



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**CONSTRUCCIÓN DEL INCLINADO 130 – NV 4330 PARA LA
PROFUNDIZACIÓN EN LA UNIDAD MINERA LAS ÁGUILAS -
CIEMSA**

TESIS

PRESENTADA POR:

RIDBER IVAN ORTIZ CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Construcción del inclinado 130 - Nv 4330 para la profundización en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA

AUTOR

Ridber Ivan Ortiz Condori

RECuento DE PALABRAS

12478 Words

RECuento DE CARACTERES

67974 Characters

RECuento DE PÁGINAS

91 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.9MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 20, 2024 8:56 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 20, 2024 8:58 AM GMT-5

● 18% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)


Lucio Quech Gutiérrez
IN-2024-00123
CIEMSA
DELENTE UNAP



Resumen



DEDICATORIA

A mis amados padres Alfredo Ortiz Pari e Irma Condori Luque gracias por ser mis primeros maestros, por ser mi guía moral y por ayudarme con los recursos necesarios para poder estudiar.

A mi querida hermana Diana, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi formación profesional y de mi vida.

A mi compañera de vida Mirian por acompañarme y ayudarme en todo este proceso. Gracias por llegar a mi vida y a mi linda hija Mavi eres el tesoro especial que Dios puso para amarte.

Ridber Ivan Ortiz Condori



AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi gratitud a Dios, por proporcionarme vida y salud para que pueda contribuir a mi país y a mi familia.

A la Facultad de Ingeniería De Minas de la Universidad Nacional del Altiplano, a toda la plana de docentes por fueron parte de mi formación profesional.

Mi agradecimiento al Ing. Walter Osores por darme la confianza en la ejecución del proyecto INCLINADO 130 y a la contrata COMISERGE S.R.L.

A la Unidad Minera LAS AGUILAS -CIEMSA al Ing. Wilmer Aragón y al Ing. Roy Cerna por su apoyo.

A mi asesor M.Sc. Lucio Quea Gutierrez por disponer su tiempo y apoyo en este tema de investigación, así mismo al jurado calificador Dr. Aníbal Sucari León, M.Sc. Agustin Perez Quispe y al Mtro Emmanuel Tummy Gomez quienes aportaron con sus observaciones y sugerencias para concluir este trabajo de investigación.

Ridber Ivan Ortiz Condori



ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|-----------|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTO | |
| ÍNDICE GENERAL | |
| ÍNDICE DE TABLAS | |
| ÍNDICE DE FIGURAS | |
| ÍNDICE DE ANEXOS | |
| ACRÓNIMOS | |
| RESUMEN | 12 |
| ABSTRACT..... | 13 |
| CAPÍTULO I | |
| INTRODUCCIÓN | |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 14 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 14 |
| 1.2.1. Pregunta general..... | 14 |
| 1.2.2. Preguntas específicas | 15 |
| 1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS | 15 |
| 1.3.1. Hipótesis general..... | 15 |
| 1.3.2. Hipótesis específicas | 15 |
| 1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 1.5.1. Objetivo general | 16 |
| 1.5.2. Objetivos específicos | 16 |



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

| | |
|--|-----------|
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 18 |
| 2.2. MARCO TEÓRICO | 27 |
| 2.2.1. El RMR de Bieniawski (1989)..... | 27 |
| 2.2.2. Índice de calidad de la roca | 28 |
| 2.2.3. Perforación y voladura..... | 29 |
| 2.2.4. Métodos de arranque en mina | 32 |
| 2.2.5. Distribución de taladros en el inclinado..... | 34 |
| 2.2.6. Cantidad de taladros en una labor de avance | 35 |
| 2.2.7. Pique inclinado..... | 36 |
| 2.2.8. Sistema de extracción del Inclinado..... | 37 |
| 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS..... | 38 |

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | |
|---|-----------|
| 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO | 41 |
| 3.1.1 Accesibilidad..... | 42 |
| 3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO | 42 |
| 3.3. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO..... | 43 |
| 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO | 43 |
| 3.4.1. Población..... | 43 |
| 3.4.2. Muestra..... | 43 |
| 3.4.3. Muestreo..... | 43 |
| 3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO Y METODOLÓGICO | 44 |
| 3.5.1. Tipo de investigación | 44 |



| | |
|---|-----------|
| 3.5.2. Alcance de la investigación..... | 44 |
| 3.6. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS..... | 44 |
| 3.6.1. Metodología para determinar las características geológicas | 44 |
| 3.6.2. Metodología para determinar las características geomecánicas..... | 45 |
| 3.6.3. Metodología para determinar los estándares operacionales | 45 |
| 3.6.4. Metodología para la construir el inclinado 130 - Nv 4330 | 45 |
| 3.7. ANALISIS DE DATOS | 46 |
| 3.8 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 46 |
| CAPITULO IV | |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | |
| 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS | 47 |
| 4.1.1. Características geológicas del yacimiento..... | 47 |
| 4.1.2. Características geomecánicas para la construcción del inclinado..... | 54 |
| 4.1.3. Estándares operacionales para el diseño y construcción del inclinado ... | 61 |
| 4.1.4. Diseño y construcción del inclinado 130 | 64 |
| 4.2. DISCUSIÓN | 66 |
| V. CONCLUSIONES..... | 68 |
| VI. RECOMENDACIONES | 69 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 70 |
| ANEXOS..... | 73 |

Área: Ingeniería de Minas

Tema: Desarrollo de labores mineras y otras excavaciones

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 26 de junio del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 1 Criterio para la clasificación de la masa rocosa..... | 28 |
| Tabla 2 Clasificación de métodos de explotación subterránea | 29 |
| Tabla 3 Coeficiente para “dt” y “c” | 36 |
| Tabla 4 Coordenadas de la Unidad Minera las Águilas..... | 42 |
| Tabla 5 Acceso a la Unidad Minera Las Águilas. | 42 |
| Tabla 6 Operacionalización de variables | 46 |
| Tabla 7 Reservas de mineral en la veta Ursula | 48 |
| Tabla 8 Sistema de discontinuidades de la zona del proyecto inclinado | 55 |
| Tabla 9 Resultados de los ensayos con el martillo de Schmidt | 56 |
| Tabla 10 Resultados de los ensayos de la roca intacta..... | 57 |
| Tabla 11 Aberturas máximas de las excavaciones permanentes | 57 |
| Tabla 12 Sostenimiento para labores de avance permanente (2,10m a 3,00m)..... | 59 |
| Tabla 13 Especificaciones para la instalación de cimbras en el inclinado 130 | 60 |
| Tabla 14 Número de fracturas por metro en la caja techo | 63 |
| Tabla 15 Parámetros de perforación en el inclinado 130..... | 63 |
| Tabla 16 Explosivo utilizado en el inclinado 130..... | 64 |



ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1 Testigos para el cálculo del RQD..... | 28 |
| Figura 2 Sistemas aplicados en los métodos de explotación | 30 |
| Figura 3 Método espiral en piques..... | 31 |
| Figura 4 Esquema de sección completa..... | 32 |
| Figura 5 Corte quemado según EXSA..... | 33 |
| Figura 6 Esquema del corte en “V” o cuña..... | 33 |
| Figura 7 Esquema del corte en pirámide | 34 |
| Figura 8 Esquema de taladros en un inclinado | 35 |
| Figura 9 Esquema típico de un Cut and fill | 37 |
| Figura 10 Ubicación de la Unidad Minera Las Águilas | 41 |
| Figura 11 Veta ursula..... | 47 |
| Figura 12 Bloques en la veta Ursula..... | 48 |
| Figura 13 Histograma de distribución de valores de calidad RMR de la masa rocosa.. | 56 |
| Figura 14 Parámetros de resistencia de la masa rocosa..... | 57 |
| Figura 15 Esquema de sostenimiento con cimbras rígidas en una pendiente de 45° | 60 |
| Figura 16 Malla de perforación en el inclinado 130 con pendiente de 45° | 62 |
| Figura 17 Esquema de carguío de explosivos..... | 62 |
| Figura 18 Proyecto inclinado 130 con pendiente de 45° | 64 |



ÍNDICE DE ANEXOS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Anexo 1 Diseño de cimbras..... | 73 |
| Anexo 2 Cronograma de actividades en el proyecto inclinado 130 | 74 |
| Anexo 3 Instalación de cimbras en curva superior e inferior | 75 |
| Anexo 4 Detalles de la instalación de cimbras y sus elementos..... | 76 |
| Anexo 5 Cámara de winche del inclinado 130 | 77 |
| Anexo 6 Evidencias fotográficas | 79 |
| Anexo 7 Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro | 81 |
| Anexo 8 Plano geológico de la Unidad Minera las Águilas..... | 87 |
| Anexo 9 Plano geomecánico zonificado del inclinado 130..... | 88 |
| Anexo 10 Plano geológico superficial de la Unidad Minera Las Águilas..... | 89 |
| Anexo 11 Declaración jurada de autenticidad de tesis | 90 |
| Anexo 12 Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional..... | 91 |



ACRÓNIMOS

RQD: *Rock Quality Designation*

RMR: *Rock Mass Rating*

NW: *North west*

NE: *North east*

SW: *South west*



RESUMEN

La Unidad Minera Las Águilas se dedica a explotar un yacimiento polimetálico en el cual se evidencia que la veta Úrsula continúa profundizando y evaluando las reservas de la Unidad Minera están disminuyendo lo cual amerita que se debe profundizar las operaciones para incrementar las reservas y continuar con la explotación del yacimiento. Para lo cual el objetivo fue describir la construcción del inclinado 130 - Nv 4330 para la profundización en la Unidad Minera Las Águilas. Se siguió la metodología de una investigación no experimental ya que no se manipuló las variables de investigación, su alcance fue descriptivo ya que se describe a detalle sobre la construcción del inclinado 130, el diseño fue longitudinal ya que se observó durante el tiempo de la ejecución del inclinado en el año 2022. Los principales resultados muestran el cálculo aproximado de 55, 908 toneladas de mineral en la profundización de la veta Úrsula de un contenido polimetálico, respecto a la caracterización geomecánica del macizo rocoso se pudo evidenciar una roca de tipo mala y regular, se logró implementar estándares operacionales para la ejecución del inclinado. Concluyendo que el inclinado que se desarrolló tuvo una longitud de 125 metros, sección fue 3,0 m x 3,0 m, el sostenimiento que se aplicó fue con cimbras de tipo H, el tiempo que se ejecutó fue de 180 días, se instaló rieles de 45 libras para la extracción del material con carros U35.

Palabras clave: Inclinado, Cimbras, Minería, Profundización.



ABSTRACT

Las Águilas Mining Unit is dedicated to exploit a polymetallic deposit in which it is evident that the Ursula vein continues to deepen and evaluating the reserves of the Mining Unit are decreasing which warrants that the operations must be deepened to increase the reserves and continue with the exploitation of the deposit. For which the objective was to describe the construction of the incline 130 - Nv 4330 for the deepening of the Las Águilas Mining Unit. The methodology of a non-experimental research was followed since the research variables were not manipulated, its scope was descriptive since it describes in detail the construction of the incline 130, the design was longitudinal since it was observed during the time of the execution of the incline in the year 2023. The main results show the approximate calculation of 55, 908 tons of ore in the deepening of the Ursula vein of a polymetallic content, regarding the geomechanical characterization of the rock massif its could evidence a bad and regular type rock, it was possible to implement operational standards for the execution of the incline. Concluding that the slope that was developed had a length of 125 meters, section was 3.0 m x 3.0 m, the support that was applied was with H type falsework, the time that was executed was 180 days, 45 pound rails were installed for the extraction of the material with U35 cars.

Keywords: Inclined, Shoring, Mining, Deepening.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Unidad Minera Las Águilas viene explotando un yacimiento polimetálico como plata, zinc, plomo y oro, mediante el método de explotación corte relleno ascendente semi mecanizado, se evidencia en el nivel inferior que la veta sigue profundizando y no se tiene labores de desarrollo para continuar la profundización de la explotación y por otra parte la carencia de un documento donde se muestre la secuencia de construcción de un inclinado a 45°, se considera como un problema para poder explotar el yacimiento en niveles inferiores.

La falta de una labor minera como un inclinado, pique o rampa negativa imposibilita la explotación de la veta que continúa profundizándose, así mismo cabe indicar que las labores de producción están en plena explotación quedándose sin labores en desarrollo y preparadas.

A consecuencia nace la necesidad de suma importancia la construcción del inclinado 130 de manera convencional, que permitió a la Unidad Minera las Águilas desarrollar más labores y poder preparar futuros tajeos y otro nivel inferior.

Para lo cual se formula el problema mediante las siguientes interrogantes.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Pregunta general

¿Cómo es la construcción del inclinado 130 - Nv 4330 para la profundización en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA?



1.2.2. Preguntas específicas

¿Cómo es la caracterización geológica para la construcción del inclinado 130 - Nv 4330 en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA?

¿Cuáles son las características geomecánicas para la construcción del inclinado 130 - Nv 4330 en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA?

¿Cuáles son los estándares operacionales para la construcción del inclinado 130 - Nv 4330 en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA?

1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis general

La construcción del inclinado 130 - Nv 4330 permite la profundización en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA.

1.3.2. Hipótesis específicas

El conocimiento de las características geológicas del yacimiento permite la construcción del inclinado 130 - Nv 4330 en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA.

El conocimiento de las características geomecánicas de la zona permite la construcción del inclinado 130 - Nv 4330 en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA.

La implementación de estándares operacionales permite la construcción del inclinado 130 - Nv 4330 en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA.



1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó porque no se tuvo ningún documento sobre la construcción de un inclinado para profundizar la Unidad Minera Las Águilas – CIEMSA, con la finalidad de continuar la explotación del yacimiento en el Nv 4330, ya que se evidencia que la veta presenta una continuidad hacia la profundidad.

La investigación se realizó para poder dar una solución al problema ya que no se tuvo una labor que profundizaba la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA para continuar con la explotación del yacimiento.

La investigación es de suma importancia ya que permitió conocer sobre el proceso de construcción del inclinado 130 para la profundización en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA, así mismo se continuó con el desarrollo de otras labores de preparación de nuevos tajeos para poder explotar el yacimiento polimetálico.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

Describir la construcción del inclinado 130 - Nv 4330 para la profundización en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA.

1.5.2. Objetivos específicos

Describir las características geológicas del yacimiento para la construcción del inclinado 130 - Nv 4330 en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA.

Describir las características geomecánicas para la construcción del inclinado 130 - Nv 4330 en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA.



Determinar los estándares operacionales para el diseño y construcción del
inclinado 130 - Nv 4330 en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Rengifo & Crisóstomo (2022) realizaron el planeamiento respectivo y diseño del sistema de extracción de la mina artesanal para el izaje y transporte de material hacia la superficie actualizado a la coyuntura actual, para lo cual realizó una evaluación geomecánica, diseño de labores previas, planeamiento del ciclo de minado, especificaciones para la construcción y el uso del pique inclinado, sección del sistema de izaje, planeamiento y cronograma de la obra a ejecutar y finalmente una evaluación técnica – económica, determinó los equipos óptimos para la ejecución se requiere 2 jacklegs, un ventilador de 10 000 CFM, winche de 21 hp, sección del pique 2 m x 2 m, ángulo de inclinación 23° y una longitud de 140 m. diámetro de cable 19 mm Flattened Strand que resista una tención de 150 KN con un factor de seguridad de 5.

Demmanuel (2022) realizó Estudio técnico y económico del dragado de pozo inclinado No. 494 de las capas 2130 a 2000 de la amiga de Anita Mina Española. Utilizando el estudio técnico anterior, se determinó que el VPN positivo era \$2.241.078,47 y la TIR era del 198,29%. es del 15%. Descuento anual, válido todos los meses. El tipo de interés es del 1,17%. A medida que las reservas actuales de la mina se agoten, el objetivo es extraer minerales producidos entre Lv.1. La situación del nivel 2130 y la veta Anita Lv2000 requirió un tajo en pendiente con un costo operativo de 117 USD/t. Respecto al diseño del sistema de elevación, se concluyó que estaría desequilibrado y requeriría un cabrestante de 59,66 kW (80 hp) para levantar tres carros mineros U35 con una masa total de 4,95 TM a lo largo del eje inclinado 494 Ascendente, sección de El eje



inclinado mide $2\text{ m} \times 2\text{ m}$, el ángulo es 60° , la longitud total es 150 m y la velocidad de la cuerda es 5,4 m/s. Además, el juego debe ser un cilindro cilíndrico con un diámetro mínimo de 0,96 m.

Cahuana (2022) tuvo como objetivo El aumento de las reservas minerales y la mayor producción de mineral de oro justifican una profundización con la construcción de pozos inclinados eficientes en la veta Nelly a partir del nivel 214, que brindarán acceso a las profundidades de la mina. el nivel más bajo. Por un lado, el sistema de elevación será accionado por un motor cabrestante de 20 HP, cable de acero tipo boa de $1/2''$ de diámetro, capacidad de tolva 0,98 TM, la tolva está fabricada con estructura metálica, elementos rodantes con rodillos o cojinetes, donde Se instalará sistema de transferencia sobre una cinta de extracción de mineral de 12.000 toneladas anuales con una ley promedio de 16,35 Gr/TM sobre tableros con rieles de madera. entre los niveles 218 y 114 de la veta Nelly.

Choquehuanca (2021) su objetivo fue de diseñar y construir un inclinado para el incremento de producción, La metodología de la presente tesis consistió primeramente en realizar el diagnóstico de la empresa Minera Century Mining y luego se realizó el cálculo del cable y del winche optimo a escoger para establecer el ciclo de trabajo del sistema de izaje lo que permitirá producir 68 TM/día de mineral, lo que conlleva a una meta de producción de 2070 TM mensuales. Los resultados obtenidos luego del rediseño es que se mejoró el sistema de izaje en el inclinado 7801 nuevo century y se incrementó la producción del mineral de 30 TM /día a 69 TM/día, además de que gracias al análisis de factibilidad del proyecto se obtuvo que es altamente rentable y el rediseño del pique inclinado en la instalación de mangas permitió mejorar considerablemente el diseño y la circulación de aire en el diseño de ventilación del ducto actual de 43060 CFM a 43941



CFM y también permitió una reducción en costos de izaje de 16.79 soles a 10.27 soles por tonelada métrica.

Pinto (2021) su objetivo fue de comunicar el pique inclinado Esperanza para incrementar la extracción de mineral, conociendo sus parámetros geomecánicos y teniendo una planificación adecuada; utilizando métodos de investigación para describir, aplicar y evaluar los procedimientos, el nivel de investigación es descriptivo – analítico. Se muestrearon los 5 túneles de la mina y la comunicación del Pozo Inclinado Esperanza. El resultado es: Los parámetros de conexión del pozo inclinado Esperanza de 734 capas son: sección 2,40 m x 2,40 m, longitud 356 m. Desde el nivel 566 hasta la sala del ascensor la pendiente es de 30°, la potencia mínima del sistema del ascensor debe estar equipado con un cabrestante con capacidad de 304 hp. 1 pulgada). El tiempo estimado para completar el proyecto es de 157 días. En la evaluación financiera, el costo de inversión es de USD 405.123,2, incluyendo obras preliminares, construcción de conexiones de pozo inclinado Esperanza, estribo, vía, tendido de tolvas, instalación y compra de equipos de elevación e indicadores económicos necesarios como VAN y TIR, teniendo en cuenta, el resultado VPN = \$3210622,31. La tasa interna de retorno es del 140,6% de la inversión total y es del 119,29%, haciendo rentable el proyecto.

Huaycochea (2020) tuvo como objetivo de ejecutar la profundización del Inclinado Norte siguiendo el mismo plano inclinado -28 existente hasta el NV 1050 e implementar un sistema de extracción que cumpla con las condiciones técnicas y/o operativas para un ritmo de producción de 90 TM/día. Los tipos de estudios desarrollados fueron modelos correlacionales básicos y correlacionales descriptivos en los que las variables de estudio se correlacionaban entre sí. El diseño y construcción de la vertiente norte se realizó de acuerdo con los lineamientos de las normas de seguridad y salud en el



trabajo incluidas en el Decreto Supremo no. 024-2016 E.M. La principal conclusión de su Decreto Supremo revisado núm. 023-2017 E.M. es que la construcción de un talud de 150 metros de largo con una sección transversal de 2.4m x 2.0m y un ángulo de talud de -28° cuesta \$577 0.18/mes. promueve la extracción de 58.725 toneladas de mineral probado de NV 1050 – NV 975, lo que cumple con requerimientos de producción de 28.800 toneladas/año en el menor tiempo posible.

Velarde (2019) su objetivo fue tomar en cuenta la profundización de la veta Cambio Minera Las Brava entre los niveles 1820 y 1700 en el diseño y construcción del pozo inclinado 310 para extraer las reservas minerales existentes a medida que la mina se expanda. El diseño y construcción del pozo inclinado 310 para la profundización de la veta Cambio se realizó de acuerdo con los lineamientos establecidos en las normas de seguridad y salud en el trabajo representadas por el Decreto Supremo. Decreto Supremo N° 023-2017 E.M., con sus modificaciones, sobre el plan de ejecución de la infraestructura necesaria para la profundización del sistema de drenaje construido, se estima que la finalización de todas las obras, 310 pozos inclinados y pozos tomará aproximadamente 225 días. El corte de las estaciones se realizó a una altura de 1820 a 1700, el tendido de rieles en estas estaciones y superiores, y finalmente el montaje de las plataformas y la instalación de los tornos. En el departamento de análisis y resultados se determinará el costo de implementación por metro de pozos inclinados, el cual es de 753.34 dólares/metro. En base a indicadores económicos como VAN y TIR se determinará la factibilidad de pozos inclinados con un monto de inversión de 90,300 dólares. dólares y un periodo de inversión de aproximadamente el 9 de marzo logró resultados positivos con un VAN de \$2.241.078,47 y una TIR de 198,29%.



Condori & Vivanco (2019) su objetivo fue incrementar las reservas de mineral y prolongar la vida de la mina, profundizando la mina San Juan mediante el inclinado 8707 empresa minera CENTURY MINING SAC-2018, se siguió la siguiente metodología
Primero: Se realizó el mapeo geo-mecánico de la zona donde se va a construir el inclinado 8707, de la mina San Juan, con el fin de diseñar las labores de profundización. segundo: Diseño y construcción del Talud 8707 para profundizar e incrementar reservas. Tercero: Respecto al diseño del sistema de elevación, se concluyó que estaría desequilibrado y se requeriría de un cabrestante para levantar 2 vagonetas U35 ascendiendo las pendientes 8707, con una sección de 2,4m x 2,4m y una pendiente de 2,4m x 2,4m. Cuarto: En cuanto al plan de ejecución de la profundización de la infraestructura requerida para el sistema de drenaje técnico, se estima que se necesitarán 77 días para completar todos los proyectos en el talud 8707. 242,514.00 Precio unitario artículos de evaluación económica como herramientas y accesorios.

Velarde (2018) su objetivo fue Construcción del Pozo inclinado 223 para incrementar reservas de mineral en el área veta Paola operada por Empresa Minera Yanaquihua S.A.C. Se determinó que los parámetros de operación de la unidad de eje inclinado 223 están directamente relacionados con las propiedades geomecánicas del macizo rocoso. El RMR en el cofre de techo estéril es 51-60 y el RMR es 41-50. Se determinó que el sistema de izaje estaría compuesto por un balde con capacidad de 0.15 metros cúbicos, un cabrestante de 15 HP y un cable tipo cascabel de 1/2" con una longitud de 77.20 metros, el cual cumple con las condiciones requeridas para una estructura inclinada. 223 La extracción por tonelada en el pozo inclinado es de S/ . 115.47, sabiendo que se retirarán 758.08 TM, dando un costo operativo total de S/57,334.00. El valor actual neto (VAN) se puede obtener de los resultados de la evaluación económica de S/.



3,526.59; tasa interna de retorno (TIR) de 27.88 %; para una tasa mensual de descuento del 12%.

Barzola (2018) su objetivo fue optimizar la profundización de la Veta Julie 2 en la Cía. Minera Poderosa S.A. determinó los resultados de la investigación en el diseño de un eje inclinado de 30° en 2017, utilizando aritmética y fórmulas como métodos estadísticos para calcular parámetros de equipos, evaluación mecánica, cálculo de sección de eje, cálculo de cables de ascensor, tamaño de espacio libre, tiempo de elevación, estructura de rejilla y perforación y cargas de voladura. Una potencia de 80 caballos hace estallar 5 vagones mineros U35 con una sección transversal de 2,7 m x 2,7 m, un ángulo de inclinación de 30°, una longitud de 300,00 m y una velocidad de 5,4 m/s a través del eje inclinado de Julie-2. Un cabrestante con un cilindro cilíndrico de 5 pies de diámetro. El diámetro óptimo del cable de acero utilizado es de 19 mm, lo que confirma la información de la tabla 4.3.2 de los cables con alma de acero serie 6x19 utilizados para el levantamiento del proveedor PROLANSA S.A. Se ha verificado que la resistencia a la rotura mínima garantizada es de 25,57 TC, superior al requisito. Los requisitos de producción de la mina exigen un sistema de elevación y transporte que requiere dos locomotoras de 4 toneladas en el nivel 2410 y 226 para transportar materiales a una velocidad estándar de 6 km/h.. En el planeamiento de ejecución de la infraestructura necesaria para la extracción de profundización, se estima un periodo de 270 días para ejecutar todas las actividades del pique inclinado Julie -2, las estaciones del pique en los niveles superior e inferior se realizarán los desquiches y cuadrados, asimismo la instalación de rieles en las estaciones y a lo largo del inclinado y el armado de plataforma e instalación del winche de izaje.



Cuadros (2018) su objetivo fue realizar el estudio técnico económico de la profundización del pique inclinado 370 en los niveles 4370 al 4270 veta juanita – mina Casapalca. Se trabajo mediante la observación directa, análisis descriptivo, trabajo en campo y en gabinete. Se realizó un Estudio de Factibilidad para la profundización del Talud 370, 4370 a 4270 en la Mina veta Juanita-Casapalca, el cual determinó un van positivo de \$1,609,777.98, una TIR de 75.97% y una tasa de descuento anual de 15%. Respecto al diseño del sistema de elevación, se concluyó que estaría desequilibrado y requeriría un cabrestante con una potencia de 261 kW (350 hp) para levantar tres carros mineros U35 con una masa total de 4,95 TM y una pendiente ascendente de 370. una sección transversal de 2,4 m x 2,4 m, ángulo de inclinación de 30°, longitud total de 320,0 m, velocidad del cable de 4,7 m/s. Además, el juego debe ser un cilindro cilíndrico con un diámetro mínimo de 0,96 m.

Huillca (2017) se planteó conocer selección optima del proyecto de profundización de las dos alternativas planteadas como son el inclinado 415 de 30°y el pique vertical 629, para ello se tomaron un estudio comparativo tanto técnico y económico, para mantener una producción sostenida de 120 TM/día según el planeamiento previsto, el cual tiene planeado realizar durante el año 2017. Teniendo en cuenta el agotamiento de las reservas en los estratos superiores, fue necesario iniciar la explotación de los pozos preparados de los estratos 1720 y 1670, cuando formaba parte de la primera fase del plan de dragado (es decir, la construcción de pozos inclinados o pozos) se llevó a cabo. terminado. Los trabajos de desarrollo y preparación están completamente planificados. Esto requiere un conocimiento de la geología, características geomecánicas, explotación y venteo de la unidad de estudio, así como de los recursos disponibles para una adecuada planificación de este tipo de minería de pequeña escala descrita en el Capítulo 3, y del proyecto de dragado de veta Gisela



realizado geomecánicamente. y evaluaciones geológicas que como resultado se crearon stocks probables de 17.345 Tm. Con una ley adecuada de 9,38 gr/Tm y una profundidad potencial de deposición de hasta 25.000 Tm, con buen comportamiento A y Regla B en función de la calidad del macizo rocoso del proyecto, la evaluación económica muestra resultados favorables y posibles. Para cada proyecto como pozos y pozos inclinados se describe el ciclo minero, diagrama de Gantt, sistemas de elevación como motores de 250 hp y 110 hp para pozos inclinados 415 y eje 629 respectivamente, los cables utilizados son de 16 mm de diámetro. La pendiente es de 415 y 18 mm. En el Pozo 629, además del CAPEX (infraestructura, materiales y equipos requeridos) y OPEX (costos operativos), una vez calculados los ingresos y gastos del proyecto, se crean flujos de caja económicos con una tasa de descuento del 15% anual.

Huaracha (2017) el objetivo fue desarrollar el proceso de diseño, construcción y evaluación económica del pique inclinado Mercedes con la finalidad de mejorar la productividad e incrementar las reservas de mineral de la zona Mercedes en la unidad minera San Juan de Arequipa. Describió el estudio que se realizó para la construcción del pique inclinado Mercedes en el Nv. 480, así como la evaluación geológica y geomecánica del yacimiento, diseño y planeamiento describiendo el proceso de las operaciones unitarias, finalmente realizando el cálculo del sistema de izaje óptimo determinando los indicadores económicos de VAN y TIR.

Silva (2017) la finalidad de explorar y desarrollar el yacimiento en profundidad y así disponer de nuevas reservas de mineral en un periodo relativamente corto en razón de que en los niveles superiores de esta mina se estén agotando las reservas. Se determinaron las reservas probadas y probables en las cuales cuenta con 14 800 000 toneladas de



recurso y con 2430 000 toneladas de reserva, permitiendo la optimización de la extracción actual del nivel 2960 hasta el nivel 3300.

Cuadros (2018) objetivo explicar la profundización de la veta juanita – U.E.A Londres – Cía. Minera Casapalca, entre los niveles 04 y 06, acompaña la ampliación de la mina mediante el diseño y construcción de 370 pozos inclinados para extraer las reservas minerales existentes. Esta es una observación de primera mano de las diversas etapas de construcción del Incline 370 para continuar con la minería de la Veta Juanita en el Nivel 06. Los resultados de la evaluación económica muestran que el plan de dragado de mina tiene un valor presente neto (VAN) de \$1,652,903.78, una tasa interna de retorno de 79.29% y una tasa de descuento anual de 15%. En cuanto al diseño del sistema de elevación, se concluyó que estaría desequilibrado y requeriría un cabrestante de 261 kW (350 hp) para levantar tres vagones mineros U35 con una masa total de 4,95 TM a través de la pendiente de Brønd. Piso 016 con una sección de 2,4 m x 2,4 m. Ángulo de inclinación 30°, longitud total 367,8 m, velocidad del cable 5,4 m/s.

Vela (2013) tuvo como objetivo explicar la profundización de la mina Casapalca, zona veta Oroya, mediante el diseño y construcción del pique inclinado 016, para la exploración, desarrollo, preparación y explotación de minerales entre los niveles 14 al 16. Se determinó que el valor actual neto $VAN = \$ 5\,958\,767,83$ para una tasa anual de descuento de 18%. Así mismo el monto de inversión para la infraestructura de profundización asciende a \$ 1 406 960. El tiempo estimado que se planeó para la ejecución del inclinado fue de 225 días considerando las cámaras y desquinces respectivos.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. El RMR de Bieniawski (1989)

Según Bieniawski (1989) señala el método de clasificación del macizo rocoso, RMR (Rock Mass Rating), también conocida como clasificación geomecánica creada por Bieniawski y basada en Cinco factores principales.

- Resistencia de la piedra in situ.
- índice de calidad de la piedra (RQD).
- Humedad o presencia de aguas subterráneas.
- Modo continuo.
- Distancia entre descansos.

$$\text{RMR} = (\text{RC} + \text{RQD} + \text{A} + \text{B} + \text{C})$$

Donde:

RC = Valoración según la resistencia a la compresión del martillo de Smith

RQD = Valoración según la calidad de la roca RQD

A = Espaciamiento de discontinuidades

B = Condición de discontinuidades

C = Agua subterránea

Tabla 1

Criterio para la clasificación de la masa rocosa

| Tipo de roca | Rango RMR | Rango Q | Calidad según RMR |
|--------------|-----------|------------------|-------------------|
| I | 81 – 100 | 76,819 – 779,408 | Muy buena |
| II | 61 – 80 | 6,702 – 68,000 | Buena |
| III | 41 – 60 | 0,585 – 5,933 | Regular |
| IV | 21 – 40 | 0,051 – 0,518 | Mala |
| V | 0 – 20 | 0,000 – 0,045 | Muy mala |

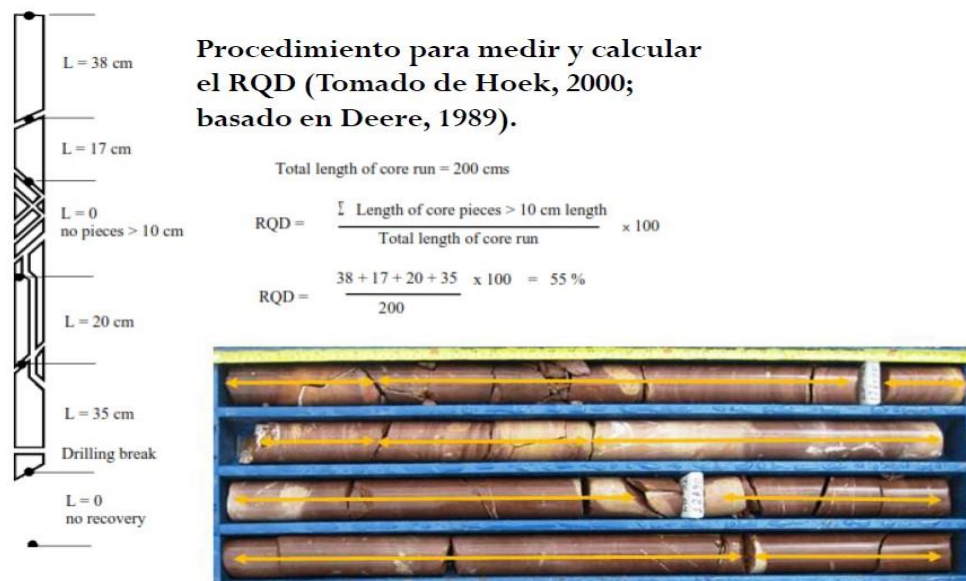
Nota: obtenido de (Bieniawski, 1989)

2.2.2. Índice de calidad de la roca

El índice de calidad de la roca se realiza el análisis en porciones de testigos los cuales son recuperados de las perforaciones diamantinas, las porciones que se considera deben ser mayores a 10 cm de longitud (Hoek, 2000).

Figura 1

Testigos para el cálculo del RQD



Nota: obtenido de (Hoek, 2000).



Tabla 2

Índice de calidad de la roca

| RQD % | Calidad del macizo rocoso |
|--------------|----------------------------------|
| < 25 | Roca muy mala |
| 25 – 50 | Roca mala |
| 50 – 75 | Roca regular |
| 75 – 90 | Roca buena |
| 90 – 100 | Roca muy buena |

Nota: obtenido de (Llanque et al., 1999)

2.2.3. Perforación y voladura

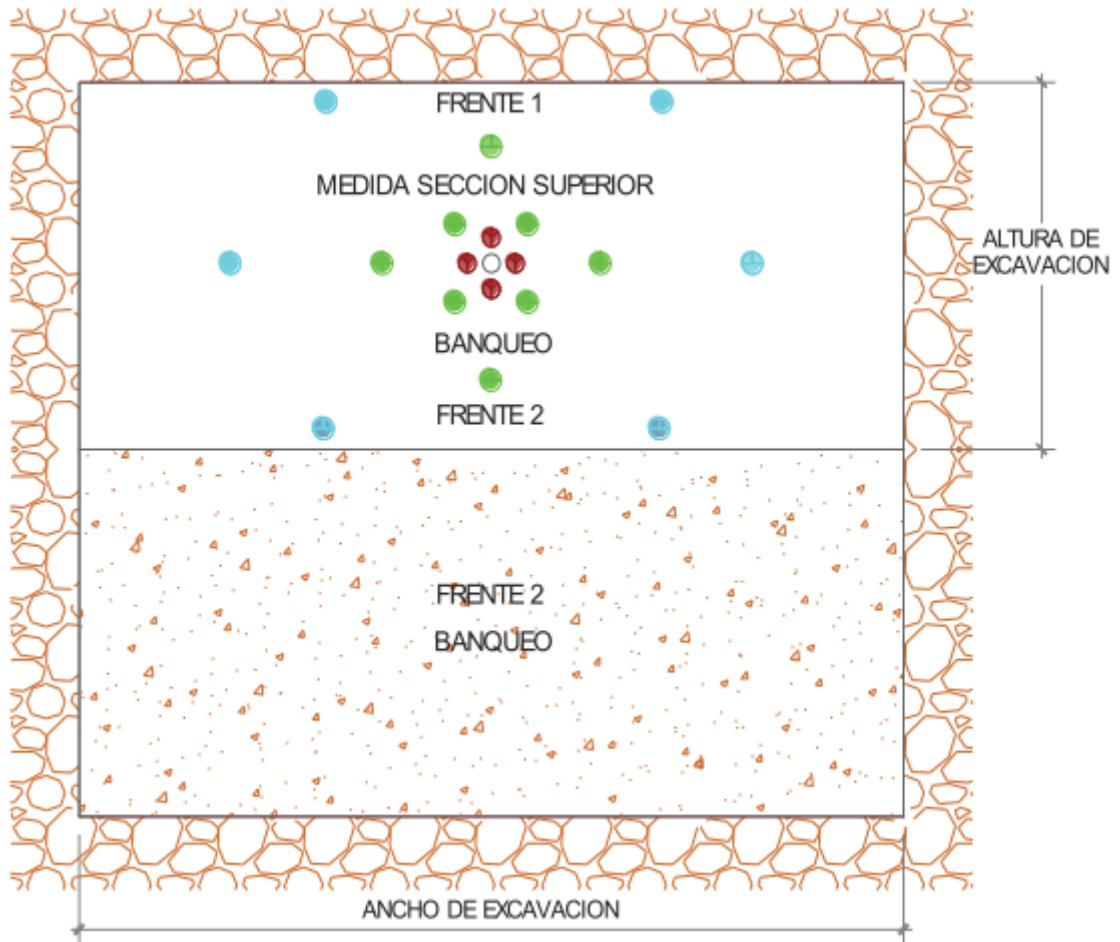
La actividad de perforación y voladura es considerada como la etapa inicial en las operaciones mineras los cuales tienen el objetivo de generar huecos de forma cilíndrica utilizando barrenos, con la finalidad para depositar explosivos y poder realizar la voladura (López, 2003).

- **Método de banqueo**

Este método es recomendable para ejecutar pozos de sección rectangular o cuadrada, donde es recomendable que se tenga dos frentes divididas a partes iguales, uno de ellos debe estar siempre en un piso más elevado que el otro frente con la finalidad de mantener la cara libre y tener un área de bombeo del agua (López, 2003).

Figura 2

Sistemas aplicados en los métodos de explotación



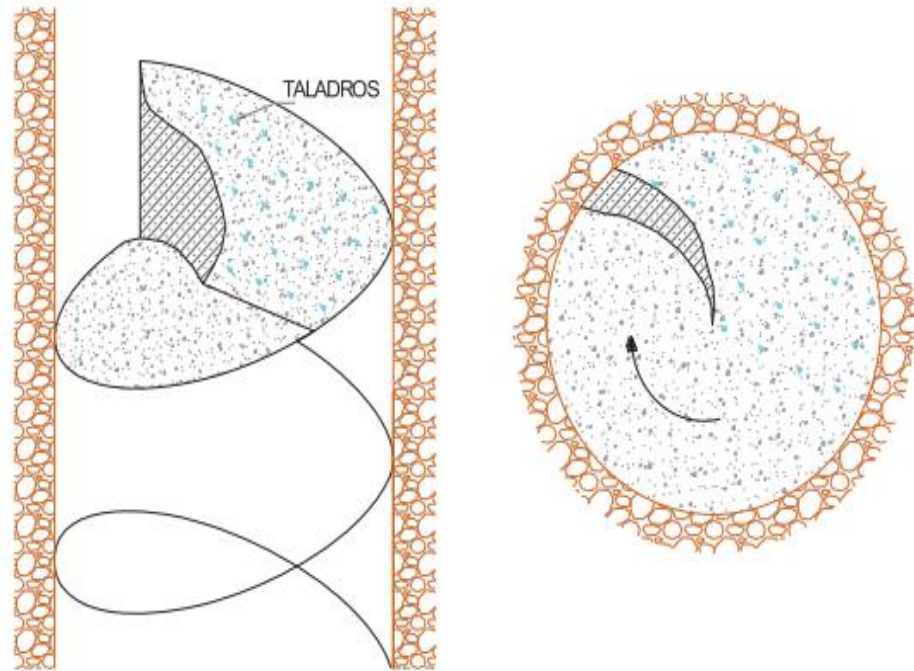
Nota: obtenido de (López, 2003)

- **Método de espiral**

Este método es muy aplicado cuando la sección es circular donde se desarrolla formando el espiral en el frente de perforación, dependerá del tipo de terreno y sección de la labor (López, 2003).

Figura 3

Método espiral en piques



Nota: obtenido de (López, 2003)

- **Método sección completa**

Este método es aplicado cuando el pique tiene una sección rectangular o circular, es muy parecido al proceso de perforación en túneles o galerías donde se realiza la cara libre mediante cortes en tipo “V” o paralelos con el apoyo de taladros de alivio (López, 2003).

Figura 4

Esquema de sección completa



Nota: obtenido de (López, 2003)

2.2.4. Métodos de arranque en mina

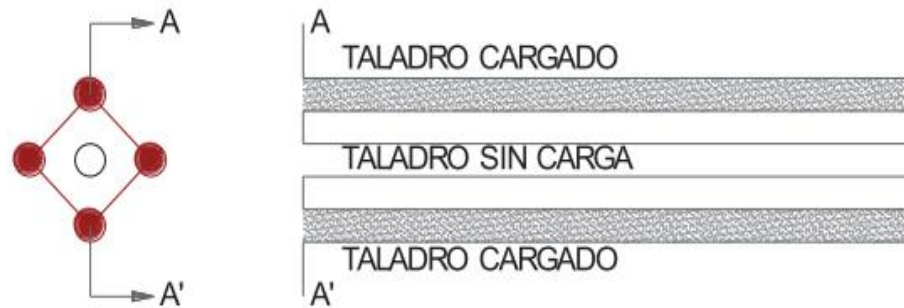
EXSA (1999) algunos tipos de arranque más utilizados en minería subterránea los cuales son los siguientes:

Corte quemado

Este tipo de arranque es aplicado para rocas duras, el cual consiste en realizar taladros paralelos que sean perpendiculares al frente de perforación, con una distribución uniforme, utilizando taladros cargados con explosivo y taladros vacíos los cuales sirven como cara libre, el espaciamiento entre taladros puede variar de 3" a 6" dependiendo del tipo de roca (López, 2003).

Figura 5

Corte quemado según EXSA



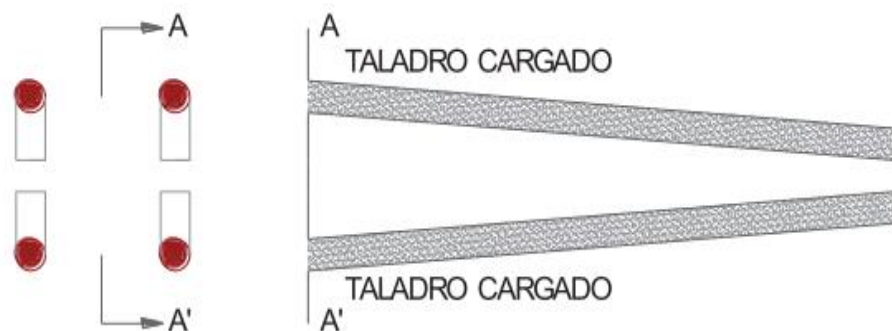
Nota: obtenido de (EXSA, 1999)

Corte en cuña o en "V"

Consiste en realizar 4 taladros con una inclinación de 60° a 70° , 2 taladros en la parte superior y los otros 2 taladros en la parte inferior con una tendencia de que se puedan encontrarse, recomendable para aplicar en rocas de tipo suaves (López, 2003).

Figura 6

Esquema del corte en "V" o cuña



Nota: obtenido de (EXSA, 1999)

Corte en pirámide

Este corte es muy detallado lo cual requiere que las perforaciones sean con bastante precisión lo cual dificulta su aplicación en frentes horizontales, recomendable aplicar en rocas duras en la ejecución de chimeneas y piques (López, 2003).

Figura 7

Esquema del corte en pirámide



Nota: obtenido de (EXSA, 1999)

2.2.5. Distribución de taladros en el inclinado

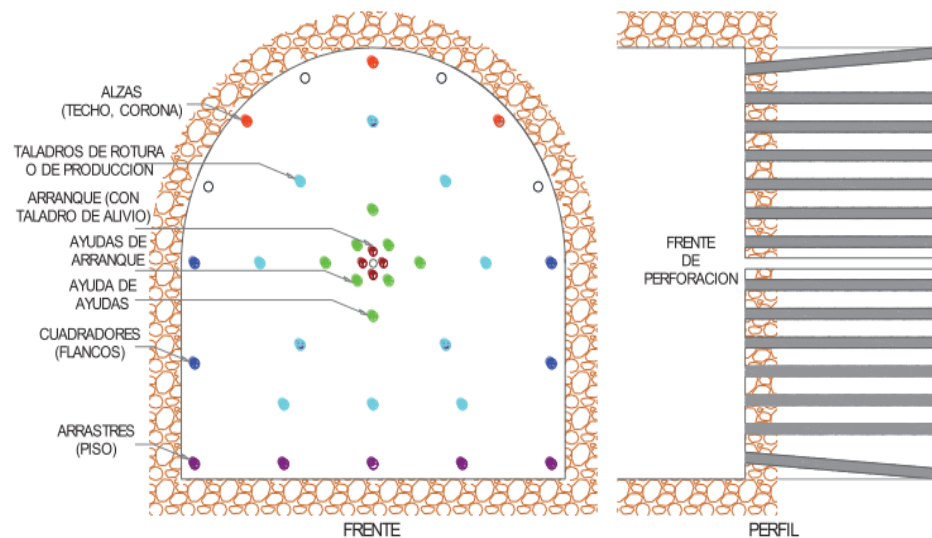
La distribución de los taladros se puede observar de la siguiente manera:

- **Arranque.** Son taladros que formarán la primera cara libre son los taladros que tienen mayor cantidad de explosivo cargado.
- **Ayudas.** Se denominan a los taladros que son detonados en segunda parte después del arranque y rodean a la cara libre.
- **Cuadradores.** Denominados a los taladros laterales también llamados hastiales que vienen formando el túnel.

- **Alzas o techo.** Son los taladros que se realizan en la corona tiene la finalidad de formar el techo de la labor en forma de arco.
- **Arrastre.** Denominados a los taladros que se realizan en el piso y son los últimos en la secuencia de la voladura de la labor.

Figura 8

Esquema de taladros en un inclinado



Nota: obtenido de (López, 2003)

2.2.6. Cantidad de taladros en una labor de avance

Según EXSA (1999) el número de taladros dependerá de varios factores como la dureza de la roca y la granulometría requerida lo cual nos obliga a incrementar o reducir la cantidad de taladros en el frente de avance, puede representarse mediante la siguiente fórmula.

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



Donde:

P = perímetro de la sección de la labor

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

dt = distancia entre taladros de la circunferencia

s = sección de la labor m²

c = Coeficiente de roca

Tabla 3

Coeficiente para “dt” y “c”

| Dureza de la roca | Coeficiente entre taladros “dt” (m) | Coeficiente de roca “c” (m) |
|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Dura | 0.50 | 2.00 |
| Intermedia | 0.60 | 1.50 |
| Blanda o suave | 0.70 | 1.00 |

Nota: obtenido de (EXSA, 1999)

2.2.7. Pique inclinado

Según Huaracha (2017) denomina que el pique inclinado tiene una pendiente < a 45° ya que para la construcción del inclinado debe considerarse algunos aspectos importantes como la ubicación, caracterización geomecánica, geológica, topografía del terreno, presupuesto, método de construcción respecto a la profundización.

Figura 9

Esquema típico de un Cut and fill



Nota: (Huaracha, 2017)

2.2.8. Sistema de extracción del Inclinado

Llanque et al. (1999) afirma que la extracción es mediante el método de izaje ya sea mineral o desmonte utilizando un carro minero, jaula o Skip mediante el winche de izaje que funciona a energía eléctrica, a partir de la sección del nivel superior el cual consta de una estructura de descarga donde se acumula el material.

- *Componentes del sistema de izaje en inclinados*
 - Motor electrico
 - Tambora para el cable de izaje
 - Cable de acero



- Jaula, Skips o carros mineros
- Poleas o polines
- Palanca de control
- Sistema de seguridad (frenos)
- Estructura de desplazamiento
- ***Parámetros para el diseño de izaje***
 - Plano del proyecto inclinado
 - Peso neto a extraer o izar
 - Peso neto del carro minero, jaula o skips
 - Diámetro del cable de izaje
 - Capacidad del motor
 - Velocidad de izaje
 - Longitud del pique inclinado
 - Cantidad de niveles de producción
- **Tipos de izaje**

Existen 2 tipos de sistemas de izaje, winche de tambora donde el cable es enrollado en la tambora y por otra parte el de fricción donde el cable pasa sobre la rueda en toda la longitud del sistema de izaje (Hartman & Britton, 1992).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Inclinado**

Se denomina a una labor minera subterránea que puede ser positivo o negativo, que tiene la finalidad de servir como una vía de acceso de personal, como también de extracción de mineral y desmonte.



- **Winche de izaje**

Es un equipo mecánico que funciona a energía eléctrica, consta de una tambora, motor y cable de izaje, en el mercado podemos encontrar de diferente capacidad de hp.

- **Profundización de mina**

Es un proceso de realizar labores subterráneas negativas y horizontales con la finalidad de poder explotar el yacimiento minero.

- **Minería subterránea**

Son las diferentes actividades que se realizan en interior mina para poder llevar a cabo la explotación de las reservas.

- **Cimbra**

Es un tipo de sostenimiento de estructura metálica que es aplicado en rocas de tipo IV y V en interior mina.

- **Yacimiento Polimetálico**

Este tipo de yacimiento se denomina cuando la composición de la reserva consta de varios minerales en el cual un mineral es el que predomina.

- **Cámara de winche**

Se denomina cámara de winche a la labor donde se instala el winche de izaje para cumplir sus funciones.

- **Ciclo de operaciones**

Se denomina ciclo de operaciones a todas las actividades que se realizan en un turno como: ventilación, regado, desatado de rocas sueltas, limpieza, sostenimiento, perforación y voladura.



- **Línea cauville**

Es el conjunto de elementos que se instala para el tránsito de carro minero, elementos como, riel, durmientes, eclisas, clavo rieleros.

CAPÍTULO III

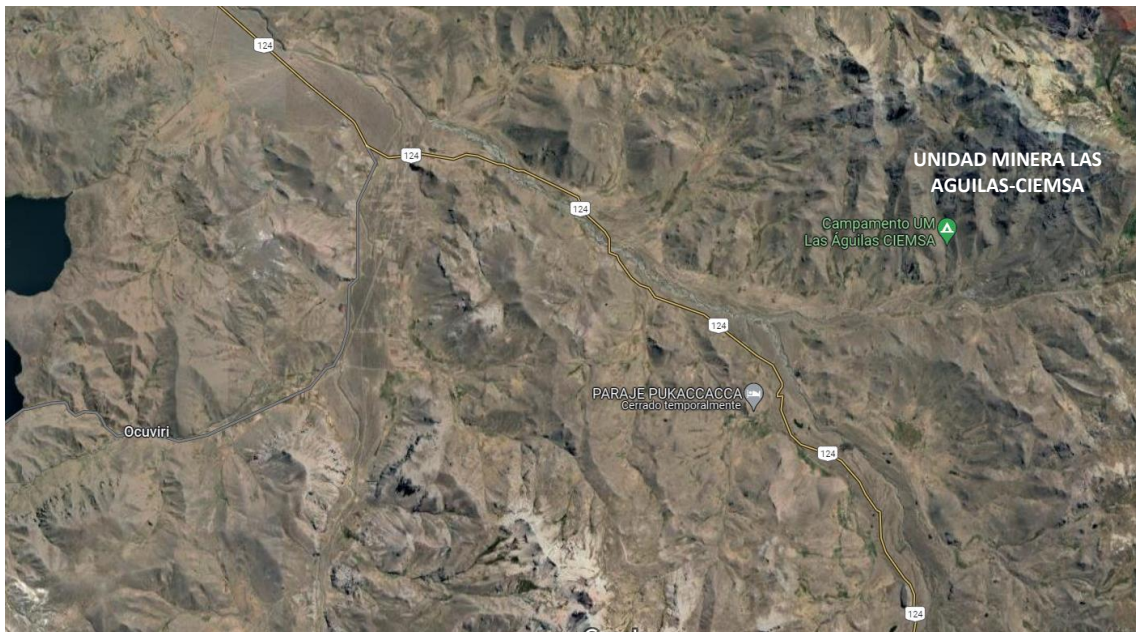
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

La presente investigación se desarrolló en la Compañía Minera CIEMSA Unidad Minera Las Águilas el cual se ubica en el departamento de Puno, Provincia de Lampa y distrito de Ocuviro aproximadamente a una altura de 4300 m.s.n.m.

Figura 10

Ubicación de la Unidad Minera Las Águilas



Nota: obtenida de Google maps

Tabla 4*Coordenadas de la Unidad Minera las Águilas*

| Vértices | Coordenadas UTM | |
|----------|-----------------|---------|
| | Norte | Este |
| NE | 8'312,041 | 309,908 |

3.1.1 Accesibilidad

Para poder acceder a la Unidad Minera Las Águilas

Tabla 5*Acceso a la Unidad Minera Las Águilas.*

| Tramo | Distancia (km) | Tipo de vía | Tiempo (h) |
|-----------------------------|----------------|-------------|------------|
| Juliaca - Ayaviri | 104 | Asfaltada | 1.25 |
| Ayaviri - Chuquibambilla | 18 | Asfaltada | 0.25 |
| Chuquibambilla - Llalli | 25 | Afirmada | 0.4 |
| Llalli - Las Águilas | 35 | Afirmada | 0.5 |
| Total | 182 | | 2.40 |

3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación se ejecutó desde el segundo semestre del 2021 hasta el año 2023.



3.3. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO

Para la investigación los datos que se observaron y analizaron fue obtenida de la Unidad Minera Las Águilas en especial del todo el proceso de ejecución del inclinado ejecutado por la empresa San Francisco Contrat Mineros y Serv Gra Comiserge S.R.Ltda.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.4.1. Población

La población de estudio fue considerada el proyecto de construcción del inclinado 130 en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA.

3.4.2. Muestra

La muestra de estudio fue considerada toda la población ya que se observó, analizó y describió el proceso de la construcción del inclinado en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA.

3.4.3. Muestreo

El muestreo que se aplicó fue de tipo no probabilístico ya que se decidió según a los intereses del investigador. De forma similar Hernandez-Sampieri et al. (2014) señala que las muestras no probabilísticas son denominadas dirigidas ya que se suponen una secuencia de selección dirigido por las características de la investigación, no requiere un criterio estadístico.



3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO Y METODOLÓGICO

3.5.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación fue no experimental ya que no se manipuló las variables de investigación. De forma similar Hernández-Sampieri et al. (2014) afirma que el tipo las investigaciones no experimentales se realiza sin manipular deliberadamente variables.

3.5.2. Alcance de la investigación

La investigación siguió un alcance descriptivo ya que describió todo el proceso del diseño y construcción del inclinado en la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA. Por otra parte Hernández-Sampieri et al. (2014) manifiesta que el propósito de la investigación es describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos, es decir, especificar su naturaleza y manifestaciones. El propósito de la investigación descriptiva es identificar los atributos, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos u otros fenómenos que requieran análisis. Es decir, simplemente están diseñados para medir o recopilar información de forma independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a los que se refieren.

3.6. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS

3.6.1. Metodología para determinar las características geológicas

Se realizó una revisión documentaria con el apoyo del área de geología de la Unidad Minera Las Águilas - CIEMSA.

Se procedió a recoger la información para poder procesar y lograr con el objetivo previa comprobación en campo.



3.6.2. Metodología para determinar las características geomecánicas

De forma similar se tuvo que recurrir al área de geomecánica para hacer una revisión documentaria.

Así mismo se fue a mina a comprobar los datos recogidos de los diferentes documentos.

3.6.3. Metodología para determinar los estándares operacionales

Se realizó un estándar sobre la malla de perforación considerando la calidad del macizo rocoso.

Se elaboró un estándar de sostenimiento según a las recomendaciones del área de geomecánica de la Unidad Minera – CIEMSA.

Se hizo un seguimiento en el cumplimiento de los procedimientos de trabajo seguro.

3.6.4. Metodología para la construir el inclinado 130 - Nv 4330

Para lograr con el objetivo se tuvo que cumplir con los objetivos específicos como:

- Conocer las características geológicas del yacimiento
- Conocer las características geomecánicas del yacimiento y de la zona donde se decide la construcción del inclinado
- Conocer, difundir y hacer cumplir los estándares operacionales
- Construcción del inclinado 130 - Nv 4330.



3.7. ANALISIS DE DATOS

Para el análisis de los diferentes datos que se recogieron fueron procesados en Excel.

3.8 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables que se identificaron fueron los siguientes:

Tabla 6

Operacionalización de variables

| VARIABLES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|---|--------------------|
| Variable independiente | Sección del inclinado | m ² |
| Construcción de inclinado 130 - Nv 4330 | Ángulo de inclinación del inclinado. | (°) |
| | Tipo de roca | I, II, III, IV, V |
| | Perforación | Nº de taladros |
| | Voladura | Kg de explosivo |
| | Sostenimiento con cimbras | Unidades |
| | Avance lineal | m |
| Variable dependiente: | | |
| Profundización de la Unidad Minera Las Águilas | altitud | m.s.n.m. |

Nota: operacionalización de las variables de investigación

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1. Características geológicas del yacimiento

Las características del yacimiento se determinaron de una revisión documentaria del área de geología de la Unidad Minera Las Águilas CIEMSA.

Figura 11

Veta Úrsula

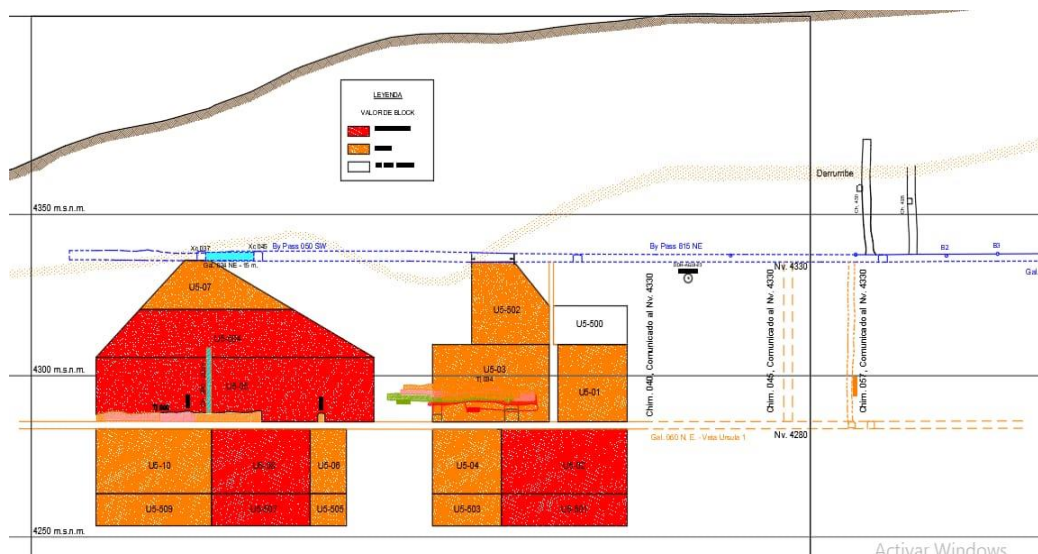


Figura 12

Bloques en la veta Úrsula

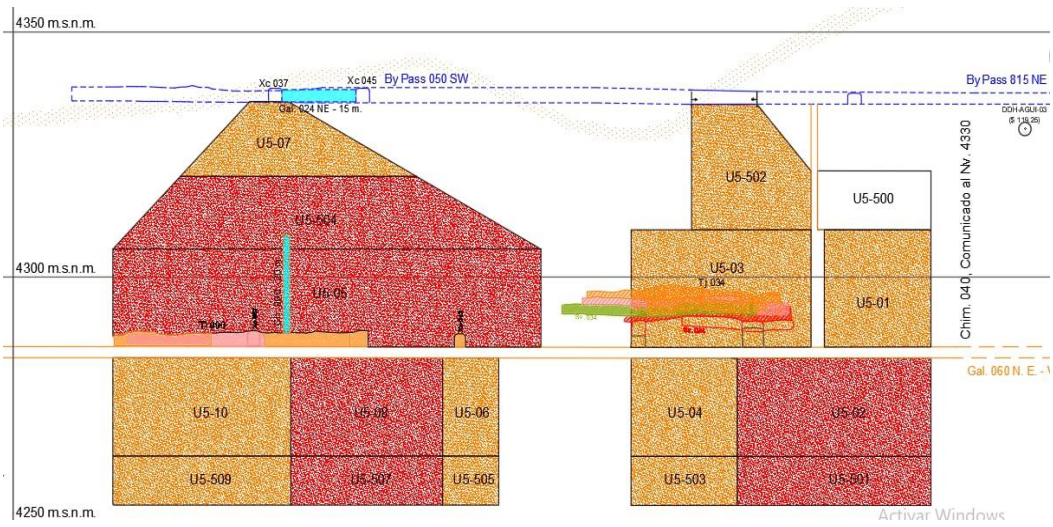


Tabla 7

Reservas de mineral en la veta Úrsula

| Veta | N° block | TMS | Leyes de minado | | | |
|--------|----------|--------|-----------------|----------|----------|------|
| | | | Pb % | Ag Oz/TC | Au gr/TM | Zn % |
| URSULA | U5-10 | 40,512 | 4.25 | 1.36 | 0.64 | 4.51 |
| URSULA | U5-08 | 12,088 | 4.09 | 1.33 | 0.66 | 4.22 |
| URSULA | U5-06 | 3,308 | 2.62 | 0.71 | 0.60 | 3.17 |
| Total | | 55,908 | 4.12 | 1.31 | 0.64 | 4.37 |

Nota: reservas de mineral en la veta Úrsula

La tabla 7 muestra los cálculos de reserva en TMS que se tiene en la profundización de la veta Úrsula, siendo un total de 55,908 TMS.



- **Geología regional**

A continuación, se describen brevemente las rocas que se ubican en un contexto regional a la zona de estudio.

- **Mesozoico - Formación Ayavacas (Kis-Ay).**

A 3 km al oeste y a 7 km al norte del poblado Ocuvi, existen pequeños afloramientos de calizas gris azuladas de grano fino, estratificación caótica y escasamente fosilífera dentro de una secuencia de escasos Limo Arcillitas y Lodolitas Rojo Brunáceos. Debido a su poca extensión superficial y por la cobertura mayormente volcánica no se pueden distinguir otros rasgos litológicos o estructurales y ésta es la única formación calcárea en el área la Unidad Minera Las Águilas. En las descripciones geológicas de los proyectos de exploración Poderosa y Nuñoa, se describen con mayores características debido a que regionalmente son predominantes y se han tomado vistas fotográficas de tales áreas, mas no en el presente estudio.

- **Cenozoico - Grupo Puno (T-Pu).**

La localidad de Ocuvi se encuentra ubicada sobre estas rocas. Regionalmente es un afloramiento aislado (Cerro Charapura) y consiste en una secuencia de areniscas arcósicas con conglomerados comunes, escasas limolitas y calizas acompañadas de pequeños horizontes tufáceos. Las areniscas son feldespáticas, de color rosado o marrón rojizo, bien clasificadas y de tamaño de grano (textura) muy



variable. Esta secuencia se encuentra en sobre-escurrimiento con las calizas Ayavacas al NW de Ocuvi. Se le atribuye como piso al oligoceno.

- **Cenozoico - Grupo Tacaza (T-Ta).**

El grupo Tacaza en la región, es una consecuencia constituida por depósitos de ambiente lagunar y derrames volcánicos de naturaleza lávica, piroclástica y aglomerádica de edades del terciario medio a superior. Sin embargo, localmente se emplazan volcánicos andesíticos, en general de color gris verdosa con fenocristales blanquecinos feldespáticos donde en algunos lugares la meteorización le da apariencia rojiza oscura por la descomposición de los minerales ferros magnesianos. Este es el tipo de roca huésped de la mineralización de Úrsula y más hacia el norte del sistema de vetas Victorias y Marisol.

- **Cenozoico - Grupo Palca (T-Pa).**

Este grupo toma el nombre del poblado de Palca, carretera de Águilas hacia Lampa, pasando por la Vila Vila. Es una secuencia mayormente ignimbrítica que descansa en discordancia angular sobre el Grupo Tacaza. Los afloramientos principales de este grupo se encuentran claramente expuestas al sur y este del poblado de Ocuvi, y al extremo SE de nuestra área donde se describe la geología regional. Los planos de juntas que presentan estas rocas facilitan la erosión formándose zanjás y dando un aspecto de fracturamiento en los afloramientos produciéndose bordes prominentes.



- **Cenozoico - Grupo Sillapaca (T-Si).**

Esta secuencia rocosa descansa en forma concordante sobre el grupo Palca y en forma discordante sobre el Grupo Tacaza. Existen exposiciones muy visibles al este del poblado de Ocuvi, a dos o tres kilómetros saliendo de dicho poblado hacia la mina Águilas.

La secuencia está denominada por lavas intermedias principalmente dacíticas a traquiandesíticas y alcalinas, que geomorfológicamente son riscos abruptos a manera de pequeños farallones. Mantiene una horizontalidad o suaves plegamientos con diferentes “plunges” y difíciles de distinguir a simple vista. Este grupo es del piso Mioceno Superior.

- **Depósitos Cuaternarios.**

Se encuentran numerosos depósitos cuaternarios que rellenan valles, depresiones y planicies; las naturalezas de ellos están relacionadas íntimamente a las zonas geomorfológicas, las que se relacionan con cada una de las unidades a los que se encuentran asociados.

- **Depósitos Morrénicos (Q-Mo).**

Constituidos por fragmentos de rocas volcánicas del grupo Tacaza de diferente clasificación granulométrica y que se encuentran depositadas en las laderas de los cerros con moderada pendiente y también como cobertura de la veta Úrsula, de manera que el nivel 4369 en su desarrollo hacia la norte llega a acortarlo por debajo de los



5 a 10 metros de la superficie, a manera de un pequeño “Valle Glaciar”. Estos depósitos ocultan los probables afloramientos de la estructura de la veta Úrsula y del sistema de fracturamiento que emplazan mineralización de sulfuros.

Los depósitos coluvio-morrenicos se encuentran depositados en laderas de suave a moderada pendiente y consisten en bloques, bolones y gravas subangulosos a subredondeadas envueltos en una matriz limo-arcillosa, cohesivos, densos, compactos y húmedos, transportados por acción glaciar. Estos suelos se encuentran cubriendo los afloramientos del Grupo Tacaza y tienen espesores entre 10 a 80 m.

- **Depósitos Fluvio-Aluviales (Q-AI).**

Estos depósitos están constituidos por acumulaciones de gravas, arenas y limo de diferente granulometría en la cuenca del río Chaquilla y en las quebradas de los tributarios del drenaje ya descrito. La clasificación de estos depósitos es pobre de modo tal que no existen secuencias uniformes, sino más bien heterogéneas como se observa en el corte del lecho del río Chaquilla.

- **Geología local**

La unidad minera Las Águilas se encuentra emplazada en depósitos volcánicos pertenecientes al Grupo Tacaza, consistente en un miembro inferior predominantemente de rocas piroclásticas y un miembro superior con un predominio de lavas volcánicas de



composición andesítica. Estas rocas se encuentran cubiertas por depósitos morrenicos, fluvio-morrenicos y aluviales.

- **Geología económica**

Se encuentra emplazada en una roca volcánica de naturaleza lávica y de composición andesítica con textura porfirítica de granulometría media a fina. La zona de fracturamiento con rumbo NE-SW (45°) ha emplazado un autobrechamiento volcánico monomítico de clastos subredondeados y subangulosos de tamaños centimétricos hasta decimétricos y que debido a su naturaleza porosa y permeable se ha mineralizado por eventos hidrotermales rellenando los bordes de los clastos, las microfracturas de los clastos y también han diseminado finamente dentro de la misma masa de la autobrecha, y en algunas zonas de mayores aberturas porosas el mineral se ha emplazado en forma masiva dando la impresión de ser “clastos” de mineral de sulfuros de Pb y Zn.

- **Geología estructural**

La mayoría de estructuras en el área de emplazamiento de la unidad minera Las Águilas son resultado de la deformación ocurrida durante uno o más pulsos del ciclo Andino.

En términos regionales se observa que los ejes de pliegues y fallas ocurren generalmente en fajas lineales. las cuales se encuentran cerca a trazas de fracturas mayores. Durante las fases extensionales estas fracturas permitieron el desarrollo de grabens y durante la



comprensión, las franjas entre las fracturas actuaron en algunos casos con cierto grado de independencia. Las estructuras dominantes siguen el rumbo andino (NO-SE), pero una estructura mayor de dirección E-O, parte del surco Lagunillas (Lagunillas Une) y atraviesa el cuadrángulo de Puno y Ocuiviri.

4.1.2. Características geomecánicas para la construcción del inclinado

La evaluación geomecánica del proyecto inclinado 130 con una pendiente de 45° de pendiente fue evaluado con el objetivo de comunicar los niveles 4330 y 4280 en la veta Úrsula, para lo cual se tuvo que recurrir al departamento de geomecánica y geotecnia de CIEMSA, para la obtención de los datos para el respectivo análisis.

Se puede mencionar que las características geomecánicas del macizo rocoso de la zona del proyecto, está sometida al grado de alteración la masa rocosa. Motivo por el cual, se deberá aplicar varios elementos de sostenimiento. Así para las rocas con dominio Buena (tipo II) y Regular (tipo III), los elementos de sostenimiento a usarse son Malla electrosoldada de 4"x4" conjuntamente con pernos Helicoidales de 5 pies; para las rocas con dominio Mala (tipo IV) el elemento a usarse es Cimbras rígidas tipo 4H/13lb.

La zona minera de Las Águilas se encuentra ubicada en los depósitos volcánicos del Grupo Tacasa, con una parte inferior compuesta principalmente por rocas piroclásticas y una parte superior compuesta principalmente por lavas volcánicas andesíticas. Estas rocas están cubiertas por morrenas glaciares, morrenas fluviales y depósitos aluviales.

El proyecto del inclinado tiene una longitud de 125 metros, con una pendiente de 45° , se ubica en la caja techo de las vetas Úrsula, zona con una calidad de roca tipo III, según la clasificación geomecánica RMR, este inclinado tiene como objetivo principal ser una labor de extracción de desmonte y mineral, del laboreo realizado en el nivel 4280, ya que el nivel principal de trabajo en la veta Úrsula es el nivel 4330. El arreglo estructural que se espera para el proyecto está determinado por el arreglo descrito para la veta Úrsula, considerándose algunas fallas locales que atravesaran la excavación proyectada.

Tabla 8

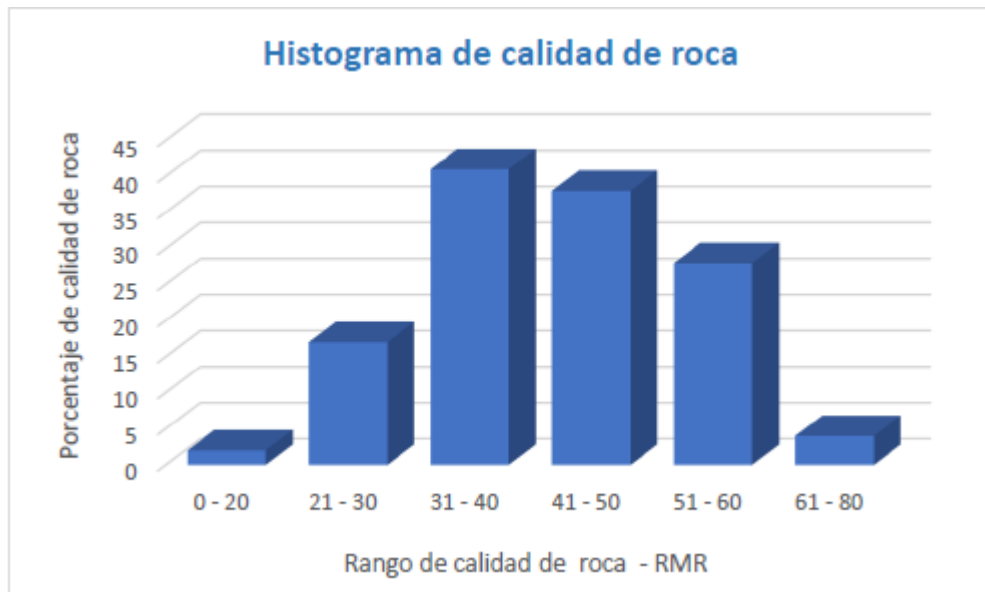
Sistema de discontinuidades de la zona del proyecto inclinado

| Descripción | Sistema de discontinuidad estructural | | |
|-----------------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------|
| | Sistema 1 | Sistema 2 | Sistema 3 |
| Diaclasas veta Úrsula | $75^\circ/346^\circ$ | $72^\circ/50^\circ$ | $80^\circ/157^\circ$ |
| Falla veta Úrsula | $78^\circ/346^\circ$ | $68^\circ/164^\circ$ | $70^\circ/171^\circ$ |

Se tienen 03 sistemas importantes de discontinuidades estructurales que están presentes a lo largo de la zona de estudio: en el siguiente orden dominante sistema 1, sistema 2 y sistema 3. En cada litología se presenta adicionalmente un sistema secundario particular.

Figura 13

Histograma de distribución de valores de calidad RMR de la masa rocosa



Según la figura 13 se puede observar que el 45% del macizo rocoso es de calidad mala (IV). El 51% corresponde a calidad Regular. Las rocas de calidad Muy Mala (V) representa el 2% y las de calidad Buena (II) corresponde el 3%.

Tabla 9

Resultados de los ensayos con el martillo de Schmidt

| Litología | Nivel | Rango (MPa) | Promedio (MPa) |
|-------------|-------|---------------|----------------|
| Andesita | 4280 | 35,01 – 98,42 | 56,75 |
| Porfirítica | 4330 | 31,87 – 81,56 | 54,61 |

Para verificar los resultados de las pruebas de campo, se compararon los resultados del laboratorio de mecánica de rocas, prueba de carga puntual y prueba de compresión triaxial para muestras de testigos de perforación diamantina de diferentes litologías en el área de estudio. De estos ensayos se obtuvieron los valores de resistencia a la compresión de la roca intacta.

Tabla 10

Resultados de los ensayos de la roca intacta

| Sondaje | Propiedades físicas | | | | Resistencia – compresión uniaxial | | | Carga puntual |
|---------|---------------------------------------|--|-----------------------------|------------------|---|-------------------------|--|--|
| | Densidad seca (g/cm ³) | Densidad húmeda (g/cm ³) | Contenido de humedad (%) | Porosidad (%) | RCU – ECS (d) (MPa) | Tiempo de ensayo (s) | Resistencia a la tracción indirecta (MPa) | Resistencia la compresión UCSm (50) (MPa) |
| DDH-03 | 2,52 | 2,57 | 2,11 | 5,4 | 66,25 | 121 | 4,5 | 100,88 |
| DDH-01 | 2,6 | 2,64 | 1,35 | 3,6 | 75,44 | 139,5 | 7,74 | 97 |

La tabla 10 se evidencia las características de los DDH 01 y DDH 03.

Figura 14

Parámetros de resistencia de la masa rocosa

| CALIDAD DE LA MASA ROCOSA | | | | PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DE LA MASA ROCOSA* | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|-----------|-----|---|---------------------|----|-------|----------|-------|------------------|---------------|-------------|-------------------------------|-------------------|
| UBICACIÓN | DOMINIO | RMR prom. | GSI | Peso Especifico | σ_{ci} (MPa) | mi | mb | s | a | σ_m (MPa) | E (MPa) Young | Poisson (v) | Ángulo de Fricción (ϕ) | Coesión (C) (MPa) |
| ROCAS ENCAJONANTES DE ESTRUCTURA | 1 | 70 | 65 | 0.0247 | 82 | 25 | 4.533 | 0.0094 | 0.502 | 23.818 | 16105.28 | 0.28 | 37.68 | 7.37 |
| | 2 | 50 | 45 | 0.0245 | 56 | 22 | 1.603 | 0.0007 | 0.508 | 9.207 | 4208.77 | 0.24 | 30.2 | 2.647 |
| | 3 | 30 | 25 | 0.0244 | 41 | 21 | 0.59 | 4.54E-05 | 0.531 | 3.593 | 1138.82 | 0.26 | 21.91 | 1.214 |
| | 4 | 10 | 5 | 0.0219 | 26 | 20 | 0.217 | 3.16E-06 | 0.619 | 0.768 | 286.78 | 0.26 | 12.93 | 0.306 |
| ESTRUCTURA MINERALIZADA | 5 | 50 | 45 | 0.0292 | 58 | 19 | 1.385 | 0.0007 | 0.508 | 8.86 | 4283.27 | 0.24 | 28.97 | 2.611 |
| | 6 | 30 | 25 | 0.0289 | 44 | 16 | 0.571 | 0.0001 | 0.522 | 3.968 | 1573.21 | 0.25 | 21.79 | 1.344 |
| | 7 | 10 | 5 | 0.0259 | 27 | 14 | 0.152 | 3.15E-06 | 0.619 | 0.64 | 292.24 | 0.23 | 10.82 | 0.265 |

Tabla 11

Aberturas máximas de las excavaciones permanentes

| Dominio | Rango RMR | Promedio RMR | Calidad de la RMR | Abertura máxima (m) |
|---------|-----------|--------------|-------------------|---------------------|
| V | 0 – 20 | 10 | 0,01 | 1 |
| IV | 21 – 40 | 30 | 0,15 | 1,2 |
| III | 41 – 60 | 50 | 1,75 | 3,5 |
| II | 61 – 80 | 70 | 20,09 | 7 |
| I | 81 – 100 | 90 | 230,22 | 15 |



En la tabla 11, se muestran las aperturas máximas que corresponden a excavaciones sin apoyos sistemáticos, es decir un III RMR = a 50, las aperturas máximas de 3,5 m, donde requieren sólo apoyos esporádicos de acuerdo con los requisitos locales del yacimiento. El siguiente gráfico confirma que $Q = 1,75$ ($RMR \approx 50$) y $ESR = 1,6$. En este caso, se puede proporcionar soporte esporádico según sea necesario utilizando anclajes para roca, como barras de refuerzo o pernos, resina o cemento, y de 5 a 7 pies de malla soldada.

Las excavaciones permanentes mayores a 3,5 m deberán utilizar soportes adecuados para soportar cargas adicionales resultantes de cambios en las condiciones de tensión a lo largo de la vida de la mina. Al apoyar en rocas de calidad normal (III), se debe tener en cuenta adicionalmente el efecto de la disposición estructural del macizo rocoso, como cuñas en techos y paredes de excavación.

En la Unidad minera Las Águilas, las obras mineras permanentes más frecuentes están relacionadas con obras anteriores, tales como desvíos y túneles horizontales con un tamaño de apertura máximo de 2,10 a 3,00 m, según los cuales taludes 130 y estas aperturas permanentes Dimensiones de excavación y apoyos. utilizados dependiendo del tipo de roca se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12

Sostenimiento para labores de avance permanente (2,10m a 3,00m)

| Dominio | Rango de RMR | Sostenimiento |
|----------------|---------------------|---|
| V | 0 – 20 | Sostenimiento con cimbras metálicas con un espaciado menor a 1,00 m entre los ejes. |
| IV | 21 – 40 | Sostenimiento con Cimbras metálicas con un espaciado entre a 1.20 - 1.50 m entre los ejes / cuadros de madera para refugios. |
| III | 41 – 60 | Pernos helicoidales sistemáticos con una distribución de 5x4, usando resina y cemento, además de malla electrosoldada / pernos split set 3x2 y malla electrosoldada para refugios |
| II | 61 – 80 | Pernos helicoidales sistemáticos con una distribución de 4x3, usando resina y cemento, además de malla electrosoldada / pernos split set puntuales para refugios. |
| I | 81 – 100 | Pernos helicoidales sistemáticos con una distribución de 4x3 / sin sostenimiento en refugios |

En la Unidad Minera Las Águilas se instaló un apropiado sostenimiento como un arco rígido de la labor subterránea, cuya área es de 7m^2 , espaciado a intervalos de 1,2 m, bajo las condiciones típicas de la veta Úrsula ($\alpha = 0.5, 1, 1.5$ $\gamma = 2.68 \text{ ton/m}^3$). Donde los datos se pueden resumir como sigue:

Tabla 13

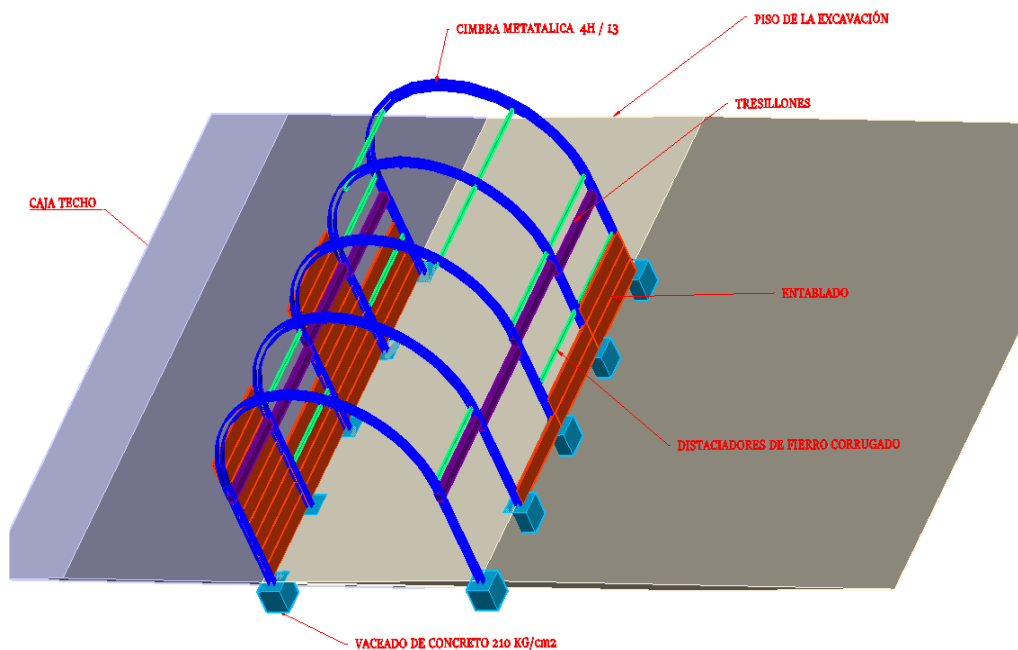
Especificaciones para la instalación de cimbras en el inclinado 130

| Descripción | Símbolo | Cantidad | Unidad de medida |
|--------------------------|----------|----------|--------------------|
| Ancho de labor | A | 2,8 | m |
| Altura de labor | H | 2,8 | m |
| Claro de labor | L | 2,8 | m |
| Radio Neutro de arco | r | 1,45 | m |
| Hastial del arco | h' | 1,4 | m |
| Espaciamiento de arcos | a | 1,2 | m |
| Ángulo con la horizontal | α | 0,5 | ° |
| Peso específico | γ | 2,68 | Ton/m ³ |
| Carga uniforme del techo | qt | 4,50 | Ton/m |
| $qt = a * L * g * a$ | | | |

Los cálculos para la cimbra podemos observar en el anexo 1

Figura 15

Esquema de sostenimiento con cimbras rígidas en una pendiente de 45°





La figura 20 muestra la forma de instalación de las cimbras en el inclinado 130 veta Úrsula en la Unidad Minera Las Águilas.

4.1.3. Estándares operacionales para el diseño y construcción del inclinado

Se elaboró procedimientos y estándares para poder iniciar con el diseño y construcción del inclinado 130. Así mismo se elaboró los siguientes Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro y Estándares que fueron aplicados durante la ejecución del inclinado 130 en la veta Úrsula.

- PETS – MIN – 92 – Instalación de rieles en inclinado
- PETS – MIN – 93 – Izaje con winche en inclinado
- PETS – MIN – 94 – Instalación de cimbras en inclinado
- PETS – MIN – 95 – Desatado de rocas en labores inclinadas de 45°
- PETS – MIN – 96 – Bombeo de agua en mina
- PETS – MIN – 97 – Colocado de guardacabeza con cacho de toro
- EST – MIN – 43 – Cimbras rígidas
- EST – LA – MIN – 73 – Instalación de riel de 45 libras en el pique inclinado
- EST – LA – MIN – 074 – Perforación y voladura

Dichas herramientas de gestión se pueden observar en el anexo 7.

Figura 16

Malla de perforación en el inclinado 130 con pendiente de 45°

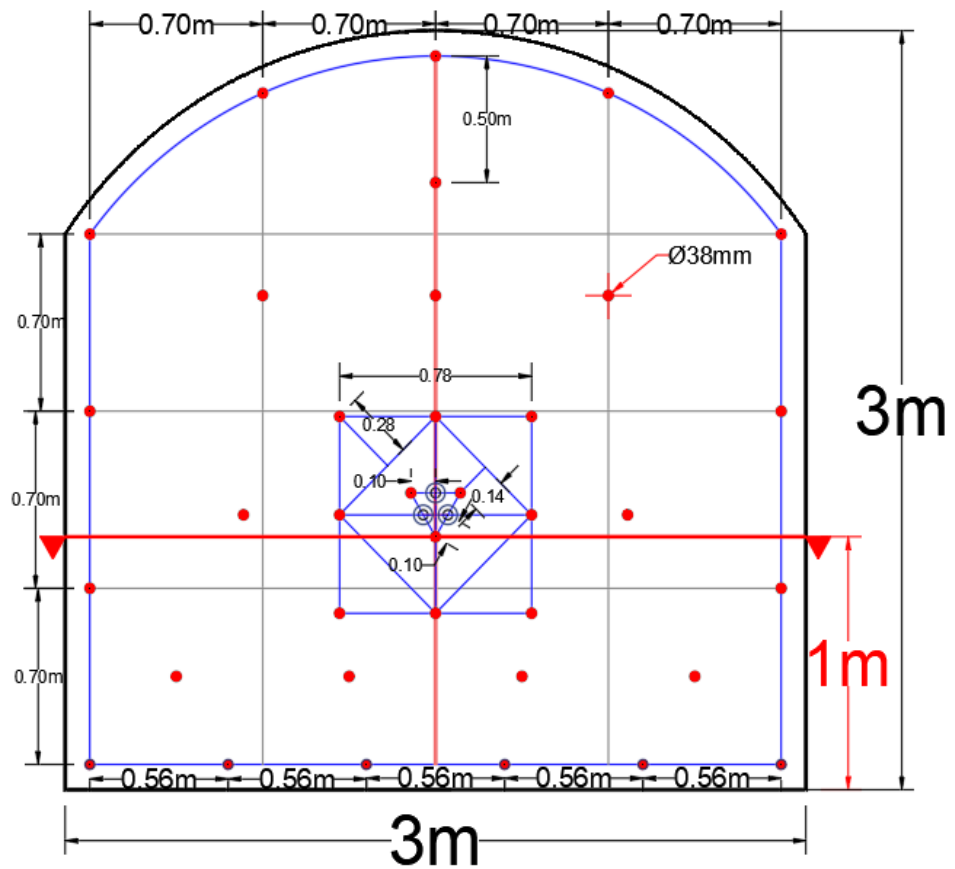
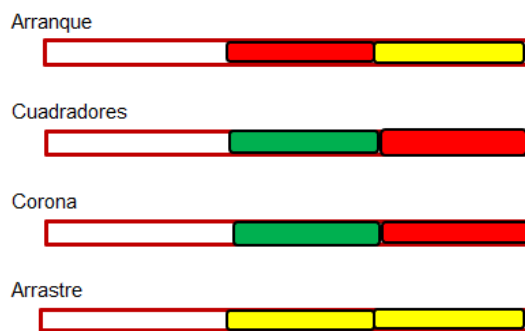


Figura 17

Esquema de carguío de explosivos



| LEYENDA | |
|------------------------|--|
| Emulnor de 5000 1"x16" | |
| Emulnor de 3000 1"x16" | |
| Emulnor de 1000 1"x16" | |

Tabla 14

Número de fracturas por metro en la caja techo

| Secuencia de Salida | Distribución de Taladros | N° Tal. | Cartuchos / tal. | Cartuchos de Emulnor | | | | Total cartuchos |
|---------------------|--------------------------|---------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| | | | | Emulnor 500 1 x 8" | Emulnor 1000 1 x 16" | Emulnor 3000 1 x 16" | Emulnor 5000 1 x 16" | |
| 0 | Alivio | 3 | | | | | | |
| 1 | Arranque | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 6 |
| 2 | 1ra. Ayuda | 4 | 2 | 0 | 0 | 4 | 4 | 8 |
| 3 | 2da. Ayuda | 4 | 2 | 0 | 4 | 0 | 4 | 8 |
| 4 | Ayuda Cuadradores | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 4 |
| 5 | Cuadradores | 4 | 2 | 0 | 4 | 4 | 0 | 8 |
| 6 | Ayuda Corona | 4 | 2 | 0 | 4 | 4 | 0 | 8 |
| 7 | Corona | 5 | 2 | 0 | 5 | 5 | 0 | 10 |
| 8 | Ayuda Arrastre | 4 | 2 | 0 | 0 | 4 | 4 | 8 |
| 9 | Arrastre | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 12 | 12 |
| | Total | 39 | 19 | 0 | 19 | 24 | 29 | 72 |
| | Kg Explosivo | | | 0.00 | 4.40 | 5.66 | 6.97 | 17.03 |

Tabla 15

Parámetros de perforación en el inclinado 130

| Parámetros de Perforación | Unidad | Total |
|------------------------------|-------------|-----------|
| Material | Desmorte | |
| Densidad de Material | Tn/m3 | 2.2 |
| Clasificación Geomecánica | RMR | IV |
| Ancho de sección | m | 3 |
| Alto de Sección | m | 3.0 |
| Área de la sección | m2 | 9.00 |
| Longitud de barreno (4 pies) | m | 1.20 |
| Longitud de taladro | m | 1.10 |
| Longitud de avance | m | 0.85 |
| Total de taladros | Und. | 39 |

Tabla 16

Explosivo utilizado en el inclinado 130

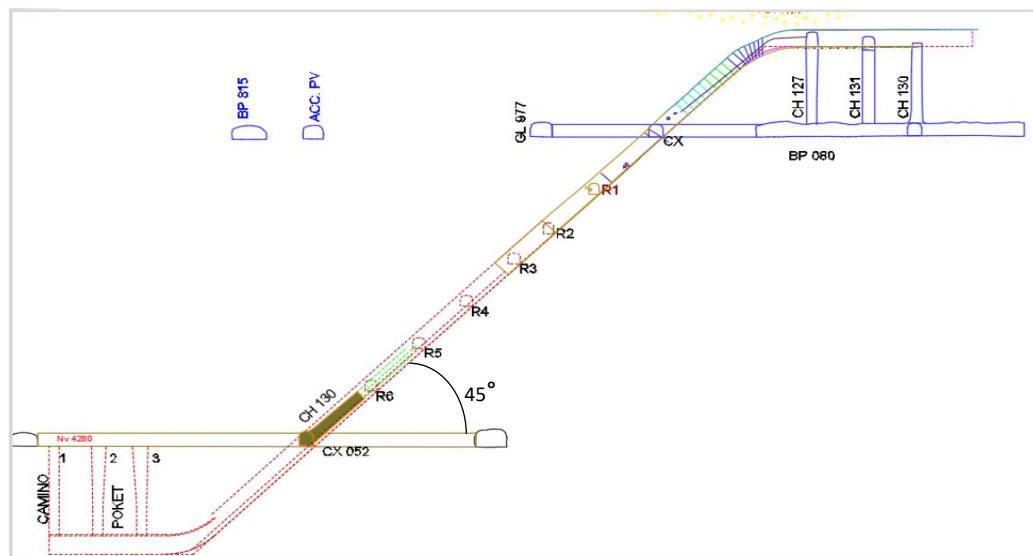
| Voladura | Unidad | Total |
|------------------------------------|--------|-------|
| Peso de Caja de Explosivo | Kg | 25 |
| Cantidad de Emulnor de 5000 1"x16" | Und | 104 |
| Cantidad de Emulnor de 3000 1"x16" | Und | 106 |
| Cantidad de Emulnor de 1000 1"x16" | Und | 108 |
| Cantidad de Emulnor de 500 1"x8" | Und | 294 |
| Peso de Emulnor de 5000 1"x16" | Kg | 0.240 |
| Peso de Emulnor de 3000 1"x16" | Kg | 0.236 |
| Peso de Emulnor de 1000 1"x16" | Kg | 0.231 |
| Peso de Emulnor de 500 1"x8" | Kg | 0.085 |

4.1.4. Diseño y construcción del inclinado 130

Lo primero se diseñó el plano del proyecto de construcción del inclinado 130 para la veta Úrsula.

Figura 18

Proyecto inclinado 130 con pendiente de 45°





El proyecto del inclinado tiene una longitud de 125 metros, con una pendiente de 45° , se ubica en la caja techo de las vetas Úrsula, zona con una calidad de roca tipo III, según la clasificación geomecánica RMR, este inclinado tiene como objetivo principal ser una labor de extracción de desmonte y mineral, del laboreo realizado en el nivel 4280, ya que el nivel principal de trabajo en la veta Úrsula es el nivel 4330. El arreglo estructural que se espera para el proyecto está determinado por el arreglo descrito para la veta Úrsula, considerándose algunas fallas locales que atravesaran la excavación proyectada.

- Avance total del inclinado $130 = 125$ m de longitud desarrollado en 180 días.
- Avance de 06 refugios en el inclinado = 12 m = 12 guardia = 6 días
- En avanzar el inclinado 130 se utilizó 69 días con una eficiencia al 100%.
- Se instaló cimbras en cada guardia siendo un total de 125 cimbras a una distancia de un metro de eje a eje entre los postes.
- Se instalaron 20 colleras de rieles de 6 m
- Se utilizaron 8 durmientes por collera siendo un total de 160 durmientes
- Se utilizaron 4 eclisas por colleras siendo un total de 80 eclisas
- Se utilizaron 8 pernos rieleros por collera siendo un total de 160 pernos rieleros.
- Se utilizaron 4 clavos rieleros por durmientes siendo un total de 640 clavos rieleros
- Se utilizó 17,03 kg. De explosivo por guardia siendo un total de 2128,75 kg de explosivos utilizado en el inclinado de 125 m de longitud.



- Se utilizó 105 cimbras tipo H, lo cual se instaló a un espaciado de eje a eje 1,2 m.

4.2. DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que la veta Úrsula tienen una profundización de aproximadamente 55,908 TMS el cual es una necesidad de poder profundizar las operaciones mediante la construcción del inclinado 130 con el objetivo de poder maximizar y explotar las reservas de mineral de niveles inferiores. Así mismo (Choquehuanca, 2021) y (Cahuana, 2022) profundizaron mediante la construcción de un inclinado con la finalidad de incrementar las reservas de mineral así incrementar la producción aurífera en la unidad minera.

Los resultados evidencian que el 45% del macizo rocoso es de calidad mala (IV), el 51% corresponde a calidad regular, las rocas de calidad muy mala (V) representa el 2% y las de calidad Buena (II) corresponde el 3% llegando a la decisión de instalación de cimbras en todo el inclinado 130. De forma similar (Pinto, 2021) para la ejecución del pique inclinado Esperanza primero realizó una evaluación de los parámetros geomecánicos. Al igual que (Condori & Vivanco, 2019) en investigación revela que para profundizar la mina San Juan mediante la construcción del inclinado 8707 se realizó un mapeo geomecánico de la zona donde se construyó el inclinado 8707. Sin embargo (C. F. Velarde, 2018) para la construcción de inclinado 223 se caracterizó geomecánicamente el macizo rocoso donde se determinó un RMR de 51-60 en la caja techo y un RMR de 41-50 en caja piso determinando un sostenimiento con cuadros de madera.

Se implementaron estándares operacionales para la ejecución del inclinado 130 respecto a instalación de riel en inclinado, izaje con winche en inclinado, instalación de cimbras en inclinado, desatado de rocas en labores inclinadas de 45°, bombeo de agua,



colocado de guardacabeza con cacho de toro, sostenimiento con cimbras rígidas, perforación y voladura en inclinado de sección 3x3m. de forma similar (Barzola, 2018) para la construcción del inclinado de 30° en la veta Julie de la Cía Minera Poderosa primeramente implementaron los estándares de operación como cálculo de sección del pique, diseño de malla de perforación, cálculo de cable de izaje y tamaño de winche de izaje.

Los resultados muestran que primeramente se tuvo que planificar el diseño del inclinado 130, realizar un cronogramada de actividades y ejecutar día a día planificando avanzar los 125 del inclinado en 180 día, realizar 6 refugios, instalación de riel de 45 libras, sostenimiento con cimbras todo el inclinado a una separación de 1,2 m de eje a eje, instalación de escaleras de madera según a los procedimientos y estándares implementados. De forma similar (Vela, 2013) determinó el tiempo de ejecución del inclinado en la mina Casapalca siendo 225 días considerando la construcción de las cámaras y desquinches. Así mismo (Huaracha, 2017) tuvo que realizar evaluaciones geológicas y geomecánicas del yacimiento para luego planificar con una descripción detallada de las operaciones unitarias a realizar en el pique inclinado Mercedes en el Nv 480 de la Unidad Minera San Juan de Arequipa.



V. CONCLUSIONES

- Se logró determinar las características geológicas del yacimiento donde se calculó aproximadamente 55, 908 TMS de mineral polimetálico con contenido de plomo, plata, oro y zinc en una proyección de la veta Úrsula.
- Por otra parte, se logró determinar las características geomecánicas para el diseño y construcción del inclinado 130, donde el 45 % es de tipo mala, el 53 % de tipo regular, el 2 % corresponde a tipo muy mala y el 3 % corresponde a roca tipo buena, así mismo podemos visualizar en el anexo 9 el plano geomecánico zonificado para el inclinado 130.
- Se logró determinar e implementar los estándares operacionales para el diseño y construcción del inclinado 130 herramientas de gestión como PETS de instalación de riel en inclinado, izaje con winche en inclinado, instalación de cimbras en inclinado, desatado de rocas en labores inclinadas de 45°, bombeo de agua, colocado de guardacabeza con cacho de toro, sostenimiento con cimbras rígidas, perforación y voladura en inclinado de sección 3x3m.
- Finalmente se diseñó y construyó el inclinado 130 desde el Nv 4330 hasta el Nv 4280 para profundizar la mina y poder ampliar las reservas y explotar el yacimiento de la veta Úrsula, teniendo un inclinado de 125 m de longitud con una pendiente de 45° el cual se ejecutó en 180 días, aplicando el sostenimiento continuo con cimbras tipo H, se instaló rieles de 45 libras para el acarreo de material con carro minero U35.



VI. RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación más detallada de la profundización de las vetas con resultados de perforaciones diamantinas.
- Evaluar el macizo rocoso directamente tomando muestras del lugar y analizarlo en un laboratorio aplicando 3 repeticiones.
- Elaborar el IPERC línea base antes de la planificación así considerar todos los controles según a la jerarquía de controles que estipula la normativa nacional.
- Elaborar un estudio técnico económico de la rentabilidad de la construcción del inclinado.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barzola, R. J. (2018). *Influencia del diseño del pique inclinado en 30° en la profundización Veta Julie 2 en la CIA. Minera Poderosa S.A.* (Vol. 110) [Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/4993>
- Cahuana, R. (2022). *Construcción del pique inclinado para la explotación de la veta Nelly en la Unidad Minera Esperanza II. Empresa Minera La Española S.A. - Arequipa* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/7130>
- Choquehuanca, L. A. (2021). Diseño y construcción del inclinado Nuevo Century para el incremento de producción de la veta Mercedes en la U.E.A. San Juan de Churunga, Arequipa [Universidad Tecnológica del Perú]. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue February). <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1595750><https://doi.org/10.1080/17518423.2017.1368728><http://dx.doi.org/10.1080/17518423.2017.1368728><https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103766><https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1689076><https://doi.org/>
- Condori, W., & Vivanco, H. D. (2019). *Profundización de la mina San Juan, Mediante el Inclinado 8707, para incremento de reservas de la Empresa Minera Century Mining Perú S.A.C. - 2018* [Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/884>
- Cuadros, M. A. (2018). *Estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 370 niveles 4370 al 4270 Veta Juanita - Mina Casapalca* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4621/MDmacojp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Demmanuel, J. (2022). *Proyecto de profundización del pique inclinado 494 con winches de izaje e incremento de reservas minables mina la Españolita* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/15115>
- EXSA. (1999). *Manual práctico de voladura* (3ra Edición).
- Hernandez-Sampieri, R., Fernandez-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014).



- Metodología de la investigación. In *Journal of Chemical Information and Modeling*: Vol. 6ta edición (6ta edición, Issue 9).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Huaracha, W. R. (2017). *Construcción del pique inclinado Mercedes - Nv 480 para mejorar la producción en la Unidad Minera San Juan de Arequipa* (Vol. 4, Issue 1) [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
<http://hdl.handle.net/20.500.12918/5687>
- Huaycochea, Y. (2020). Profundización del inclinado norte para la explotación de la veta Teodorita en Corporación de Negocios Horizonte S.A.C. Caravelí - Arequipa [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. In *Pagina repositorio UNSAAC* (Vol. 3).
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5181/253T20201002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Huillca, E. (2017). *Selección del proyecto de profundización mediante inclinado o pique en la unidad minera Esperanza de Caravelí - Minera Croacia E.I.R.L. - Arequipa*. [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/3444>
- Llanque, O. E., Navarro, V. F., Durant, J. G., Coila, Y. A., Calderon, R. G., Tapia, H. A., Cuentas, M. S., & Camac, E. A. (1999). *Explotación Subterránea, Métodos y Casos Prácticos*. <https://pdfcoffee.com/explotacion-subterranea-metodos-y-casos-practicos-oscar-llanque-maquera-c-2-pdf-free.html>
- López Jimeno, C. (2003). Manual de Perforación y Voladura de Rocas. In *Ingeopress*.
http://www.entornografico.com/ingeopres/Ing_119/ing119_sum.htm
- Pinto, J. (2021). Comunicación dle pique inclinado Esperanza al Nv. 734, para incrementar la extracción de mineral; U.O. Ores - San Juan de Chorunga - Arequipa [Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco]. In *Tesis Para Obtener Título Profesional*.
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4473?show=full>
- Rengifo, R. A., & Crisóstomo, D. A. (2022). *Propuesta de planeamiento y diseño de un pique inclinado como sistema de extracción de una mina convencional al Norte del Perú* [Pontificia Universidad Católica del Perú].



<http://hdl.handle.net/20.500.12404/23764>

- Silva, W. (2017). *Proyecto de construcción del pique inclinado 447 del nivel 3300 al nivel 2960 Unidad Minera Atacocha* [Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga]. [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%202.pdf)
- Vela, M. I. (2013). *Profundización de la Mina Casapalca Mediante el diseño y Construcción del Pique Inclinado 016 Zona Veta Oroya - Niveles 14 al 18* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3943>
- Velarde, C. F. (2018). *Construcción del pique inclinado 223 para el incremento de reservas minerales en la veta Paola, Minera Yanaquihua S.A.C. - Arequipa* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5716>
- Velarde, P. (2019). *Perfil técnico económico del diseño y construcción del pique inclinado 310 niveles 1820 al 1700, para la explotación de reservas veta Cambio - mina las Bravas* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/01/2019.01.23_PLAN-NACIONAL-DE-CANCER_web.pdf

ANEXOS

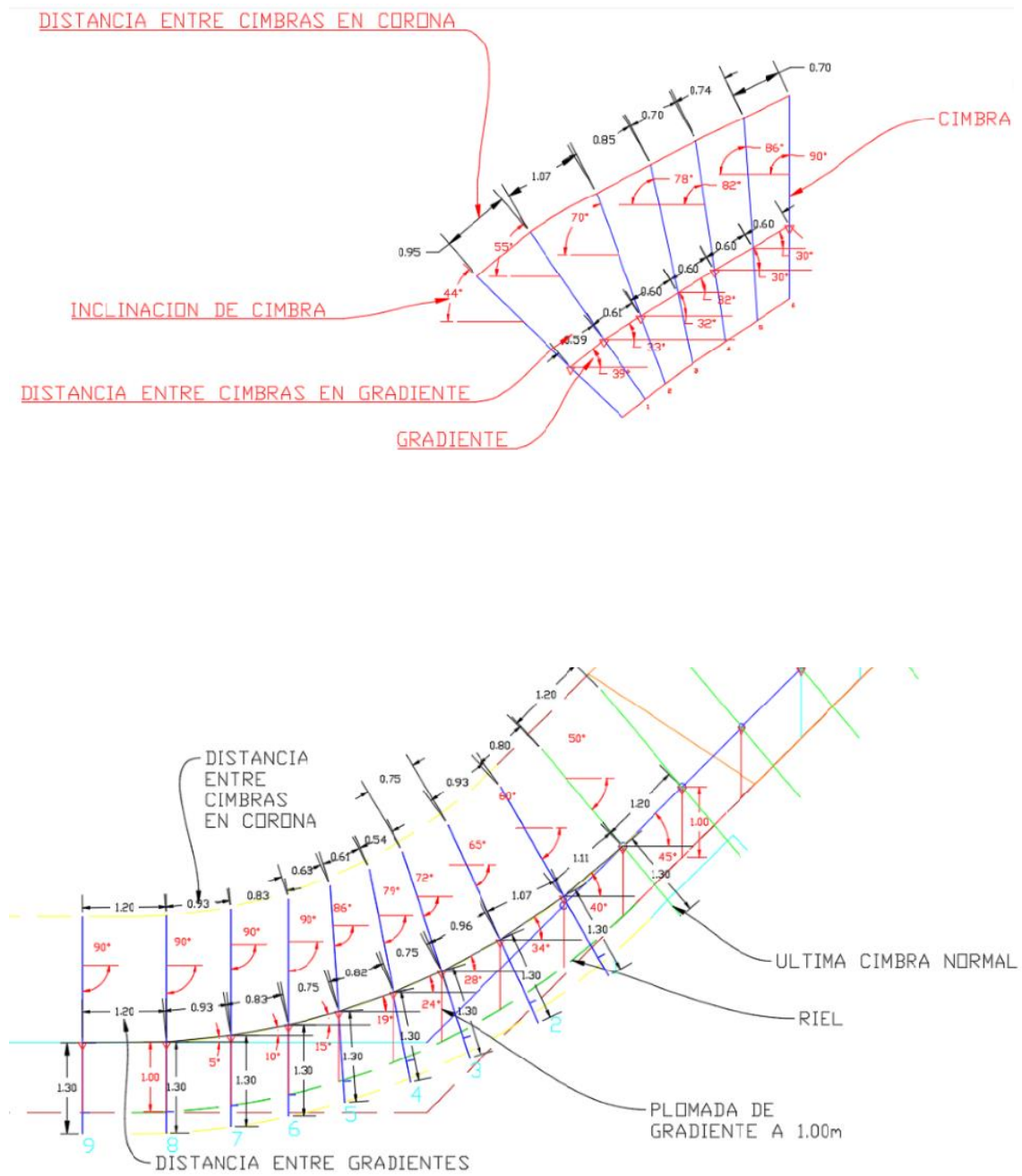
Anexo 1 Diseño de cimbras

| DISEÑO DE CIMBRAS (Cemal BIRON) | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------|--------------|----------------|------|--------|--------|---------|---------|-----------|-----|----------|-----|
| TIPO DE CIMBRA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Peso</th> <th>Área Sección</th> <th>Modulo sección</th> </tr> <tr> <th>kg/m</th> <th>F (m2)</th> <th>W (m3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">19.35</td> <td style="text-align: center;">0.02475</td> <td style="text-align: center;">0.0000882</td> </tr> </tbody> </table> | Peso | Área Sección | Modulo sección | kg/m | F (m2) | W (m3) | 19.35 | 0.02475 | 0.0000882 | | | |
| Peso | Área Sección | Modulo sección | | | | | | | | | | | |
| kg/m | F (m2) | W (m3) | | | | | | | | | | | |
| 19.35 | 0.02475 | 0.0000882 | | | | | | | | | | | |
| Pefil de Cimbra 4H13 | | | | | | | | | | | | | |
| Peso específico del terreno | 2.68 ton/m3 | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de Roca (α) | 0.5 | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>RMR</th> <th>Roca</th> <th>α</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">>40</td> <td style="text-align: center;">Buena</td> <td style="text-align: center;">0.25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20 - 40</td> <td style="text-align: center;">Regular</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><20</td> <td style="text-align: center;">Muy Mala</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> </tr> </tbody> </table> | RMR | Roca | α | >40 | Buena | 0.25 | 20 - 40 | Regular | 0.5 | <20 | Muy Mala | 1.5 |
| RMR | Roca | α | | | | | | | | | | | |
| >40 | Buena | 0.25 | | | | | | | | | | | |
| 20 - 40 | Regular | 0.5 | | | | | | | | | | | |
| <20 | Muy Mala | 1.5 | | | | | | | | | | | |
| DIMENSIONES DE LA SECCIONES DE LA CIMBRA | | | | | | | | | | | | | |
| Esfuerzo admisible del acero (Sadm) | 25493 ton/m2 | | | | | | | | | | | | |
| Espaciamiento (a) | 1.2 m | | | | | | | | | | | | |
| Ancho efectivo (A) | 2.8 m | | | | | | | | | | | | |
| Alto efectivo (H) | 2.8 m | | | | | | | | | | | | |
| DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS DEL TERRENO SOBRE EL SOSTENIMIENTO | | | | | | | | | | | | | |
| Carga lineal repartida (qt) | 4.5024 ton/m | | | | | | | | | | | | |
| DIMENSIONES CALCULADAS | | | | | | | | | | | | | |
| Radio Neutro, (r) | 1.45 m | | | | | | | | | | | | |
| Altura de hastial (h') | 1.4 m | | | | | | | | | | | | |
| MÉTODO DE CALCULO APLICADO | ASD | | | | | | | | | | | | |
| FORMULAS DE CALCULO DE REACCIONES Y ESFUERZOS | | | | | | | | | | | | | |
| $A_y = B_y = \frac{(0.78h'+0.666r)q_t r^3}{0.666h'^3 + \pi r h'^2 + 4h' r^2 + 1.57r^3} \dots\dots\dots(2.3)$ | | | | | | | | | | | | | |
| $M = 0.5q_t r^2 \text{sen}^2 \alpha - A_y (h' + r \text{sen} \alpha) \dots\dots\dots \text{para } 0 \leq \alpha \leq \pi \dots(2.4)$ | | | | | | | | | | | | | |
| $M = -A_y x \dots\dots\dots \text{para } 0 \leq x \leq h' \dots(2.5)$ | | | | | | | | | | | | | |
| $N = -q_t r \cos^2 \alpha - A_y \text{sen} \alpha \dots\dots\dots(2.6)$ | | | | | | | | | | | | | |
| $M_{\text{max}} = 0.5q_t r^2 - A_y (h' + r) \dots\dots\dots(2.11)$ | | | | | | | | | | | | | |
| $M_{\text{max}} = -A_y (h' + 0.5 \frac{A_y}{q_t}) \dots\dots\dots(2.12)$ | | | | | | | | | | | | | |
| $N = -A_y \dots\dots\dots(2.13)$ | | | | | | | | | | | | | |
| $N_1 = -q_t r \dots\dots\dots(2.14)$ | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS: | | | | | | | | | | | | | |
| Reacción horizontal del terreno en el hastial (Ay) | 1.03 ton | | | | | | | | | | | | |
| Reacción vertical del terreno en el techo (qt.r) | 6.53 ton | | | | | | | | | | | | |
| Angulo donde ocurre el momento máximo | 9.07 ° | | | | | | | | | | | | |
| Momento máximo (Mmax) | -1.57 ton x m | | | | | | | | | | | | |
| Carga total sobre el cuadro (q) | 13.06 ton | | | | | | | | | | | | |
| Esfuerzo máximo sobre el perfil metálico (S) | 17758.64 ton/m2 | | | | | | | | | | | | |
| Factor de Seguridad | 1.436 | | | | | | | | | | | | |

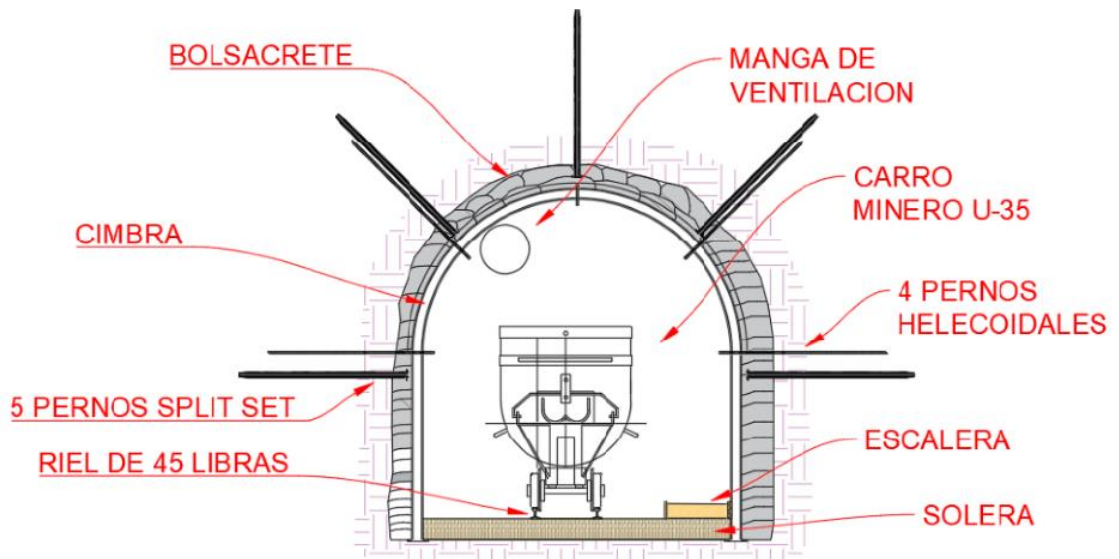
Anexo 2 Cronograma de actividades en el proyecto inclinado 130

| U.M. LAS AGUILAS | | 2021 | | | | | | | | | | | | 2022 | | | | | |
|---|---|-----------|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|--|--|
| | | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | | |
| Item | Descripción | Sección | Avance (m) | Gantt Chart | | | | | | | | | | | | | | | |
| Proyecto Inclinado de Exploración - Úrsula | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1ra Fase | BF 080 Acceso pocket 127, 131 y 130 | 2.1 x 2.1 | 82 | [Green bars from Apr 2021 to Apr 2022] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CX 089 Acceso al Inclinado 130 | 2.1 x 2.1 | 20 | [Green bars from Jun 2021 to Jul 2021] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH 127 Pocket | 1.5 x 1.5 | 15 | [Green bars from Jul 2021 to Aug 2021] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH 130 Pocket | 1.5 x 1.5 | 15 | [Green bars from Aug 2021 to Sep 2021] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CY Acceso camino | 2.1 x 2.1 | 6 | [Green bars from Sep 2021 to Oct 2021] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CH 131 Camino - Acceso y salida de cámara | 1.5 x 1.5 | 15 | [Green bars from Oct 2021 to Nov 2021] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Camara de Echadero | 2.8 x 2.8 | 25 | [Green bars from Nov 2021 to Dec 2021] | | | | | | | | | | | | | | | |
| Camara de Winche | 6.0 x 4.0 | 6 | [Green bars from Dec 2021 to Jan 2022] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2do Fase | Inclinado Profundización Nv. 4230 | 2.8 x 2.8 | 120 | [Green bars from Feb 2022 to Apr 2022] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Refugio en el Inclinado | 1.5 x 1.8 | 3 | [Green bars from Mar 2022 to Apr 2022] | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3ra Fase | Xc 052 Acceso al Inclinado NV. 4280 | 2.1 x 2.1 | 20 | [Green bars from May 2022 to Jun 2022] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Xc 053-Xc 049 Acceso a los nechaderos NV 4280 | 2.1 x 2.1 | 50 | [Green bars from Jun 2022 to Aug 2022] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Camara de Chuleo | 2.8 x 2.8 | 25 | [Green bars from Jul 2022 to Sep 2022] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Pocket 2 - Acumulación de Mineral | 1.5 x 1.5 | 15 | [Green bars from Aug 2022 to Oct 2022] | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Pocket 3 - Acumulación de Desmonte | 1.5 x 1.5 | 15 | [Green bars from Sep 2022 to Nov 2022] | | | | | | | | | | | | | | | |
| Camino - Acceso y salida de cámara | 1.5 x 1.5 | 15 | [Green bars from Oct 2022 to Dec 2022] | | | | | | | | | | | | | | | | |

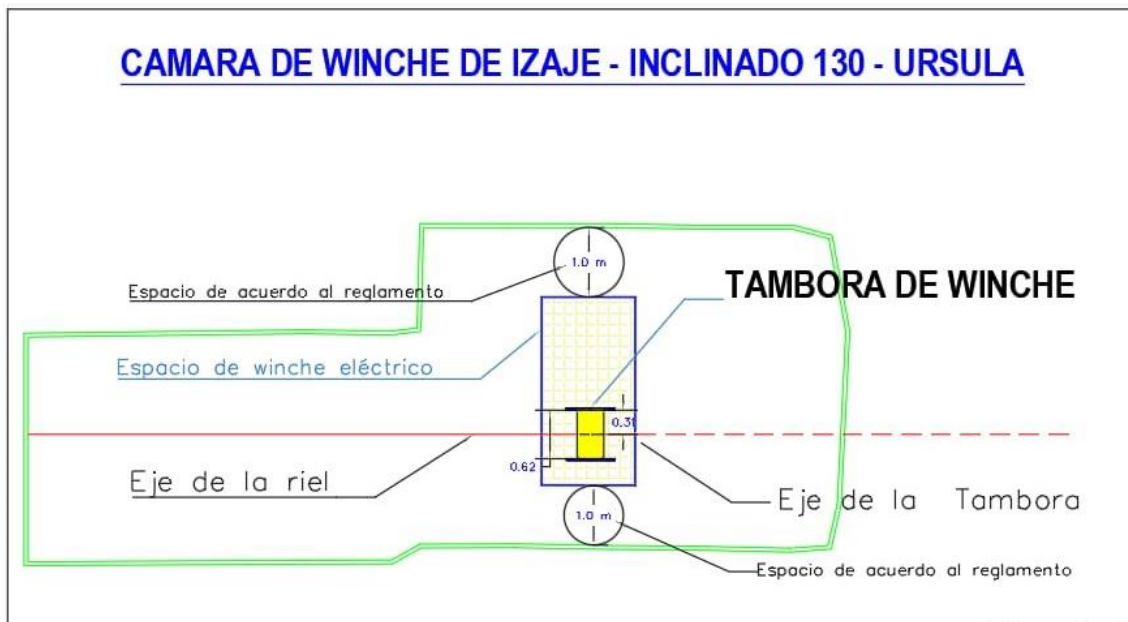
Anexo 3 Instalación de cimbras en curva superior e inferior



Anexo 4 Detalles de la instalación de cimbras y sus elementos



Anexo 5 Cámara de winche del inclinado 130





Anexo 6 Evidencias fotográficas







Anexo 7 Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro

| | | | |
|---|---|-------------|--------------------------------|
|  | INSTALACION DE RIELES EN INCLINADO | | UNIDAD MINERA "LAS AGUILAS" |
| | Código: P-E15-LA-MIN-02 | Versión: 04 | |
| | Tipo de documento: P-E15 - MINA | | |

1. PERSONAL

- 1.1. Capataz.
- 1.2. Perforista.
- 1.3. Ayudante.
- 1.4. Carrilero.

2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL.

- 2.1 EPP estándar de trabajador mina.
- 2.2 Arnés de seguridad.
- 2.3 Línea de vida.

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 3.1. Lámpara minera. | 3.7. Flexómetro. | 3.13. Clavos rieleros. |
| 3.2. Combo de 6 Lb. | 3.8. Llave gilson N° 14". | 3.14. Eclisas con pernos. |
| 3.3. Punta de hierro. | 3.9. Soga de 1" y 1½". | 3.15. Durmientes. |
| 3.4. Barretilla de 4' y 6'. | 3.10. Llaves de boca de 1½" y 1¾" | 3.16. Escantilón. |
| 3.5. Pico y lampa. | 3.11. Pata de cabra. | 3.17. Santiago. |
| 3.6. Nivel de carrilero. | 3.12. Rieles de 30 ó 40 Lbs/yd. | 3.18. Saca barrenos. |

4. PROCEDIMIENTO.

- 4.1. Recibir la orden de trabajo y coordinar las acciones.
- 4.2. Inspeccionar el área de trabajo.
- 4.3. Colocar avisos de seguridad en los accesos y/o ventanas.
- 4.4. Colocarse el arnés de seguridad y asegurarse con la línea de vida.
- 4.5. Colocar los taponés y/o guarda cabezas que fueran necesarios.
- 4.6. Elegir la barretilla adecuada para realizar el desatado de rocas.
- 4.7. Picar con barretilla y/o pico, el material suelto que se encuentra adherido al piso del inclinado.
- 4.8. Verificar los puntos de dirección y gradiente.
- 4.9. Colocar los durmientes bien asegurados.
- 4.10. Los rieles se presentan sobre las ~~longarinas~~ y antes de clavarse deben alinearse y nivelarse.
- 4.11. Colocar las eclisas y pernos con la cabeza al interior de la vía.
- 4.12. Los clavos deben colocarse en forma simétrica.
- 4.13. Colocar doble ~~longarinas~~ en las uniones.
- 4.14. Las uniones de las colleras no deben coincidir, debe existir un desfase o ~~desplazamiento de 1.5 mt.~~
- 4.15. Colocar una o dos sogas de seguridad de 1" de diámetro.

5. RESTRICCIONES.

- 5.1. No se podrá trabajar sino se cuenta con el arnés y línea de vida.
- 5.2. Las ~~longarinas~~ se deberán colocar cada 4 ~~mt.~~ Estas deben estar bloqueadas caja a caja.

| Elaborado por: Supervisor | Revisado por: Ing. Residente | Revisado por: Jefe de Seguridad | Aprobado por: Gerente de Operaciones |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| Sr. Enrique Urrutia Fecha: 16/04/2023 | Ing. Walter B. Fecha: 20/04/2023 | Ing. Alan Basal Puma Fecha: 20/04/2023 | Ing. Jesús Domínguez Fecha: 25/04/2023 |

| | | | |
|--|--------------------------------------|----------------|--------------------------------|
| | IZAJE CON WINCHE EN INCLINADO | | UNIDAD MINERA "LAS AGUILAS" |
| | Código: PE:15-LA-MIN-03 | Versión: 04 | |
| | Tipo de documento: PE:15 - MINA | Página: 1 de 1 | |

1. PERSONAL

- 1.1. Maestro ~~winchero~~
- 1.2. Ayudante.

2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL.

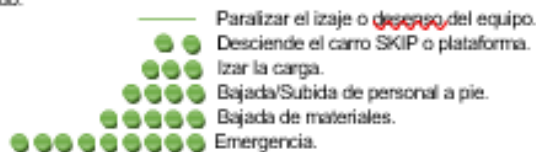
- | | |
|--|-------------------------------------|
| 2.1. Casco tipo sombrero con carrilera | 2.5. Botas de jebe punta de acero. |
| 2.2. Tapones para oído. | 2.6. Correa portalamparas. |
| 2.3. Respirador contra polvo. | 2.7. Respirador contra polvo. |
| 2.4. Guantes de cuero. | 2.8. Mameluco con cinta reflectiva. |

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

- 3.1. Llave de la casa winche.
- 3.2. Winche de izaje con cable 3/4" de diámetro.
- 3.3. Lámpara minera.
- 3.4. Cuaderno de reporte.
- 3.5. Lapicero.

4. PROCEDIMIENTO.

- 4.1. Realizar el IPERC y PRE-USO
- 4.2. Cualquier desperfecto encontrado deberá ser reportado inmediatamente a su jefe inmediato y al área de mantenimiento, no deberá iniciar su labor hasta que haya corregido.
- 4.3. El ~~winchero~~ está prohibido responder alguna señal que no esté incluido en el código de señales y colores, elaborado por el departamento de Seguridad.
- 4.4. En el momento del izaje está prohibido el tránsito del personal por el camino adyacente al carril de izaje.
- 4.5. Mantener siempre el orden y limpieza en la zona de trabajo.
- 4.6. Para la comunicación entre el personal del inclinado y el ~~winchero~~ se realizará mediante el siguiente código de timbrado.



- 4.7 Terminado el izaje en el nivel correspondiente, se dará aviso al ~~winchero~~ mediante un timbrado largo previa coordinación.

5. RESTRICCIONES.

- 5.1. Prohibido enganchar y/o desenganchar el carro minero mientras esté en movimiento.
- 5.2. No se puede transitar por el inclinado, mientras se esté izando.
- 5.3. No pueden operar el winche personal no autorizado.
- 5.4. Está terminantemente prohibido el transporte de personal en los carros mineros.

| Elaborado por: Supervisor | Revisado por: Ing. Residente | Revisado por: Jefe de Seguridad | Aprobado por: Gerente de Operaciones |
|---|---|---|--|
| | | | |
| Sr. Enrique Urrutia Fecha: 16/04/2023 | Ing. Walter Curo B. Fecha: 20/04/2023 | Ing. Alan Basal Puma Fecha: 20/04/2023 | Ing. Jesús Domínguez Urrutia Fecha: 25/04/2023 |



| | | | |
|--|---|----------------|--------------------------------|
| | INSTALACION CON CIMBRAS EN INCLINADO | | UNIDAD MINERA "LAS AGUILAS" |
| | Código: P:15-LA-MIN-04 | Versión: 04 | |
| | Tipo de documento: P:15 - MINA | Página: 1 de 1 | |

1. PERSONAL

- 1.1. Maestro ~~cimbrero~~
- 1.2. Maestro perforista.
- 1.3. Ayudante Perforista.
- 1.4. Ayudante Perforista.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1 EPP estándar de Trabajador Mina.

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

- | | |
|--|--|
| 3.1. Máquina perforadora | 3.11. Escaleras de madera |
| 3.2. 2 juegos de barretillas de (4,6 y 8) pies | 3.12. Llave stison |
| 3.3. Corvina | 3.13. Llave francesa |
| 3.4. Pico. | 3.14. Pernos de las cimbras |
| 3.5. Lampa. | 3.15. Cimbras y accesorios de acuerdo a la sección |
| 3.6. Nivel de mano. | 3.16. Tablas |
| 3.7. Flexómetro. | 3.17. Hormigón y cemento. |
| 3.8. Combo de 6lbr | 3.18. Bolsacretes |
| 3.9. Arco de sierra | 3.19. Cáncamos tipo L. |
| 3.10. Puntas y/o cincel | |

4. PROCEDIMIENTO

- 4.1. Rellenar el IPERC de labor
- 4.2. Realizar el ABC del minero CIEMSA
- 4.3. Uso obligatorio de guantes de cuero para la manipulación de las cimbras
- 4.4. Tener una cuadrilla mínima de 4 personas los cuales deben coordinar para levantar la cimbra y trasladar de la zona de acopio al frente del inclinado.
- 4.5. Asegurar la cimbra con sogá y/o cable para su transporte.
- 4.6. Topografía debe colocar el punto de dirección, gradiente con una inclinación de 45°.
- 4.7. Verificar la sección correcta de la labor para la instalación de las cimbras y proceder a coordinar el plan de trabajo con el supervisor.
- 4.8. El supervisor conjuntamente con el personal verifica el punto de dirección y procede a marcar las patillas.
- 4.9. Excavar zapatas en ambos lados con una sección 0.30m x 0.30m y con una profundidad de 30 cm.
- 4.10. Colocar la base de la cimbra en la zapata, entre 3 personas levantar la cimbra mientras que el otro guía y alinea con la cimbra anterior.
- 4.11. Una vez parado la cimbra se coloca los espaciadores y se asegura con ~~trijitones~~ y asegurar las zapatas de la cimbra con concreto.
- 4.12. Una vez instalado las cimbras asegurar con los cáncamos en ambos hastiales.
- 4.13. Entablar entre cimbra y cimbra no superponiendo las tablas de acuerdo al espaciamiento.
- 4.14. Colocar ordenadamente los ~~bolsacretes~~ rellenando el espacio que queda entre el entablado y superficie de la roca.

| Elaborado por: Supervisor | Revisado por: Ing. Residente | Revisado por: Jefe de Seguridad | Aprobado por: Gerente de Operaciones |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
| | | | |
| Sr. Enrique Villalobos | Ing. Walter Oroses B. | Ing. Alan Boal Puma | Ing. Jesús Doroaires Antico |
| Fecha: 16/04/2023 | Fecha: 20/04/2023 | Fecha: 20/04/2023 | Fecha: 25/04/2023 |

| PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO COMISERGE SRL-SSOMA | | |
|--|--|---------------------------------|
| | DESATE DE ROÇAS EN LABORES INCLINADOS DE 45° | |
| | Área: MINA Código: PETS-LA-MIN-05 | Versión: 04 Páginas: 1 de 1 |
| | | UNIDAD MINERA LAS ÁGUILAS |

1. PERSONAL

- 1.1. Maestro A - B.
- 1.2. Ayudante Mina

2. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

- 2.1. Casco tipo sombrero
- 2.2. Barbijero elástico cigencho
- 2.3. Lentes de seguridad
- 2.4. Tapón de oído
- 2.5. Botas jefe piecero
- 2.6. Correa de portálmparas
- 2.7. Respirador 3M
- 2.8. Overol minero
- 2.9. Guantes de cuero
- 2.10. Lámpara minera

3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

- Juego de Barretillas de 4, 8 pies y de tubo (3 y 10) pies.

4. PROCEDIMIENTO

- 4.1. Realizar el IPERC
- 4.2. Ventilar el área de trabajo
- 4.3. Regar carga del frente, huestales, corona para eliminar polvo y detectar rocas sueltas.
- 4.4. Deberá utilizar una barretilla adecuada, que dependa de la altura de la labor (4', 8' ,8' y 10').
- 4.5. Ubicarse debajo de una zona segura y desatar desde la entrada hasta el lugar del desate.
- 4.6. El extremo de la barretilla que sostiene la persona deberá estar a un lado y no frontalmente, la inclinación de la barretilla debe formar un ángulo de 45 grados aproximadamente con respecto a la horizontal.
- 4.7. El desateado se realizará entre dos personas. El desateado realizará el maestro bajo la atenta mirada del ayudante, si el terreno es muy suelto el ayudante alertará a cualquier chispa y/o desprendimiento de rocas.
- 4.8. Está PROHIBIDO el tránsito del personal bajo una zona sin desatar.
- 4.9. El desate debe ser en forma radial, techo y huestales, avanzando conforme se desata.
- 4.10. Cumplir con la frecuencia del desateado antes durante y después de cada tarea.
- 4.11. Reportar todos los incidentes, condición y actos sub estándar ocurridos durante esta actividad.

5. RESTRICCIONES:

- 5.1 No se podrá empazar los trabajos en una labor sin desatar.
- 5.2 Ninguna persona debe ingresar a la labor antes de hacer el desateado correspondiente.
- 5.3 Ningún personal procederá a realizar el desateado si no cuenta con el juego de barretillas adecuadas.

| Elaborado por: Supervisor | Revisado por: Ing. Resúmenes | Revisado por: Jefe de Seguridad | Aprobado por: Gerente de Operaciones |
|----------------------------------|--|--|---|
| | | | |
| Sr. Enrique Fecha: 16/04/2023 | Ing. Walter Cuevas B. Fecha: 20/04/2023 | Ing. Alan Raúl Poma Fecha: 20/04/2023 | Ing. Jesús Domínguez Arévalo Fecha: 20/04/2023 |



| | | | |
|--|---------------------------------|----------------|--------------------------------|
| | BOMBEO DE AGUA | | UNIDAD MINERA "LAS AGUILAS" |
| | Código: I'E15-LA-MIN-06 | Versión: 04 | |
| | Tipo de documento: I'E15 - MINA | Página: 1 de 1 | |

1. PERSONAL.

- 1.1 Maestro A o B
- 1.2 Ayudante mina

2. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.

- 2.1 Casco protector con barbiquejo.
- 2.2 Tapón auditivo.
- 2.3 Respirador contra polvo.
- 2.4 Mameluco con cinta reflectiva.
- 2.5 Guantes de jebe.
- 2.6 Lentes de seguridad.
- 2.7 Correa porta lámpara.
- 2.8 Botas de jebe con punta de acero.
- 2.9 Ropa de jebe completa.
- 2.10 Lámpara a batería.

3. EQUIPO HERRAMIENTAS / MATERIALES.

- 3.3 Juego de barretillas de 4', 6', 8' y 10'.
- 3.4 Una llave stilson N°14
- 3.5 Una llave francesa
- 3.6 Alambre de 8
- 3.7 Manguera.

4. PROCEDIMIENTOS.

- 4.1 Recibir la orden escrita por el supervisor.
- 4.2 Verificar la ventilación del área de bombeo de agua.
- 4.3 Orden y limpieza el área de trabajo.
- 4.4 Verificar estado de la bomba e instalaciones, corregir fugas de agua antes de iniciar con el bombeo.
- 4.5 verificar las instalaciones eléctricas y tablero ITM, en caso de encontrar fallas reportar al área de mantenimiento.
- 4.6 Proceder con el bombeo de agua si la poza de agua se encuentra lleno en caso contrario esperar el llenado de la poza con agua.
- 4.7 Presionar el botón de encendido (botón verde) y para apagado (botón rojo).
- 4.8 Repetir el procedimiento de los ítems 4.6 y 4.7 las veces que sea necesario durante la guardia de trabajo.

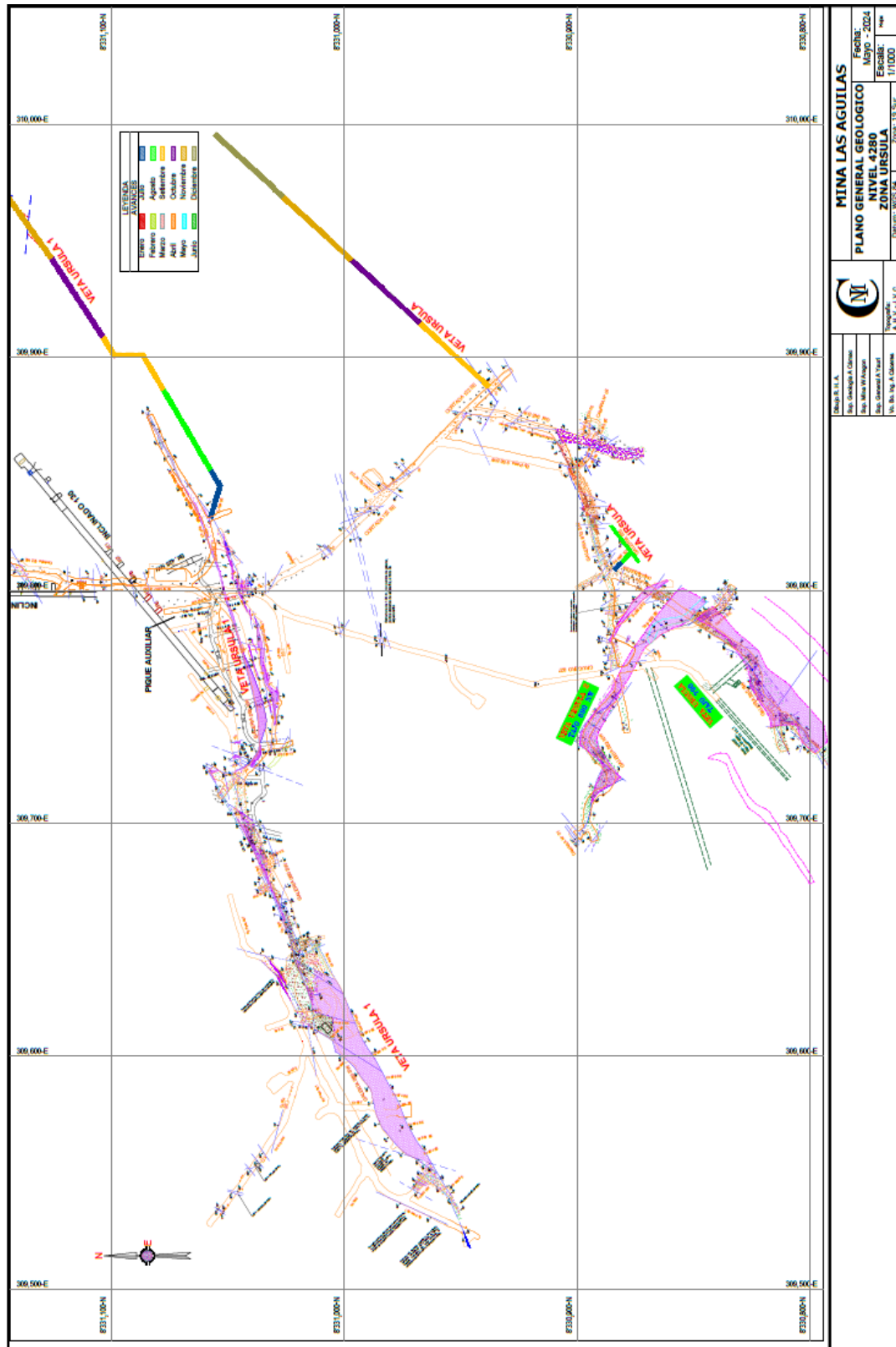
5. RESTRICCIONES.

- 5.1 Prohibido realizar el bombeo cuando se encontrara fallas en las instalaciones de bombeo.
- 5.2 Prohibido realizar el bombeo si en área de trabajo no se encuentre ventilada.
- 5.3 Prohibo realizar el bombeo si la poza se encuentra con bajos niveles de agua.

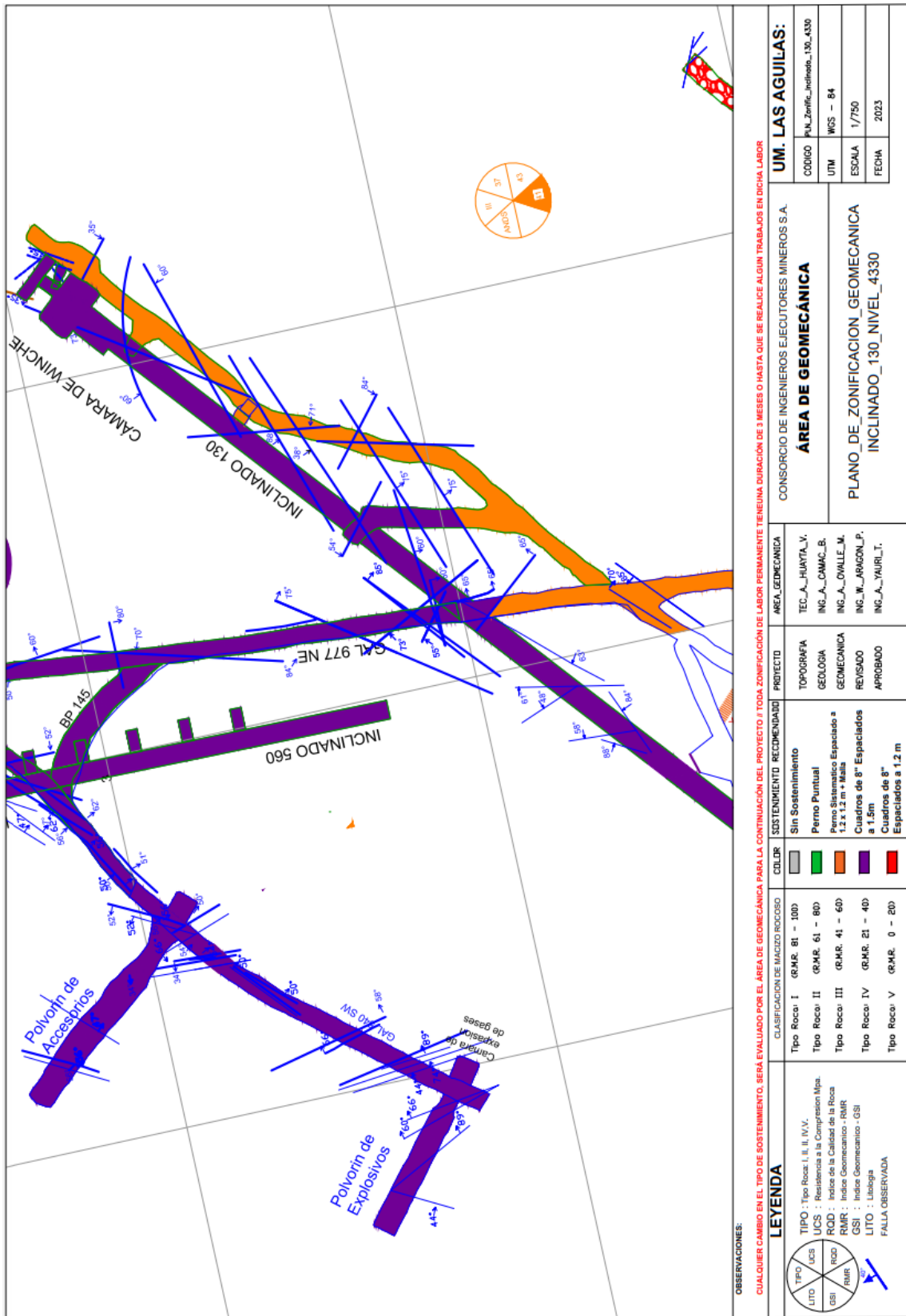
| Elaborado por: Supervisor | Revisado por: Ing. Residente | Revisado por: Jefe de Seguridad | Aprobado por: Gerente de Operaciones |
|---|-------------------------------------|--|---|
| | | | |
| Sr. Enrique Huacalcedo Fecha: 16/04/2023 | Ing. Walter B. Fecha: 20/04/2023 | Ing. Alan Baúl Puma Fecha: 20/04/2023 | Ing. Jesús Dorcoires Fecha: 25/04/2023 |



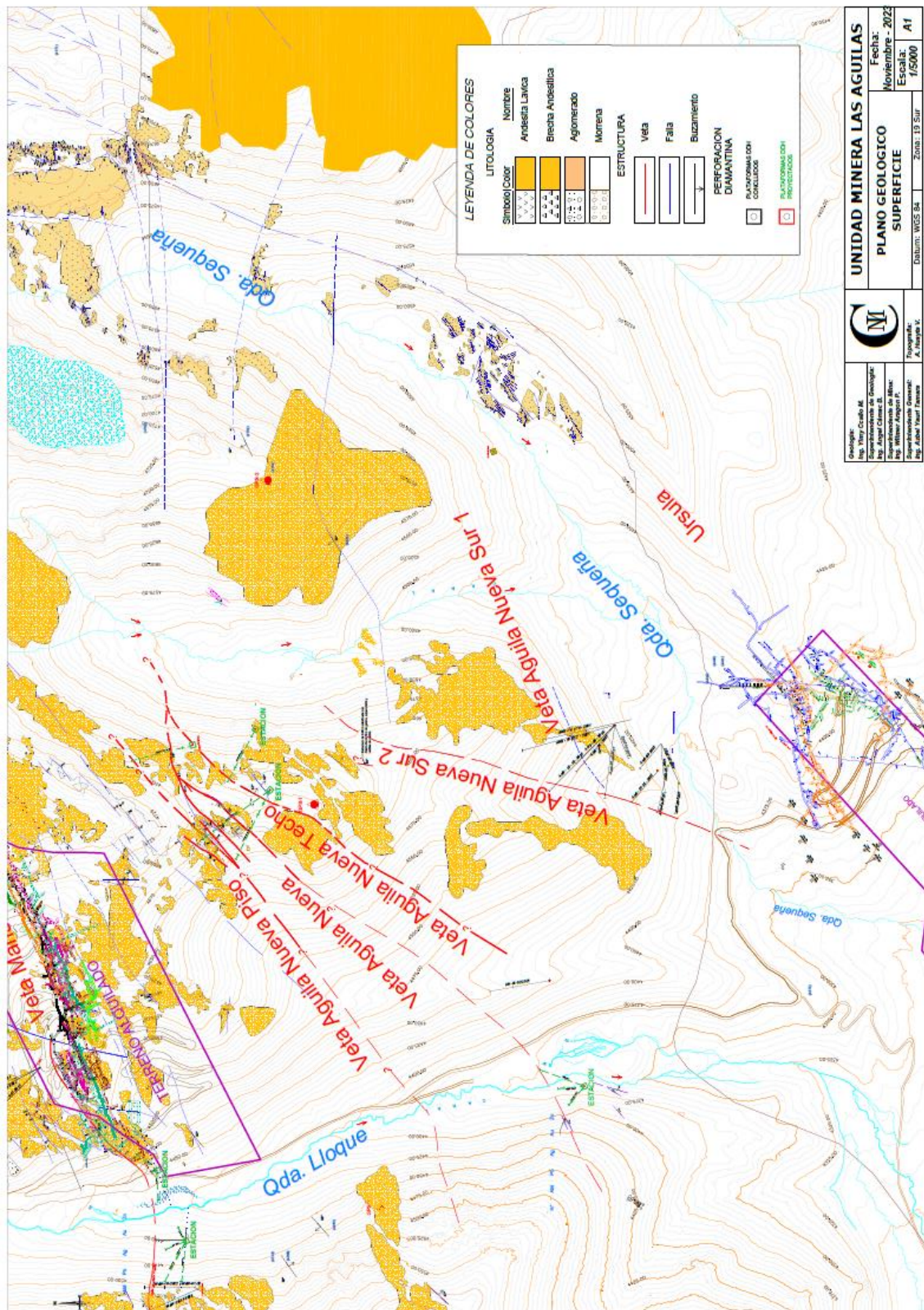
Anexo 8 Plano geológico de la Unidad Minera las Águilas



Anexo 9 Plano geomecánico zonificado del inclinado 130



Anexo 10 Plano geológico superficial de la Unidad Minera Las Águilas





Anexo 11 Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo RIABER IVAN ORTIZ CONDORI
identificado con DNI 75929618 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA DE MINAS

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" CONSTRUCCION DEL INCLINADO 130 - NV 4330 PARA LA
PROFUNDIZACION EN LA UNIDAD MINERA LAS AGUILAS - CIENSA "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 19 de JUNIO del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



Anexo 12 Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Ridber Ivan Ortiz Condori
identificado con DNI 75929618 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA DE MINAS
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" CONSTRUCCION DEL INCLINADO 130 - NV4330 PARA LA
PROPUNDAZACION EN LA UNIDAD MINERA LAS AGUILAS - CIENSA

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de JUNIO del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella