

Resumen de costo del barreno de perforación

| COSTO DE BARRENO | | | | | | |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------|--|---|---------------------|----------------------|
| DESCRIPCIÓN | Long. Del taladro | N° taladros | Costo por metro (depreciación +matto y reparación | Costo de taladro en \$ | Total \$ | Total S/. |
| Barreno | 1.70 | 25 | 0.37 | 0.64 | 15.90 | 62.82 |

Costo de operación: broca de perforación

- Costo de broca de perforación = 30 dólares
- Vida Útil = 600 pies

$$600 \text{ pies} * \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 182.88 \text{ metros}$$

- Depreciación:

$$\frac{30 \text{ dolares}}{182.88 \text{ metros}} = 0.16 \text{ \$/metro}$$

- Costo por metro:

$$0.16 = 0.16 \text{ \$/metro}$$

- Costo por taladro:

$$0.31 * 1.7 = 0.28 \text{ \$/taladro}$$

- Costo por disparo:

$$0.28 * 25 = 6.98 \text{ \$/disparo}$$

Tabla 26

Resumen del costo de la broca de perforación

| BROCA DE PERFORACION | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|
| DESCRIPCIÓN | Long. Del taladro | Nº taladros | Costo por metro | Costo de taladro en \$ | Total \$ | Total S/. |
| Broca De Perforación | 1.70 | 25 | 0.16 | 0.28 | 6.98 | 27.55 |

Costo de operación: lubricante

- Costo de lubricante = 4 dólares/galón
- Consumo por disparo = 0.25 galón/disparo
- Costo por disparo = 1 dólar/disparo

Tabla 27
Resumen del costo total del lubricante

| LUBRICANTE | | | | | | |
|--------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------|
| DESCRIPCIÓN | Long. del taladro | N° taladros | Costo por metro | Costo de taladro en \$ | Total \$ | Total S/. |
| Lubricante | 1.70 | 25.00 | 0.02 | 0.04 | 1.00 | 3.95 |

Tabla 28
Resumen de los costos de perforación

| DESCRIPCIÓN | COSTO POR DISPARO S/. | TOTAL POR DISPARO S/. | TOTAL POR DÍA S/. |
|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Aire Comprimido | 118.5 | | |
| Máquina de Perforación Jackleg | 52.69 | | |
| Barreno | 62.82 | 265.51 | 531.02 |
| Broca de Perforación | 27.55 | | |
| Lubricante | 3.95 | | |

Tabla 29

Resumen de los costos de mano de obra anual

| MANO DE OBRA ANUAL | | | | | |
|---------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| DESCRIPCIÓN | Cant. | Salario x Mes | Salario Anual | Total S/. | Total x 2 Guardias S/. |
| Ing. Residente | 1 | 5000 | 60,000 | | |
| Ing. Jefe De Guardia | 1 | 3500 | 42,000 | 180,00 | |
| Ing. Seguridad Y Medio Ambiente | 1 | 3500 | 42,000 | | |
| Administrador | 1 | 3000 | 36,000 | | |
| Capataz | 1 | 3000 | 36,000 | | 770,400 |
| Maestro Perforista | 2 | 3000 | 72,000 | | |
| Ayudante Perforista | 2 | 1500 | 36,000 | | |
| Bodeguero | 1 | 1500 | 18,000 | | |
| Ayudante | 2 | 1500 | 36,000 | 295,20 | |
| Operador De Carrito Minero | 1 | 1500 | 18,000 | | |
| Topógrafo | 1 | 3000 | 36000 | | |
| Ayudante De Topógrafo | 1 | 1800 | 21600 | | |
| Conductor De Camioneta 4x4 | 1 | 1800 | 21600 | | |

Nota: La tabla 29, detalla el costo total por 2 guardias por día de mano de obra que se va a emplear en la labor de la mina Alta Gracia, obteniendo un resultado S/770,400.

Especificaciones del costo de limpieza

WINCHE

- Costo del winche = 13000 dólares
- Vida Útil = 90000 *pies*

$$90000 \text{ pies} * \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ pie}} = 27432 \text{ metros}$$

- Depreciación:

$$\frac{13000 \text{ dolares}}{27432 \text{ metros}} = 0.47 \text{ \$/metro}$$

- Costo de mantenimiento y reparación:

Se considera el 70% de la depreciación

$$0.47 \$/metro * 70\% = 0.33 \$/metro$$

- Costo por metro:

$$0.47 + 0.33 = 0.80 \$/metro$$

- Costo por disparo:

$$0.80 * 1.7 = 1.37 \$/taladro$$

Tabla 30

Resumen del costo de limpieza por disparo y día

| COSTO DE LIMPIEZA | | | | | | |
|--------------------------|-------------------|-------------|--|------------------------|------------------------|------------------|
| DESCRIPCIÓN | Long. del taladro | Nº taladros | Costo por metro (depreciación +matto y reparación) | Costo de disparo en \$ | Costo de disparo en \$ | Costo por día \$ |
| Winche | 1.70 | 25 | 0.81 | 1.37 | 5.41 | 10.82 |

Tabla31

Resumen de los costos de sostenimiento

| ENMADERADO | | | | | | | |
|----------------------|--------------|----------|------------|------------|----------|---------------------------------------|----------------|
| DESCRIPCIÓN | Longitud (M) | Cantidad | Total Pie2 | Precio S/. | Subtotal | Total pie ² /Cuadro (1.70) | Total S/. |
| Longarinas 8"x8"*18´ | 2 | 2 | 69.94 | 1.8 | 125.89 | | |
| Cabezales 8"x8"*7´ | 2.1 | 2 | 73.44 | 1.8 | 132.19 | | |
| Divisores 8"x8"*6´ | 1.8 | 2 | 62.95 | 1.8 | 113.30 | 900.12 | 1800.24 |
| Postes 8"x8"*6´ | 1.8 | 8 | 251.78 | 1.8 | 453.21 | | |
| Topes 8"x8"*1´ | 0.3 | 8 | 41.96 | 1.8 | 75.53 | | |

Nota: La tabla 31, especifica los costos de sostenimiento. El sostenimiento se va realizar con puntales de madera, con la finalidad de soportar el macizo rocoso

Tabla 32

Resumen de los costos de protección personal

| EPP ANUAL | | | | |
|---|-------|-------|---------------------|-----------------|
| DESCRIPCIÓN | Unid. | Cant. | Precio Unidad S/ | C. Parcial |
| Botas de jebe | par | 28 | 68.00 | 1904.00 |
| Barbiquejo | pza | 28 | 2.20 | 61.60 |
| Guantes reforzados de cuero | par | 28 | 17.00 | 476.00 |
| Mameluco | pza | 28 | 65.00 | 1820.00 |
| Casco Minero 3M con Ratchet Dieléctrico | pza | 28 | 60.00 | 1680.00 |
| Correa de cuero porta lámpara | pza | 28 | 18.00 | 504.00 |
| Respirador 3M serie 7502 de 2 vías | pza | 28 | 80.00 | 2240.00 |
| Filtro p/respirador purificador 1093-3M | par | 28 | 20.00 | 560.00 |
| Lentes Claros 3M con marco negro | par | 28 | 36.00 | 1008.00 |
| Tapones Auditivos 3M 1270 | pza | 28 | 21.00 | 588.00 |
| Arnés de seguridad | pza | 28 | 80.00 | 2240.00 |
| Línea de vida | pza | 28 | 220.00 | 6160.00 |
| Lámpara Minera | pza | 28 | 9.00 | 252.00 |
| TOTAL IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD | | | | 19493.60 |

Tabla 33

Resumen de los costos de herramientas

| HERRAMIENTAS | | | | | |
|---------------------|--------|----------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| DESCRIPCIÓN | Unidad | Cantidad | Precio Unitario en \$ | Precio Total en \$ | Precio Total en S/ |
| Picos | UND | 5 | 30.86 | 154.30 | |
| Palas | UND | 5 | 13.90 | 69.49 | |
| Cinzel | UND | 10 | 6.56 | 65.57 | |
| Comba | UND | 5 | 14.66 | 73.29 | |
| Alicates | UND | 5 | 6.56 | 32.78 | 2621.50 |
| Flexómetro | UND | 5 | 6.56 | 32.78 | |
| Buggy 80 litros | UND | 5 | 47.09 | 235.44 | |
| TOTAL | | | | 663.671 | |

Tabla 34

Costo total de la labor galería

| GALERÍA | | | | | |
|----------------|-----------|-----------------|-------|-----------------------------|--------------------------|
| DESCRIPCIÓN | Total S/. | Días Laborables | Meses | Precio Parcial Anual En S/. | Precio Anual Total En \$ |
| Voladura | 644.45 | 26 | 12.00 | 201069.51 | |
| Perforación | 531.02 | 26 | 12.00 | 165678.16 | |
| Ventilación | 44635.00 | - | - | 44635.00 | |
| Mano de obra | 770400.00 | - | - | 770400.00 | |
| Limpieza | 10.82 | 26 | 12.00 | 3377.27 | 447835.03 |
| EPP | 19493.60 | - | - | 19493.60 | |
| Herramientas | 2621.50 | - | - | 2621.50 | |
| Enmaderado | 1800.24 | 26 | 12.00 | 561673.32 | |
| TOTAL | | | | 1768948.35 | |

Nota. La tabla 34, detalla el resumen de los costos por frente perforado, lo que corresponde a costos de voladura, perforación y limpieza; ventilación, mano de obra, sostenimiento, equipos de protección personal y herramientas se ha calculado el costo por año. Finalmente, el costo de plan de minado anual esta en S/1768948.35 y en \$ 447835.03.

Vida Útil

- Material roto por guardia: 30Tm
- Tonelaje de material al día por 2 guardia

$$2 \times 30 = 60 \text{ Tm/día}$$

- Tonelaje de material al mes:

$$\text{Por } 26 \text{ días} * 60 \text{ Tm} = 1560 \text{ Tm/mes}$$

- Tonelaje material al año:

$$1560 \text{ Tm/mes} \times 12 \text{ meses} = 18720 \text{ tm/año}$$

$$\text{CÁLCULO DE VIDA UTIL} = \frac{\text{RESERVAS DE MINERAL (TN)}}{\text{EXTRACCION} \frac{\text{TN}}{\text{AÑO}}} = \frac{87595.32}{18720} = 4.68$$

3.3. Rentabilidad del proyecto

3.3.1. Determinación del valor actual neto (VAN).

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.

A continuación, se realizará el cálculo del valor actual neto, de nuestro proyecto de investigación teniendo en cuenta:

$$\textit{Inversión inicial} = \$ 663\,917.67$$

$$\textit{Tasa de interés} = 19 \%$$

Tabla 35
Flujo de caja económico

| INGRESOS | AÑO 0 | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Venta de mineral (hierro) | \$ | 1123200.00 | 1123200.00 | 1123200.00 | 1123200.00 | 1123200.00 |
| Total (ingresos) | \$ | 0 | 1123200.00 | 1123200.00 | 1123200.00 | 1123200.00 |
| EGRESOS | AÑO 0 | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 |
| Construcción de pique | \$ | 15575.73 | | | | |
| 2 carritos mineros U-35 | \$ | 6812.00 | | | | |
| Winche eléctrico | \$ | 7500.00 | | | | |
| Locomotora | \$ | 13624.00 | | | | |
| Castillo | \$ | 6500.00 | | | | |
| Jaula y accesorios | \$ | 1950.00 | | | | |
| Camioneta 4x4 | \$ | 44000.00 | | | | |
| Plan de minado anual | \$ | 447835.03 | 447835.03 | 447835.03 | 447835.03 | 447835.03 |
| Contingencias(15%) | \$ | 69511.615 | | | | |
| Chimeneas | \$ | 50609.29 | | | | |
| Inversión | \$ | 663917.67 | | | | |
| Total (egresos) | \$ | 663917.67 | 447835.03 | 447835.03 | 447835.03 | 447835.03 |
| Flujo de caja económico(UTILIDAD AD NETA) | \$ | 663917.67 | 675364.97 | 675364.97 | 675364.97 | 675364.97 |
| Carga fiscal (47%) | | | 317421.54 | 317421.54 | 317421.54 | 317421.54 |
| UTILIDAD NETA | | 663917.67 | 357943.43 | 357943.43 | 357943.43 | 357943.43 |



NOTA: la tabla 35, detalla el flujo de caja económico del proyecto minero Alta Gracia, obteniendo resultados para el valor actual neto \$ 426,402.03, tasa interna de retorno 45.7%, el beneficio-costo indica que por cada 1 sol de inversión se obtiene \$ 1.64 de beneficio y el plazo de recuperación de la inversión en este proyecto es de 1 año 10 meses con 6 días. Por lo tanto, se determina que el proyecto minero si es rentable para que inicie la etapa de operación.

Determinación del valor actual

$$VA = \frac{F_1}{(1+K)^1} + \frac{F_1}{(1+K)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+K)^n}$$

$$VAN = \frac{357943.43}{(1+0.19)^1} + \frac{357943.43}{(1+0.19)^2} + \frac{357943.43}{(1+0.19)^3} + \frac{357943.43}{(1+0.19)^4} + \frac{357943.43}{(1+0.19)^5}$$

$$VAN = 1\,090\,319.70$$

$$VAN = 1\,090\,319.70 - 663\,917.67 = \$\,426\,402.03$$

3.3.2. Estimación de la tasa interna de retorno (TIR)

$$0 = -I_0 + \sum_{j=1}^N \frac{F_j}{(1+TIR)^j}$$

$$INVERSION\ INICIAL\ (\$) = 663917.67$$

$$TIR = 45.7\%$$

3.3.3. Determinación de la relación – costo (R B/C)

Tabla36

Flujos netos actuales del proyecto

| AÑOS | FLUJOS NETOS | FLUJO NETO ACTUAL |
|--------------|--------------|-------------------|
| 0 | -663917.67 | |
| 1 | 357943.43 | 300363.7107 |
| 2 | 357943.43 | 252046.4133 |
| 3 | 357943.43 | 211501.5636 |
| 4 | 357943.43 | 177478.8651 |
| 5 | 357943.43 | 148929.1475 |
| TOTAL | | 1090319.7 |

$$\frac{B}{C} = \frac{\frac{F_1}{(1+K)} + \frac{F_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}}{I_0}$$

$$B/C = \frac{1090319.70}{663917.67}$$

$$B/C = 1.64$$

3.3.4. PAYBACK: Periodo de recuperación

$$\text{payback} = \frac{I_0}{F}$$

$$\text{payback} = \frac{663917.67}{357943.43}$$

$$\text{payback} = 1.85 = \begin{cases} 0.85 \text{ años} \times \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 10.2 \text{ meses} \\ 0.2 \text{ meses} \times \frac{30 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} = 6 \text{ dias} \end{cases}$$

El periodo de recuperación de la inversión es de 1 año, 10 meses y 6 días.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

En consideración aceptamos la hipótesis planteada que establece Evaluar la rentabilidad económica del Proyecto Minero Alta Gracia Yonán 2021. como se evidencia en el resultado obtenido del valor actual neto y de la relación beneficio-costo, nos permite concluir que es un proyecto viable. Estos podemos reforzar con el aporte de (Jesus, 2018), (Gil & Ramires, 2021), (Naupari Alvarez, 1986) quienes señala que la evaluación económica es un requisito indispensable para la determinación de su posterior inversión para el desarrollo y rentabilidad de la mina 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 no solo económico, sino que también técnico, que permita al productor minero a tomar buenas decisiones antes de realizar una inversión, cuya finalidad de tener una sostenibilidad en el tiempo y una certidumbre de recuperación de capital durante la ejecución del proyecto minero Alta Gracia.

CONCLUSIONES

- Mediante los análisis realizados en la labor del proyecto minero Alta Gracia y cálculos correspondientes a la veta de hierro se logró estimar que el Proyecto Minero Alta Gracia cuenta con 87595.32TM de reserva mineral roto.
- se realizó los cálculos de costos de operación, conformado por perforación, voladura, ventilación, mano de obra, limpieza, sostenimiento, equipos de protección personal y herramientas; obteniendo un costo anual de plan de minado de S/1768948.35 y en \$ 447835.03.
- se estimó el flujo de caja y los indicadores del proyecto minero Alta Gracia obteniendo un resultado para el Valor Actual Neto (VAN): \$ 426 402.03, Tasa Interna de Retorno (TIR): 45.7 % y Relación Beneficio-costos (B/C): 1.64 y un Payback: 1 año 10 meses con 6 días. Indicando, que el proyecto minero si es rentable.

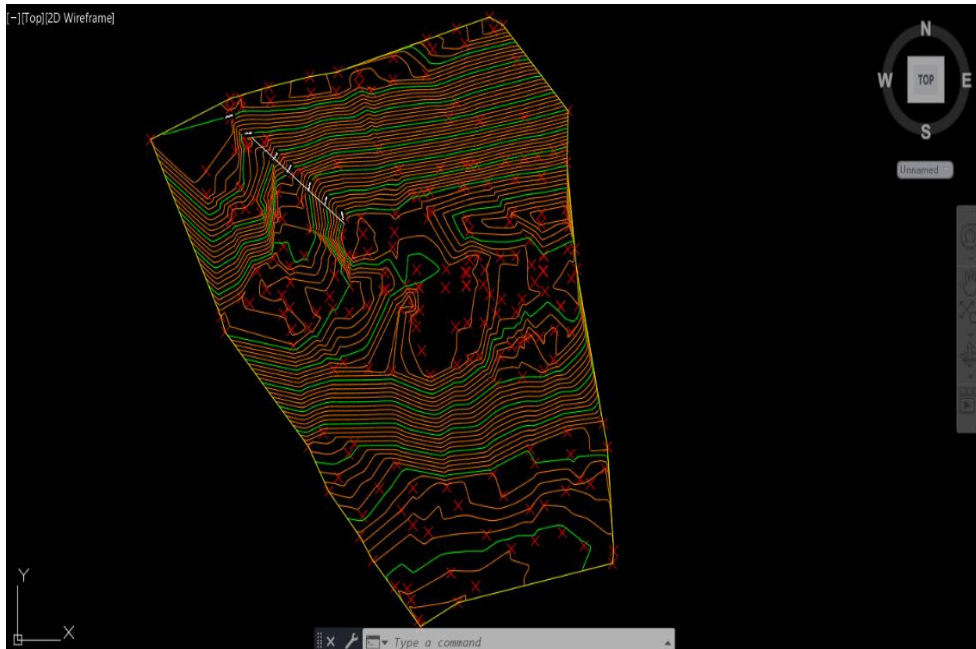
REFERENCIAS

- Aguilar P, D. N., & Cercado W, I. I. (2020). Determinación del método de explotación subterránea en la concesión minera Alta Gracia-Yonán,2020. Cajamarca.
- Cazau. (2016). " *introduccion a la investigacion experimental, no experimental*".
- Dzul. (2013). " *DISEÑO DE LA INVESTIGACION DESCRIPTIVA*".
- Exsa. (2019). *explosivo*. Obtenido de dinamita: <https://exsa.net/es>
- Geocatmin - Ingemmet. (Abril de 2022). *Ubicacion [fotografia]*. Obtenido de <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- Gil, R., & Ramires, L. (2021). " *Evaluación técnica- económica de la labor Esperanza del proyecto minero la Carmina VI Cajamarca*".
- Google Maps. (2022). *Accesibilidad*. Obtenido de <https://www.google.com/maps>
- Hernández Sampieri, R. F. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hernandez Siampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION las rutas cuantitativa cualitativa y mixta. En R. Hernandez Siampieri, & C. P. Mendoza Torres, *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION las rutas cuantitativa cualitativa y mixta*. Mexico: Editorial Mc Graw Hill Education.
- instituto peruano de economia. (s.f.).
- Jesus. (2018). *Tesis evaluacion tecnica economica del proyecto minero UTCUYACU 2016. HUARAZ*.
- Murillo. (2008). " *Investigacion basica y aplicada*".
- Naupari Alvarez, A. (1986). *Evaluación económica para determinar cuantitativamente la rentabilidad de un proyecto, basado en criterios de matemáticas financieras*.
- Ñaupari, R., & Campos, E. (2016). " *Estudio Técnico económico para el diseño y construcción del pique vertical en la unidad económica administrativa HUANCAPETI S.A.C*". .
- Quispe. (2018). " *Evaluacion económica para la determinación de rentabilidad en la explotación aurifera de la empresa contratista generales Winchumayo EIRL- carabaya*".
- Quispe, A. (2019). " *diseño y construcción de pique 480 y labores de desarrollo para viabilizar la explotación de la veta Esperanza entre los niveles 1790 – 1740 zona Cerro Rico - U.P. Alpacay*". Arequipa.
- 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*".
- Yupanqui, C. (2014). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Lima: Yupanqui Cayoja.

ANEXOS

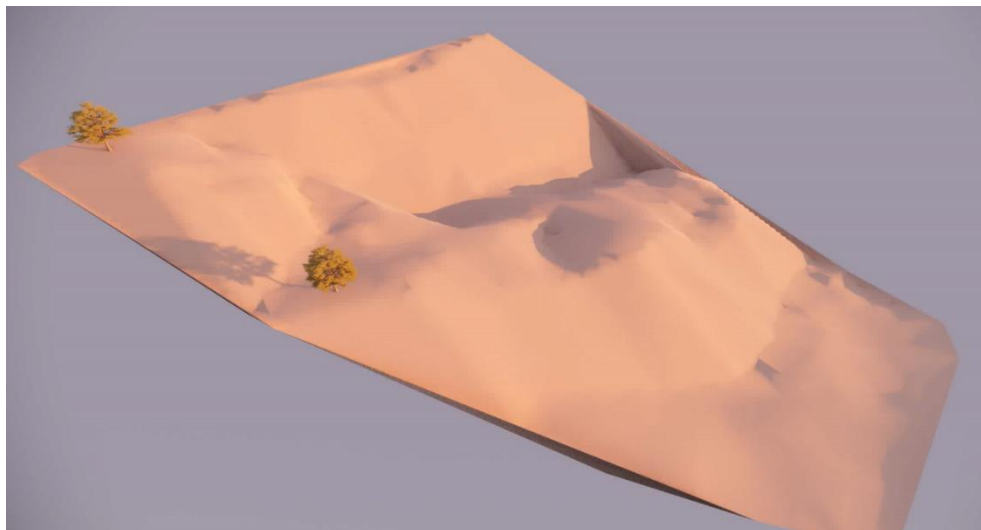
ANEXOS N°1.

Puntos topográficos procesados en el software Civil 3D



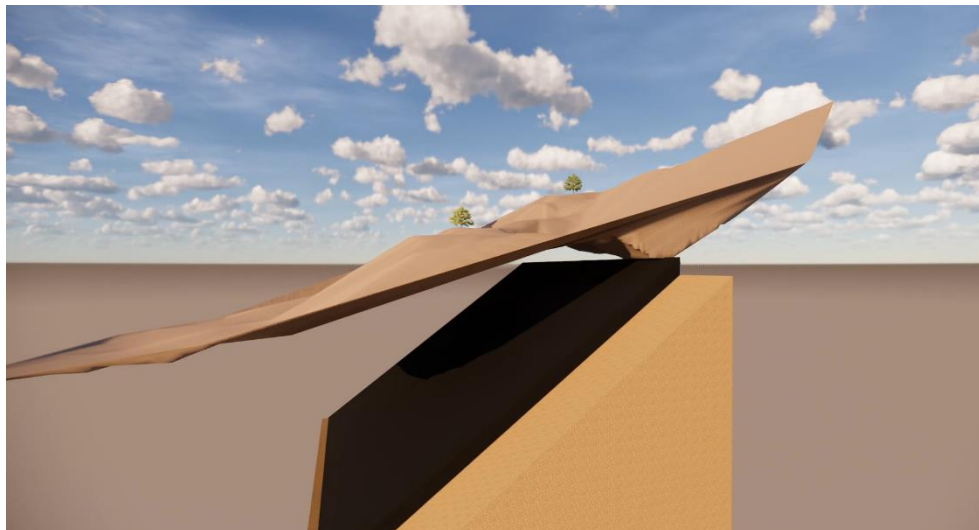
ANEXOS N°2.

Puntos topográficos procesados en el software REVIT



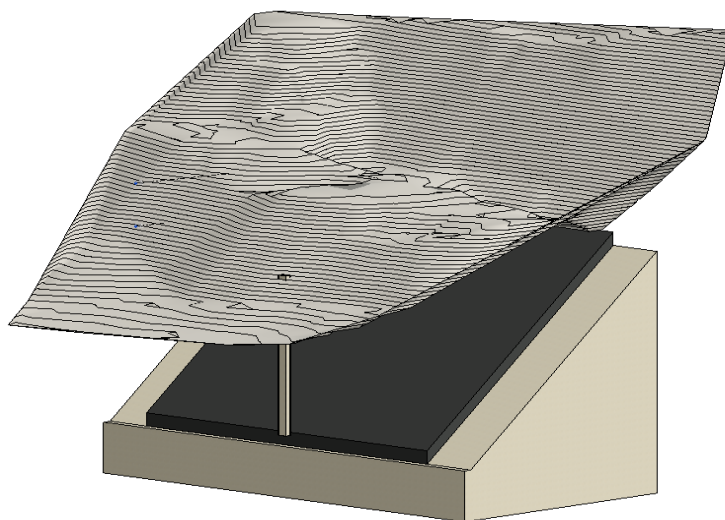
ANEXOS N°3.

Diseño de la veta de hierro en el software REVIT



ANEXOS N°4.

Diseño del pique del proyecto minero Alta Gracia.



ANEXOS N°5.

Diseño de la galería del proyecto minero Alta Gracia.

