



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



**DISEÑO DE PIQUE INCLINADO CON UN SISTEMA DE IZAJE
PARA EL INCREMENTO DE PRODUCCIÓN DE MINERAL EN
LA VETA SANTA EN LA COORPORACIÓN MINERA SANTA
TERESA ITUATA E.I.R.L. - CARABAYA.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ELMER CONDORI CCAMA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO DE PIQUE INCLINADO CON UN SISTEMA DE IZAJE PARA EL INCREMENTO DE PRODUCCIÓN DE MINERAL EN LA

AUTOR

ELMER CONDORI CCAMA

RECuento DE PALABRAS

14647 Words

RECuento DE CARACTERES

78065 Characters

RECuento DE PÁGINAS

92 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.3MB

FECHA DE ENTREGA

May 10, 2023 2:53 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 10, 2023 2:54 PM GMT-5

● 19% de similitud general

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

- 19% Base de datos de Internet
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)




Arturo Rafael Chayña Rodríguez
INGENIERO DE MINAS
CIP 100226

Resumen



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación es dedicado primordialmente a Dios por darme la oportunidad de lograr mis objetivos.

*A mi Padre Samuel Condori Narezo. Él se encuentra en la Gloria del Señor Dios.
A mi Madre Catalina Ccama Muñoz. A ellos por darme la vida y su apoyo Incondicional en mis estudios y Formación profesional.*

A mi novia Yesica y a mis hermanos: Roxana Condori, Mayumi K. Condori, Wilmar S. Condori y a mi sobrino zahir.

Elmer Condori Ccama



AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, la Universidad Nacional del Altiplano - Puno ya que ser parte de esta casa de estudios me hace sentir orgulloso.

Al personal directivo, jerárquico, docente y administrativo de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, por proporcionarme las herramientas necesarias para desenvolverme profesionalmente; a mis docentes quienes con sus enseñanzas, consejos y amistad brindada a lo largo de mi vida universitaria contribuyeron el logro de mi formación profesional.

Así mismo un agradecimiento infinito al Ing. Arturo Rafael Chayña Rodríguez por su constante apoyo en la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Percy Salas Cachura por su constante seguimiento, orientación, y supervisión, pero sobre todo por todas sus enseñanzas y experiencias impartidas en mina y a todos los compañeros de trabajo de quienes aprendí muchas lecciones.

Finalmente agradezco a la Corporación Minera Santa Teresa Ituata; Por darme la oportunidad de desenvolverme en área de operación mina.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA..... 14

1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA. 14

1.2.1. Problema general. 14

1.2.2. Problemas específicos. 15

1.3. OBJETIVOS..... 15

1.3.1. Objetivo general..... 15

1.3.2. Objetivos específicos. 15

1.4. HIPÓTESIS. 16

1.4.1. Hipótesis general..... 16

1.4.2. Hipótesis específicas. 16

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... 16

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES. 17



2.2. MARCO TEÓRICO.....	19
2.2.1. Piques o pozos en minero.	19
2.2.2. Tipos de piques mineros.	20
2.2.3. Características de los piques.	22
2.2.4. Estructura del pique.	23
2.2.5. Consideraciones para diseño de piques.....	23
2.2.6. Formas de la sección transversal de un Pique.....	23
2.2.7. Factores de diseño de un pique.	24
2.2.8. Sistemas de Extracción del Pique Inclinado.	25
2.2.9. Tamaño del motor para el winche de izaje (RMS HP).	29

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA.....	33
3.2. ACCESIBILIDAD.....	33
3.3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	34
3.3.1. Tipo de investigación.	34
3.3.2. Nivel y diseño de investigación.	35
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.	35
3.5. VARIABLES.....	35
3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.	36
3.7. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
3.7.1. Información geológica.	36
3.7.2. Información geomecánica.	39
3.7.3. Información operación mina.	40
3.7.4. Información topográfica.....	41



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DISEÑO DE PIQUE PARA LA EXTRACCIÓN DE MINERAL.....	42
4.1.1. Información del pique vertical 030.....	42
4.1.2. Selección del pique a diseñar.....	45
4.1.3. Parámetros para el diseño del pique inclinado.....	46
4.2. SISTEMA DE IZAJE PARA LA EXTRACCIÓN DE MINERAL.....	52
4.2.1. Sistema de izaje antiguo del pique vertical 030.....	52
4.2.2. Diseño del sistema de izaje para el pique inclinado.....	53
4.3. EVALUACIÓN DE LA LABOR Y SISTEMA DE EXTRACCIÓN.....	70
4.3.1. Producción mediante el sistema de extracción manual.....	70
4.3.2. Producción mediante el nuevo sistema de extracción.....	72
4.3.3. Extracción de mineral y desmonte del pique inclinado.....	74
4.3.4. Incremento de producción con el sistema de extracción convencional. ...	76
4.4. DISCUSIÓN.....	77
V. CONCLUSIONES.....	78
VI. RECOMENDACIONES.....	79
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXOS.....	83

Área : Ingeniería de minas.

Tema : Diseño y Planeamiento en minería.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 16 de mayo del 2023



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diagrama de izaje con winche de tambor cilíndrico.....	31
Tabla 2. Componentes de fricción.	31
Tabla 3. Nomenclaturas y descripciones.	32
Tabla 4. Coordenadas UTM WGS84.....	33
Tabla 5. Accesibilidad a COMINSAT.....	34
Tabla 6. Operacionalización de las variables.....	36
Tabla 7. Clasificación de RMR.....	39
Tabla 8. Parámetros del pique vertical 030.....	42
Tabla 9. Selección de labor Pique inclinado y Pique vertical.....	45
Tabla 10. Parámetros geológicos.	47
Tabla 11. Mapeo geomecánico.	47
Tabla 12. Mapeo geomecánico pique inclinado.	48
Tabla 13. Parámetros del pique inclinado.....	49
Tabla 14. Constantes de masas y esfuerzos de cables de alambre.....	56
Tabla 15. Datos de cables de alambre para minería.....	61
Tabla 16. Características del cable para un izaje óptimo.....	61
Tabla 17. Característica de la tambora.....	65
Tabla 18. Valores de los componentes.	67
Tabla 19. Potencias por periodo.....	68
Tabla 20. Potencias del sistema de izaje.....	68
Tabla 21. Valores de potencias finales.	69
Tabla 22. Producción de mineral manual.	70
Tabla 23. Producción de mineral mediante sistema manual.....	71
Tabla 24. Producción de mineral mensual mediante el sistema manual.....	71
Tabla 25. Ciclo de transporte (izaje) con tiempos estimados.	72
Tabla 26. Producción de mineral mediante el nuevo sistema de extracción.	75
Tabla 27. Comparación de la producción de mineral.	76



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pique inclinado.....	21
Figura 2. Pique Vertical.....	22
Figura 3. Cable de Izaje.....	26
Figura 4. Equipos mineros.....	27
Figura 6. Diagramas de potencias.....	30
Figura 7. Veta del tajo 030.	37
Figura 8. Veta con valores de oro.....	38
Figura 9. Base de datos operación mina.	40
Figura 10. Plano topográfico pique inclinado.....	41
Figura 11. Sección del pique vertical 030.	43
Figura 12. Ubicación pique vertical 030.....	44
Figura 13. Tajo 030 Norte.	44
Figura 14. Características de la veta Santa.	46
Figura 15. Refugios peatonales del pique inclinado.....	50
Figura 16. Estándar de labor pique inclinado.	50
Figura 17. Perforación en el pique inclinado.....	51
Figura 18. Labor pique vertical 030.	52
Figura 19. Semáforo rojo en el descenso y ascenso del Carro U-35.....	53
Figura 20. Operación paralizada en el winche.....	53
Figura 21. Diagrama de cuerpo libre.	56
Figura 22. Fuerzas que actúan en el izaje.	57
Figura 23. Esquema de una tambora.....	62
Figura 24. Diagrama de potencia para izaje.	69
Figura 25. Extracción de mineral mensual sistema manual.	72
Figura 26. Producción de mineral mediante el nuevo sistema de extracción.....	75
Figura 27. Producción manual vs nuevo sistema.....	76



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Plano topográfico vista en planta en el nivel 2092.	84
Anexo 2. Plano topográfico vista en planta en el nivel 2060.	85
Anexo 3. Plano topográfico vista en perfil.	86
Anexo 4. Ubicación del proyecto minero.	87
Anexo 5. Accesibilidad al proyecto minero.	88
Anexo 6. Unidades litoestratigráficas.	89
Anexo 7. Índice de resistencia y alteración.	90
Anexo 8. Valorización del macizo rocoso.	91
Anexo 9. Declaración jurada de autenticidad de tesis.	92
Anexo 10. Autorización para el depósito de tesis de investigación en repositorio.	93



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

Au	: Oro.
COMINSAT	: Corporación Minera Santa Teresa.
D.S.	: Decreto Supremo.
E.I.R. L	: Empresario Individual de Responsabilidad Limitada.
F.S.	: Factor de seguridad.
Nv	: Nivel.
RQD	: Índice de calidad de roca.
RCS	: Resistencia a la Compresión Simple.
Tj	: Tajo.
t	: Toneladas métricas.
SSOMA	: Seguridad Salud Ocupacional y Medio Ambiente.
UTM	: Universal Transverse Mercator.
ρ	: Densidad de roca.



RESUMEN

La presente investigación muestra el diseño de una labor inclinada con un sistema de izaje para incrementar la producción de mineral en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata. La explotación se desarrolla mediante el método de corte relleno ascendente, en el cual se contaba con un sistema de extracción manual en el pique vertical 030, el cual requiere de un mantenimiento constante y resultando en una producción deficiente. El objetivo general del proyecto fue diseñar una labor con un sistema de izaje adecuado para aumentar la producción de mineral en la veta Santa. La metodología empleada es de tipo aplicativo y se enfoca en reemplazar la labor con sistema de izaje mediante la identificación de la problemática con la recolección de información de las diferentes áreas de la empresa. Los resultados obtenidos indicaron que el diseño de la labor pique inclinado tendrá una sección de 1.80 m x 2.00 m con una longitud de 100 m y una inclinación de 35°, y se dispondrán 4 refugios peatonales a cada 20 m. Con respecto al sistema de izaje, se realizó el cálculo de la maquinaria necesaria, determinando que el winche tendrá una potencia de motor de 40 Hp y se utilizará un cable Flattened-Triangular Strand de 16 mm de diámetro, con una relación de 48 a 1 entre el diámetro de la tambora y el cable. Este sistema permitió realizar el izaje con un carro minero U-35. Los resultados de la implementación del nuevo diseño de la labor y el sistema de izaje indican que se logró un significativo aumento en la producción de mineral, pasando de 113.47 t/mes a 1077.12 t/mes. En conclusión, se demuestra la eficacia de la implementación del pique inclinado con un sistema de izaje mecanizado en la producción minera, mejorando significativamente la producción y reduciendo el tiempo y costos de producción.

Palabras clave: Diseño, Pique inclinado, producción, mineral y sistema de extracción.



ABSTRACT

This research presents a labor design with a hoisting system to increase mineral production at the Santa Teresa Ituata Mining Corporation. Exploitation is carried out using the ascending backfill method, which previously had a manual extraction system in the vertical shaft 030, requiring constant maintenance and resulting in poor production. The general objective of the project is to design a labor with an appropriate hoisting system to increase mineral production in the Santa vein. The methodology used is of an applicative type and focuses on replacing the labor with a hoisting system by identifying the problems through information collection from different areas of the company. The results show that the design of the inclined shaft labor will have a section of 1.80 m x 2.00 m with a length of 100 m and an inclination of 35°, with 4 pedestrian shelters at every 20 m. Regarding the hoisting system, the necessary machinery was calculated, determining that the winch will have a motor power of 40 Hp and a Flattened-Triangular Strand cable with a diameter of 16 mm, with a 48:1 ratio between the diameter of the drum and the cable. This system will allow for hoisting using a U-35 mining cart. The results of the implementation of the new labor design and hoisting system indicate a significant increase in mineral production, from 113.47 TM/month to 1077.12 TM/month. In conclusion, the effectiveness of implementing the inclined shaft with a mechanized hoisting system in mining production is demonstrated, significantly improving efficiency and reducing production time and costs.

Keywords: Design, inclined shaft, production, mineral and extraction system.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

La Corporación Minera Santa Teresa Ituata viene desarrollando sus operaciones en nivel 2118, contando con cuatro (04) lobbies en operación: Tj 050, Tj 030, Tj 015 y el pique vertical 030. Estas labores tienen un avance considerable en su explotación, en estas condiciones las reservas de mineral del nivel 2150 - 2118 disminuyeron notablemente.

En la labor pique vertical 030 la producción fue deficiente el cual generó pérdidas económicas para la empresa, teniendo en cuenta que se trabajó 03 guardias durante el día con una producción de 19.656 t, el sistema de izaje fue artesanal a través de bidones con una capacidad de 0.047 t que utilizaba poleas de construcción civil y una soga, donde se requería más tiempo y mayor cantidad de personal para extraer el mineral, estas labores están en el cuerpo mineralizado por lo que requiere de mantenimiento constante las secciones de la labor, asimismo la presencia de gases era frecuente porque no se contaba con un circuito de ventilación, estos problemas y peligros hicieron que la empresa proyectara un nuevo diseño de la labor con un sistema de izaje adecuado para acceder a los niveles inferiores y preparar la mina, si esta problemática continua, las reservas de mineral se agotarán y la vida de la mina disminuirá por la mala planificación.

1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema general.

¿De qué manera influye los piques verticales en la producción de mineral en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata?



1.2.2. Problemas específicos.

¿Cómo el pique vertical influye en el volumen de producción en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata?

¿Cómo el sistema de izaje influye en el tiempo de producción de mineral en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata?

¿Cómo las labores y sistema de izaje influyen en la producción de mineral en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata?

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo general.

Diseñar labores con un sistema de izaje para el incremento de producción de mineral en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata.

1.3.2. Objetivos específicos.

Diseñar un pique para mejorar la producción de mineral en reemplazo al pique vertical en uso en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata.

Diseñar un sistema de izaje para mejorar la producción de mineral en reemplazo al sistema antiguo utilizado en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata.

Evaluar el sistema de extracción antigua en relación al nuevo sistema diseñado en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata.



1.4. HIPÓTESIS.

1.4.1. Hipótesis general.

Mediante el pique inclinado y el winche de izaje se incrementa la producción de mineral en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata.

1.4.2. Hipótesis específicas.

El pique inclinado es la mejor alternativa para la mejora de producción de mineral en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata.

La producción mejora con la implementación del winche de izaje en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata.

El pique inclinado y el winche de izaje en comparación con el anterior sistema mejora significativamente la producción de mineral.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

En la Corporación Minera Santa Teresa Ituata, en el nivel de operación 2118 se encuentra el pique vertical 030, a medida que profundiza la ventilación es pésima no cuenta con un circuito, la producción fue deficiente haciéndola no rentable para la empresa, el recorrido de las labores nuevas y antiguas tomaba mucho tiempo no había condiciones para poder trabajar, convirtiéndose riesgoso para que el personal que tiene que transitar. En vista a esta problemática la presente investigación propone mejorar el diseño de la labor con sistema de izaje, con finalidad de incrementar la producción de mineral, y eliminar el peligro existente en el pique vertical 030.

Esta investigación busca consolidar conocimientos en la sociedad minera a pequeña escala, para que se pueden realizar trabajos con eficiencia y seguridad.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES.

Huaracha (2021) Arequipa en la Compañía Century Mining SAC; tuvo como objetivo desarrollar el diseño, construcción y evaluación económica del pique inclinado, la metodología consto en describir todos los procedimientos para la construcción del pique inclinado, mediante la aplicación de la bibliografía y analizando las labores trabajadas antiguamente. Llegando a los resultados que el pique inclinado tendrá una longitud total de 335 metros, con una sección de 2.40 m x 2.40 m y una inclinación de 30°; respecto al sistema de izaje se determinó que el winche tendrá 80 Hp de potencia, acompañado del cable Flattened – Triangular de 18 mm de diametro. Finalmente, concluye que mediante el pique inclinado se tendrá un ritmo de producción de 15 000 toneladas anuales.

Choquehuanca (2021) en Arequipa en la Compañía Century Mining, tuvo como objetivo rediseñar y Mejorar el Sistema de Izaje del Pique 7801 del inclinado Nuevo Century para el incremento de producción de la Veta Mercedes, la metodología aplicada fue realizar el cálculo del cable de izaje y del winche optimo, que permitirá producir 68 t/día de mineral. Los resultados obtenidos luego del rediseño del sistema de izaje en el inclinado, incrementó la producción del mineral de 30 t/día a 69 t/día. concluyendo que se logró un incremento de la producción de mineral de 39 t de mineral y 52 t desmonte con respecto a la producción anterior.

Avila (2020) en su investigación realizada en el departamento de Puno en la unidad minera Santa Teresa, su objetivo fue optimizar la extracción de mineral con winche de izaje, para incrementar la producción, donde se basó en la recolección y



manipulación de datos. Llegando a los resultados que con la implementación de un winche de izaje logra el incremento de producción. Finalmente, concluye que mediante este sistema de izaje mecanizada se logró una producción t/día de 75 % con respecto al sistema de extracción manual.

Mamani (2019) en su artículo científico realizada en Puno en la Compañía Century Mining SAC, su objetivo fue realizar la viabilidad del diseño de una labor inclinado Nueva Mercedes de la veta Mercedes, se basó principalmente en realizar un pique inclinado para el transporte de mineral o desmote mediante un winche de izaje. Concluye que se logró el incremento significativo en la capacidad de extracción de 39 t de mineral.

Huraca (2018) en su investigación tuvo como objetivo alcanzar la veta juanita – U.E.A Londres – Cía. Minera Casapalca, mediante el diseño y construcción del pique inclinado 370, entre el nivel 04 y 06 de la veta juanita, realizó el mapeo geomecánico con el propósito de diseñar labores en los niveles inferiores, donde utilizaron winche con una potencia de 350 Hp, con el fin de izar tres carros U-35 mediante el pique inclinado. Finalmente, concluye que se logró extraer en menor tiempo los bloques generados en el nivel inferior a través del pique inclinado de la veta esperanza, de acuerdo al plan anual que se planteó, cuya meta de producción es 10 000 t/año (400 t/día), durante 3 años alcanzando un incremento de producción en gran cantidad.

Cuadros (2018) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo realizar el estudio técnico económico de la profundización del pique inclinado 370 en los niveles 4370 al 4270 veta juanita – mina Casapalca, donde influyo lo cuantitativo y se basó en la utilización de datos numéricos, en forma bibliográfica y descriptiva, llegando a los resultados que para el sistema de izaje se requiere un motor de una potencia de 350 Hp,



se izará 3 carros U-35 por viaje, el pique inclinado tendrá una sección 2.4 m x 2.4 m con un ángulo de inclinación de 30° y con una distancia de 320 metros. Finalmente concluye, que la meta de producción 10 00000 t/año (400 t/día) es viable y rentable durante 3 años.

Fernandez (2017) en su informe profesional realizada en Puno en la minera la española S.A, tuvo como objetivo implementar un sistema de izaje que sea eficiente y eficaz para poder incrementar la extracción de mineral y desmonte. El sistema de izaje que se tiene era ineficiente por ello se optó por implementar el skip con guíaderas de madera de mayor capacidad de izaje. Finalmente, concluye que con el sistema de izaje incremento a 30.24 t/guardia lo cual es eficiente, es más permitió explorar, desarrollar y explotar los bloques a medida que se profundizaba.

Arone (2016) en su trabajo de tesis tuvo como objetivo demostrar que el planeamiento y diseño del pique inclinado 340, incrementa la producción en la unidad minera Chaparral, en la investigación se aplicó los modelos matemáticos, estadísticos; con fin de garantizar la viabilidad sin descuidar las buenas prácticas en sus operaciones unitarias. Se determino la sección del pique inclinado es 2.40 m x 2.10 m en base a las condiciones geomecánicas y operativas, seleccionando rieles de 30 lb/yad para el transporte de material. Finalmente, concluye que mediante el pique inclinado y el sistema de izaje se incrementó la producción alcanzando 82.4 t/día de mineral, 26 t/día de desmonte, superando por 20 toneladas diarias a la producción a través del pique vertical.

2.2. MARCO TEÓRICO.

2.2.1. Piques o pozos en minero.

Los pozos están diseñados como accesos verticales destinados al transporte del personal a través de jaulas, también son usados para la extracción de mineral o desmonte mediante skips, (Herrera, 2019).



2.2.2. Tipos de piques mineros.

a. Pozos inclinados.

Los piques inclinados son labores que tienen una inclinación negativa que muchos de los autores lo consideran de 30° a 45° , sirven para la comunicación entre la mina subterránea y la superficie, mediante este pique inclinado se facilita la extracción de mineral, desmonte, materiales y equipos (Arias, 2013). Además, estos piques inclinados se pueden acondicionar de acuerdo al método de explotación, forma de la estructura del mineral y como sistemas de comunicación de personal. Estas labores generalmente se realizan en una roca competente donde se utilizan sostenimiento “shot cret” con mallas y pernos (Loyola, 2013).

Ventajas

Los piques inclinados facilitan el acceso del personal que labora, mediante las pisaderas de madera, en relación a las rampas en terrenos incompetentes estos son difíciles de desarrollar su mantenimiento y a la vez es muy costoso (Loyola, 2013). En terrenos incompetentes los inclinados necesitan menor mantenimiento debido a su sección reducida y son fáciles de controlar.

Desventajas/ inconvenientes

Presentamos los puntos con mayor inconveniente que presenta los pozos inclinados.

- Descarrilamientos en el inclinado.
- El mantenimiento del pozo y las reparaciones necesitan tiempo.
- La limpieza de derrames lleva más tiempo.
- Capacidad de extracción limitada.



Figura 1 Pique inclinado.
Fuente: Túllume (2016).

b. Definición de un pique vertical.

Son labores verticales con pendientes negativas que principalmente sirven para la comunicación entre la mina subterránea y superficie en plena operación, estos piques facilitan la extracción de mineral o desmonte hacia superficie para su tratamiento, donde la cámara de winche está ubicada en el interior de la mina, (Loyola, 2013).

Ventajas

- Acceso directo a los cuerpos de los filones del nivel inferior.
- Eficiente a 500 metros de profundidad.
- Retorno adelantado de la inversión con mayor costo de operación.

Desventajas/ inconvenientes

- Se requiere personal calificado para su ejecución.

- Altos costos laborales.
- Requiere máquina de extracción.
- Requiere alimentación eléctrica.

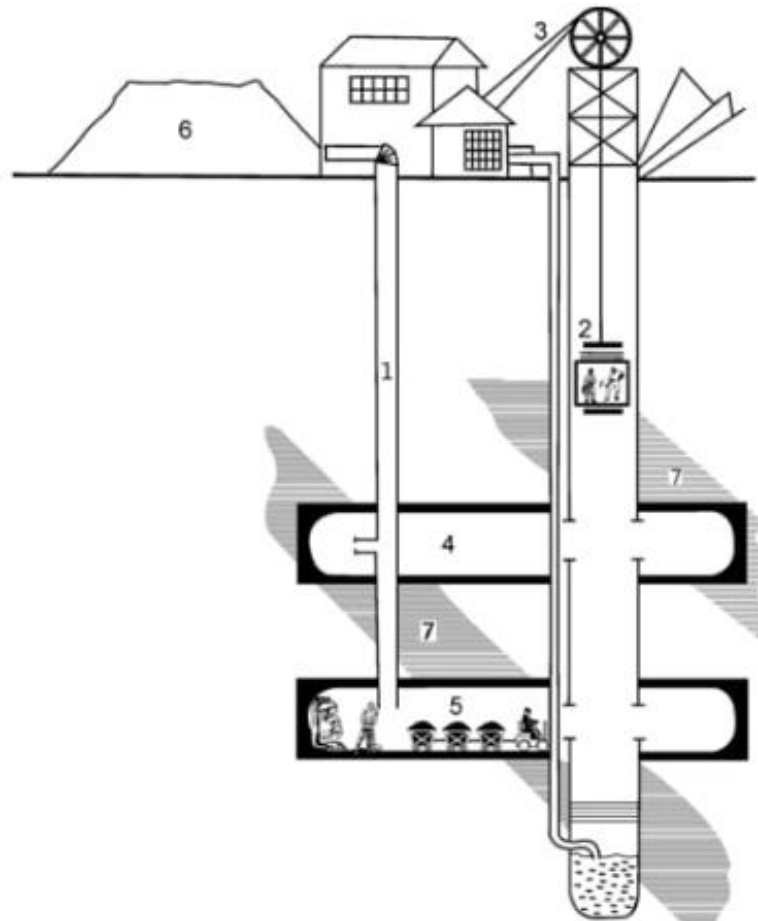


Figura 2 Pique Vertical.
Fuente: Ingenium Proyectistas.

2.2.3. Características de los piques.

Según Huraca (2018), se debe considerar las siguientes características para un buen diseño del pique inclinado.

- Inclinación negativa 30° a 45°.
- La sección se determinará de acuerdo la evaluación geomecánica y el equipo a utilizar.
- Acceso del personal debe ser ingresando al hastial izquierdo por seguridad.



- El acarreo de mineral o desmonte, debe ser a través de los carros mineros.
- Pensando en el futuro se debe utilizar rieles de 30 lbs/yd para el izaje de dos carros mineros.

2.2.4. Estructura del pique.

La estructura de los piques inclinados pueden ser madera o acero. Si se tuviera acceso por la parte inferior de la mina, la construcción del pique inclinado se puede realizar de manera mecanizada o convencional, primero se debe perforar el hueco piloto posterior a ello se empieza a rimar con brocas de mayor diámetro. Este trabajo se debe realizar en un terreno competente donde no exista la filtración de aguas subterráneas, (Carpio, 2016).

2.2.5. Consideraciones para diseño de piques.

Según (Túllume, 2016), se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones para los diseños de piques.

- Previo análisis de costo para la ejecución del pique.
- La mina, debe tener secciones amplias para las vías de acceso y para el circuito de ventilación.
- Se recomienda que el pique inclinado, se realice la construcción en roca estéril para no tener gastos adiciones de sostenimiento.
- Se debe realizar el estudio geomecánico conducentes a la clasificación del macizo rocoso en el área de trabajo.

2.2.6. Formas de la sección transversal de un Pique.

Generalmente los piques tienen forma circular y rectangular, raramente la sección es curvilínea o elíptica, es muy necesario tener en cuenta lo siguiente, para la forma de la sección transversal, (Túllume, 2016).



- Evaluación del macizo rocoso.
- Tipo de material de sostenimiento a ser utilizado.
- Tiempo de servicio del pique.

a) Sección rectangular.

Según Túllume (2016), esta forma es la más ejecutada, tiene algunas desventajas:

- Deformación de sostenimiento en rocas inestables.
- En la excavación se presenta la mala distribución de esfuerzos.
- En las rocas duras, se presenta la dificultad de la formación de ángulos rectos.

b) Sección Circular.

Esta forma de sección garantiza una estabilidad adecuada, donde el sostenimiento tiene una mejor resistencia a la presión ocasionado por la roca circundante; debido que, se distribuye uniforme, Túllume (2016).

2.2.7. Factores de diseño de un pique.

Para el diseño del pique inclinado se tienen los factores importantes como: económico, geológicos y operacionales. Estos factores inciden de forma importante en el diseño del pique inclinados que están relacionados entre sí de una forma u otra (Carpio, 2016). Asimismo, la ubicación del pique inclinado debe ser de acuerdo de las condiciones geomecánicas del terreno y del método de explotación del yacimiento, lo más importante el costo del pique inclinado y sus respectivas instalaciones tienen que ser lo mínimo posible, (Tuero, 2019).



2.2.8. Sistemas de Extracción del Pique Inclinado.

a. Extracción por un Pique en Mina.

Para los yacimientos de minerales de dos niveles inferiores, donde el acceso a la mina no es posible por socavones, se recurre a la utilización de maquinaria de izaje e infraestructura, para transportar los recursos necesarios (materiales, maquinaria y personal) que serán muy útiles en la operación, así mismo facilitarán eficientemente la extracción de la materia prima, (Tuero, 2019).

b. Componentes de un Sistema de Izaje.

Los componentes del sistema de izaje, (Huaracha, 2021) son los siguientes: Motor, tambora, cable, Jaula, carros mineros, poleas, sistema de seguridad (frenos), palancas de control y estructura de desplazamiento o castillo.

c. Parámetros considerados para el diseño del izaje.

En operación es importante contar con la siguiente información para diseñar el sistema de izaje, obligatoriamente el ingeniero encargado deberá determinar estos factores, en un sistema de izaje con winche de tambora, (Huaracha, 2021).

- Plano preliminar de izaje.
- Inclinado del pique o inclinado.
- Peso neto de la carga.
- Peso del skip, jaulas y carros.
- Peso y dimensión del cable.
- Dimensión y peso efectivo del tambor.
- Velocidad de izaje.
- Periodo de aceleración y desaceleración.

d. Izaje.

El izaje consiste principalmente en el transporte de mineral, desmonte, personales y maquinarias, a través de una labor de pendiente negativa como: chimenea, inclinado y pozos. Para ello se requerirá la elección de un winche de izaje para tal fin, (Arias, 2013).

e. Cables de acero.

Durante el izaje el cable debe apoyarse en los polines cada 15 metros para evitar su desgaste prematuro, el mal manejo de cables de tambores y bobinas puede tener consecuencias como daños de hilos rotos, (Arone, 2016).



*Figura 3 Cable de Izaje.
Fuente: Compumet EIRL 2006.*

f. Winche de izaje

Es una maquina eléctrica utilizada para bajar o levantar la carga, también utilizado para la extracción de la materia prima a través de los piques de una mina. En las minas del Perú al winche de izaje lo consideran una maquinaria principal de transporte vertical, (Arone, 2016).

Medina (2006), indica que: el winche de izaje es también utilizada para bajar e izar a los colaboradores que trabajan en interior mina, siempre en cuando cumpla con todas las exigencias mínimas de seguridad.



Figura 4 Equipos mineros.

Fuente: Winche de izaje con una sola tambora.

g. Sistemas de Izaje

El diseño del sistema de izaje está sujeto a los requerimientos de producción, preparación y desarrollo de las labores establecidos de acuerdo al plan anual del trabajo. Donde se debe realizar en cálculo del diámetro de cable y la potencia del motor del winche eléctrico, (Díaz, 2018).

h. Tipos de cables.

Según Huaracha (2021), los tipos de cable de acuerdo a su torcido pueden ser regular y tipo Lang.

“En los cables regulares los alambres del torón, están torcidos en dirección opuesta a la dirección de los torones del cable, en el tipo lang los torones del cable, están torcidos en la misma dirección (lang derecho o lang izquierdo)”, (Huaracha, 2021).

i. Estructura de los cables de izaje.

Se muestran en la figura el núcleo o alma y los torones o cordones, (Huaracha, 2021).

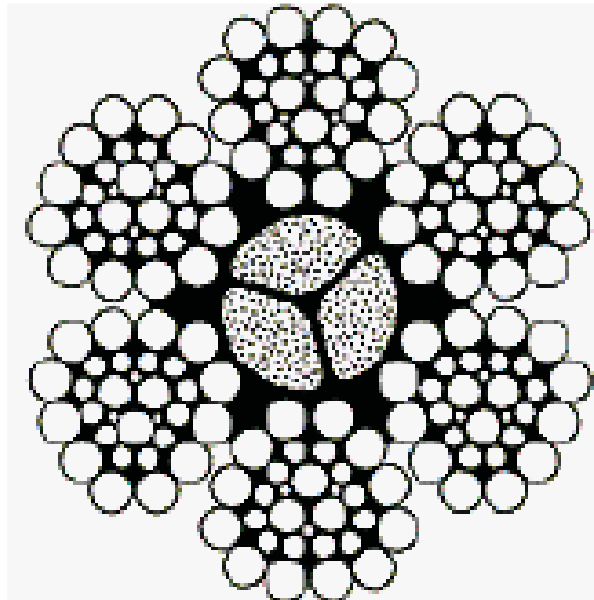


Figura 5 Estructura del cable.

Fuente: Compumet EIRL.

j. Componentes de un Winche de Izaje.

Los componentes del winche de izaje, dependen de las dimensiones y necesidades que se requiera para la extracción de mineral o desmonte, (Medina, 2006).



- Tambora.
- Motor.
- Sistema de seguridad: Lilly control, frenos, etc.
- Palancas de control.
- Cables.
- Baldes o skips.
- Poleas.
- Estructura de desplazamiento o castillo.

k. Tipos de Winche de Izaje.

Existen dos tipos de winche de izaje las cuales son winches de tamboras y Winches de fricción.

Los winches de fricción son utilizados en las minas de Casapalca y Cerro de Pasco. Asimismo el winche de izaje de tamboras son mayormente requerido por los mineros artesanales, ya que se adaptan a su infraestructura y la capacidades de requerimiento de izaje, (Medina, 2006).

2.2.9. Tamaño del motor para el winche de izaje (RMS HP).

En la figura 06 se muestra el diagrama que representan los valores de las potencias requeridas por el izaje.

Donde:

t_a = Tiempo de aceleración.

t_s = Tiempo de velocidad máxima.

t_b = Tiempo de desaceleración.

t_0 = Tiempo de descanso.

Como expresa Arias (2013), en el diagrama de carguío para el sistema de izaje con winches de tambor cilíndrico, existen cuatros puntos principales de acuerdos a los tiempos de trabajo, estos se nombran con las siguientes letras: A, B, C y D. En primer lugar, se recomienda calcular la potencia (Kw) que requiere el winche.

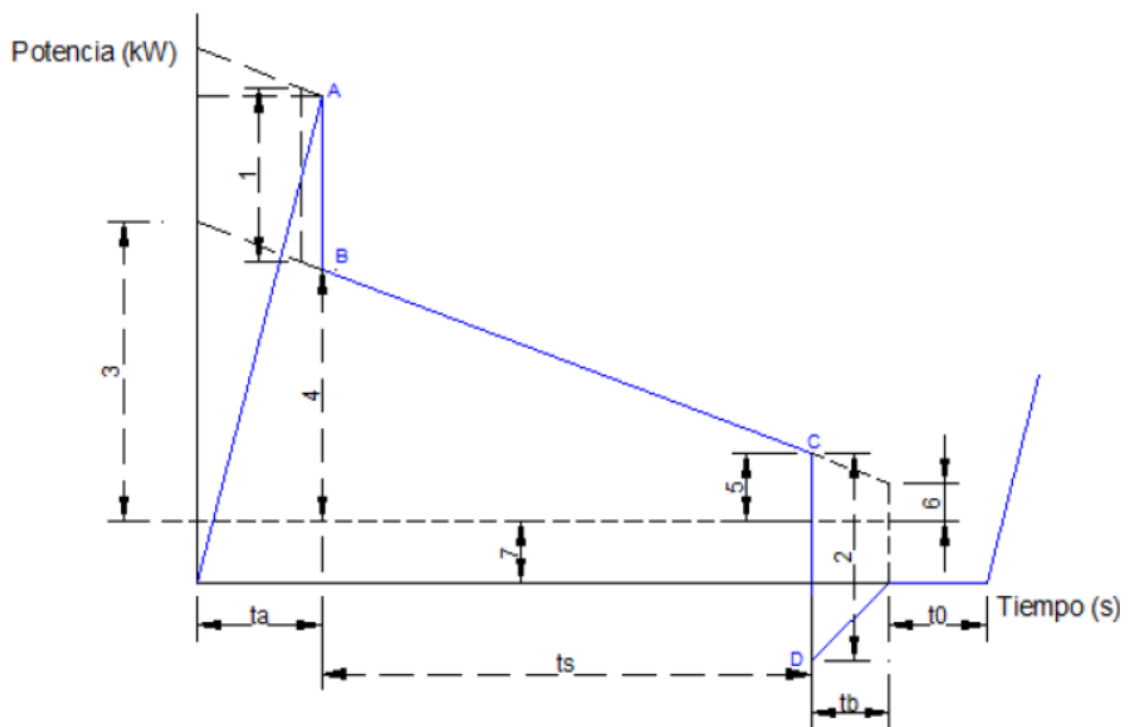


Figura 6 Diagramas de potencias.

Fuente: Arias Calla (2013).

Se muestran las formulas para determinar los diagramas de izaje en la Tabla

1.

Tabla 1

Diagrama de izaje con winche de tambor cilíndrico.

Periodo	Símbolo	Izaje no balanceado
Potencia de aceleración (máxima)	(1)	$+ \frac{W'' v^2}{32.2 \times 102 \times t_a}$
Potencia de desaceleración (máxima)	(2)	$- \frac{W'' v^2}{32.2 \times 102 \times t_b}$
Potencia en el comienzo de aceleración (equivalente)	(3)	$+ \frac{(w + w_r + w_s)v \sin \varphi}{102}$
Potencia en la velocidad máxima en el final de la aceleración	(4)	$+ \frac{(w + w_r + w_s - w_a)vs}{102}$
Potencia en la velocidad máxima al principio de la desaceleración	(5)	$\frac{(w + w_s + w_b)v \sin \varphi}{102}$
Potencia al final de la desaceleración (potencia equivalente)	(6)	$\frac{(w + w_s)v \sin \varphi}{102}$
Potencia por fricción (promedio) para piques inclinados	(7)	$+ 7a + 7b + 7c$

Fuente: Díaz Campos (2018).

En la Tabla 2 se presentan las siguientes formulas importantes, para determinar estos valores 7a, 7b y 7c.

Tabla 2

Componentes de fricción.

Descripción	Símbolo	Formula
Potencia Fricción mecánica	7a	$+ \left(\frac{w+w_s+0.5w_r}{102} v \sin \varphi + 7b + 7c \right) x \left(\frac{1-E}{E} \right)$
Potencia Fricción de rodamiento	7b	$+ \frac{(w + w_s)v \times 0.02 \cos \varphi}{102}$
Potencia Fricción de cable	7c	$\frac{w_r \times 0.10 v \cos \varphi}{102}$

Fuente: Tuero Calcina (2019).

Es de suma importancia primero definir los valores de las variables como se aprecia en la Tabla 03, para obtener estas potencias.



Tabla 3

Nomenclaturas y descripciones.

Nomenclatura	Unidad	Descripción
w	Kg	Masa del material a manipular
w_s	Kg	Masa de los vagones (carros mineros)
w_r	Kg	Masa del cable = $L \times$ peso lineal del cable
w_a	Kg	Masa del cable enrollado durante la aceleración $= 0.5 \times (vt_a) \times$ peso lineal
w_b	Kg	Masa del cable enrollado durante la desaceleración $= 0.5 \times (vt_b) \times$ peso lineal
w_{r0}	Kg	Peso del cable = $w_r +$ masa cable enrollado y vagón
W_0	Kg	Masa equivalente de las partes en movimiento (para operaciones balanceadas y no balanceadas), reducido al radio del tambor, incluyendo engranajes, tambores con embragues, poleas, pero no la armadura del motor
W''	Kg	Masa total del sistema de izaje = $w + w_{r0} + w_0$
v	m/s	Velocidad máxima del cable
t	s	Tiempo de un viaje en un solo sentido, excluyendo paradas
t_a	s	Tiempo de aceleración
t_b	s	Tiempo de desaceleración
t_s	s	Tiempo de velocidad máxima
t_0	s	Tiempo de descanso
L	m	Trayectoria total del skip
φ	grados	Ángulo de inclinación respecto a la horizontal
E		Eficiencia del mecanismo

Fuente: Tuero Calcina (2019).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA.

La Corporación Minera Santa Teresa Ituata, está Políticamente ubicado en el departamento de Puno, Provincia de Carabaya, Distrito de Ituata, Comunidad campesina de Carabaya.

Se encuentra al Nor - Este de la región de puno, a 50 Kms aproximadamente de la ciudad de Ayapata. En la Tabla 04: se muestra las coordenadas geográficas.

Tabla 4

Coordenadas UTM WGS84.

VÉRTICE	ESTE	NORTE
1	378800	8488350
2	380350	8488350
3	380350	8487700
4	378800	8487700

En el Anexo 4 se visualiza la ubicación del proyecto minero de la Corporación Minera Santa Teresa.

3.2. ACCESIBILIDAD.

En la Tabla 05 se muestra la accesibilidad a la Corporación Minera Santa Teresa Ituata, desde la ciudad de Puno mediante la siguiente distancia y tipos de vía:

Tabla 5

Accesibilidad a COMINSAT.

Origen	Destino	Tipo de vía	Distancia	Tiempo
Puno	Juliaca	Asfaltada	42.9 km	48 min
Juliaca	Macusani	Asfaltada	208 km	2 h 53 min
Macusani	Ayapata	Asfaltada	95 km	2 h
Ayapata	Selva alegre	Trocha	100 km	2 h
Selva alegre	COMINSAT	Camino	10 km	30 min

En el Anexo 5 se presenta la accesibilidad al proyecto minero de la Corporación Minera Santa Teresa Ituata.

3.3. DISEÑO METODOLÓGICO.

3.3.1. Tipo de investigación.

La presente investigación del proyecto es aplicada, orientadas al diseño de labor con un sistema de izaje para la incrementación de producción de mineral, esta investigación está diseñada y direccionada para ofrecer soluciones a los problemas específicos, se caracterizan porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren; para la solución de un problema mediante un producto o innovación práctica.

Murillo (2008), la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.



3.3.2. Nivel y diseño de investigación.

Nuestra investigación se ubica en el nivel aplicada, según (Nieto, 2018) tiene la finalidad de perfeccionar, mejorar y optimizar. El enfoque de investigación desarrollada es cuantitativo, con un diseño de investigación no experimental.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.

a) Población.

La población para este trabajo de investigación se tomó como referencia a los piques en la unidad minera Santa Teresa.

b) Muestra.

Como muestra se considera el pique inclinado, que se ubica en el nivel operación 2118 en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata, esta labor se encuentra en operación.

3.5. VARIABLES.

a) Variable independiente.

Diseño de pique inclinado con un sistema de izaje.

b) Variable dependiente.

Incremento de producción de mineral en la veta Santa.

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Tabla 6

Operacionalización de las variables.

VARIABLES	DIMENCIONES	INDICADORES
VI: Diseño de pique inclinado con un sistema de izaje.	Sección del pique inclinado	Metros
	Profundización	Metros
	Angulo de inclinación	Grados sexagesimales
	Potencia de motor	Hp
	Diámetro de tambor	Metros
VD: Incremento de producción de mineral en la veta Santa.	Diámetro de cable	Milímetros
	Mineral y desmonte	Toneladas

3.7. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Primero se recurrió a la recopilación de información de campo, posterior a ello a la información histórica y actual de la unidad minera, se desarrolló un análisis detallado para la elaboración del proyecto. En la corporación contamos con las siguientes áreas: operación mina, geología, topografía, geomecánica y recursos humanos.

3.7.1. Información geológica.

La información que se recopiló es de suma importancia para la ejecución del proyecto, asimismo permitió conocer la formación del yacimiento que se encuentra en la veta santa.

a. Geología local.

La mina Santa Teresa está dentro de la franja metalogenética del batolito de Coaza del Sur del Perú, cuya mineralización se asocia a emplazamientos de intrusiones del batolito de la edad Paleozoica Superior (Avila, 2020).

b. Veta Santa Teresa.

La veta se presenta alineada con dirección de NW – SE, tiene una potencia de mineral de 5 centímetros hasta 5 metros, con buzamientos que varía de 75° a 88°, el clavo de la estructura del mineral tiene una longitud de 95 metros. Estos parámetros facilitan la elección del método de explotación.

c. Alteración.

Las alteraciones hidrotermales que presenta la Corporación Minera Santa Teresa Ituata son de tres tipos: cuarzo-sericita, cloritización y argilización.



Figura 7 Veta del tajo 030.

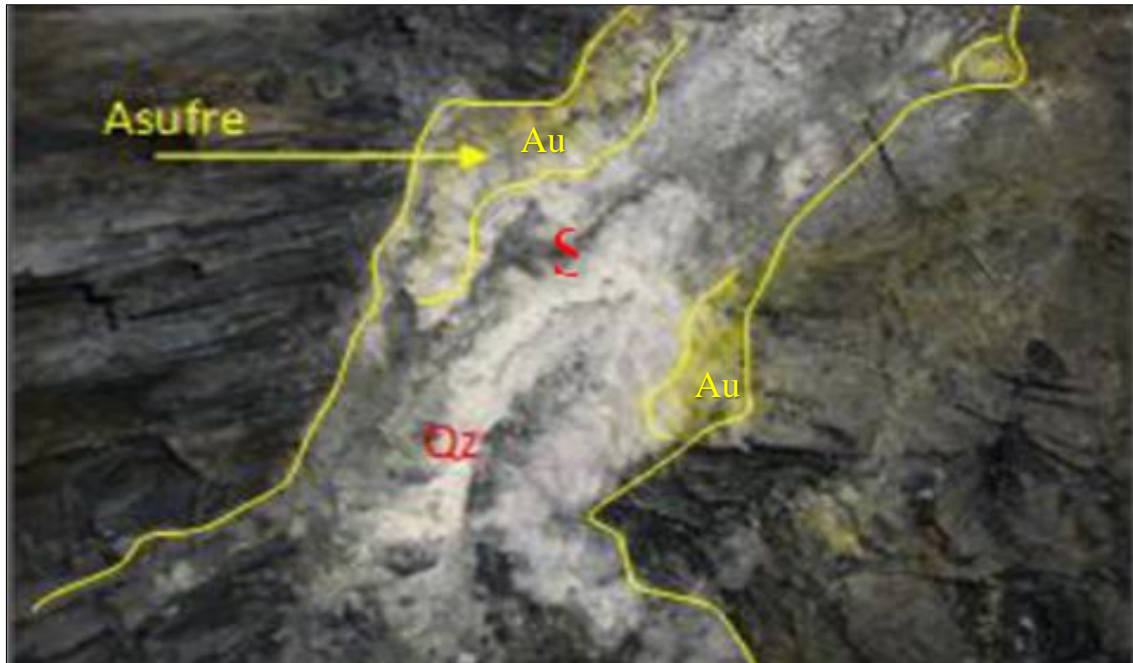


Figura 8 Veta con valores de oro.

d. Litoestratigrafía.

Casi toda la cordillera de Carabaya presenta rocas metamórficas, constituidas de pizarras, aunque puede ir variando de formación o grupo, así como de edad (tiempo geológico). Pero puede tener particularidades específicas de acuerdo a lugares de deposición, por lo que se ha desarrollado netamente la geología local respecto a la zona del proyecto Santa Teresa. Lito-estratigráficamente el proyecto Santa Teresa presenta el tipo de roca metamórfica (pizarra y hornfels) e intrusivo (granito), las cuales son:

- Formación sandia.
- Formación ananea.
- Depósitos aluviales.
- Depósitos morrenicos.
- Grupo San José.

- Intrusivo granito y granodiorita.

En el Anexo 6 se presenta detalladamente las unidades litoestratigráficas del proyecto minero Santa Tera.

3.7.2. Información geomecánica.

Bajo la identificación petrográfica, es evidente que la roca es de tipo metamórfica de la variedad de las pizarras, las alteraciones hidrotermales; hacen que la roca huésped en el depósito de mineral del proyecto Santa Teresa tenga una calidad media o regular y en ciertos sectores es más incompetentes.

Según los parámetros y la clasificación de la caracterización del macizo rocoso y pruebas de campo, se ha obtenido una valoración RMR de 75, la cual le da una calidad de tipo II (BUENA).

Tabla 7

Clasificación de RMR.

Clase	Calidad de roca	RMR
I	Muy buena	81 – 100
II	Buena	61 – 81
III	Regular	41 – 60
IV	Mala	21 – 40
V	Muy mala	0 – 20

Fuente: Departamento de geomecánica COMINSAT.

De acuerdo al estudio geomecánico, se ejecuta el nuevo diseño de la labor en material estéril (pizarra), donde se realiza el seguimiento constante en las tres guardias, con la finalidad de verificar que los hastiales y techo de la labor se encuentren bien regadas para poder diferenciar las fracturas existentes en el macizo rocoso.

3.7.3. Información operación mina.

a. Formatos de reportes de producción: Los formatos de reportes son utilizadas para verificar la producción del mineral.

b. Reportes diarios de operación mina: Formatos donde se reporta los trabajos realizados y cantidad de producción.

c. Informes de operación mina semanales y mensuales: Estos informes facilitan la información de las actividades realizadas diariamente, semanalmente y metas obtenidas de producción.

d. Base de datos de operación mina: El programa que se utiliza es Excel donde se tiene una información detallada de la producción de mineral e incluso la cantidad de mineral que se extrae de cada labor diariamente, semanalmente, mensualmente y anualmente.

COMINSAT BASE DE DATOS OPERACIÓN MINA											PERFORACION			
MES	SEMANA	FECHA	GUARDIA	ZONA	NIVEL	TIPO DE LABOR	N°	LABOR	SECCION	SUPERVISOR	MAQ. PERF.J	N° DE TALADROS	LONG DE BARRENO (m)	PIES PERF.
Enero	Sem-01	4-Ene	Noche		2080	Tajo	020N	TJO 020N	1.60X1.80	Walher	C3	12	4	48
Enero	Sem-01	4-Ene	Noche		2115	Tajo	050SP	TJO 050SP	1.60X1.80	Walher	YT	7	4	28
Enero	Sem-01	4-Ene	Madrugada		2000	Ventana	945	VE 945	1.20X1.20	Grover	C6	23	4	92
Enero	Sem-01	4-Ene	Madrugada		1980	Tajo	905N	TJO 905N	1.60X1.80	Grover	C4	4	4	16
Enero	Sem-01	4-Ene	Madrugada		1980	Tajo	905S	TJO 905S	1.60X1.80	Grover	C4	8	4	32
Enero	Sem-01	4-Ene	Madrugada		2060	Tajo	020N	TJO 020N	1.60X1.80	Grover	C3	9	4	36
Enero	Sem-01	4-Ene	Madrugada		2115	Tajo	050S	TJO 050S	1.60X1.80	Grover	YT27	7	4	28
Enero	Sem-01	5-Ene	Dia		1980	Tajo	905S	TJO 905S	1.60X1.80	Ccoiri	C6	20	4	80
Enero	Sem-01	5-Ene	Dia		1980	Tajo	905N	TJO 905N	1.60X1.80	Ccoiri	C6	8	4	32
Enero	Sem-01	5-Ene	Dia		2000	Ventana	945	VE 945	1.20X1.20	Ccoiri	C6	25	4	100
Enero	Sem-01	5-Ene	Dia		2060	Tajo	020N	TJO 020N	1.60X1.80	Ccoiri		18	4	72
Enero	Sem-01	5-Ene	Dia		2115	Tajo	050SP	TJO 050SP	1.60X1.80	Ccoiri	YT27	9	4	36
Enero	Sem-01	5-Ene	Noche		1980	Tajo	905N	TJO 905N	1.60X1.80	Walher	C4	14	4	56
Enero	Sem-01	5-Ene	Noche		1980	Tajo	905S	TJO 905S	1.60X1.80	Walher	C4	14	4	56
Enero	Sem-01	5-Ene	Noche		2000	Ventana	945	VE 945	1.20X1.20	Walher	C6	25	4	100
Enero	Sem-01	5-Ene	Noche		2060	Tajo	020N	TJO 020N	1.60X1.80	Walher	C3	17	4	68
Enero	Sem-01	5-Ene	Noche		2115	Tajo	050SP	TJO 050SP	1.60X1.80	Walher	YT	11	4	44
Enero	Sem-01	5-Ene	Madrugada		2000	Ventana	945	VE 945	1.20X1.20	Grover	C6	9	4	36
Enero	Sem-01	5-Ene	Madrugada		1980	Tajo	905N	TJO 905N	1.60X1.80	Grover	C4	9	4	36
Enero	Sem-01	5-Ene	Madrugada		1980	Tajo	905S	TJO 905S	1.60X1.80	Grover	C4	4	4	16
Enero	Sem-01	5-Ene	Madrugada		2060	Tajo	020N	TJO 020N	1.60X1.80	Grover	C3	12	4	48
Enero	Sem-01	5-Ene	Madrugada		2115	Tajo	050SP	TJO 050SP	1.60X1.80	Grover	RNP	9	4	36

Figura 9 Base de datos operación mina.

3.7.4. Información topográfica.

Antes de iniciar con el pique inclinado se ejecutó un By pass en el nivel 2118 con una distancia de 9 metros, que se usó para el acceso hacia el winche de izaje donde se inició la construcción del inclinado, posteriormente se realizaron los refugios peatonales a cada 20 metros. Ver Figura 10.

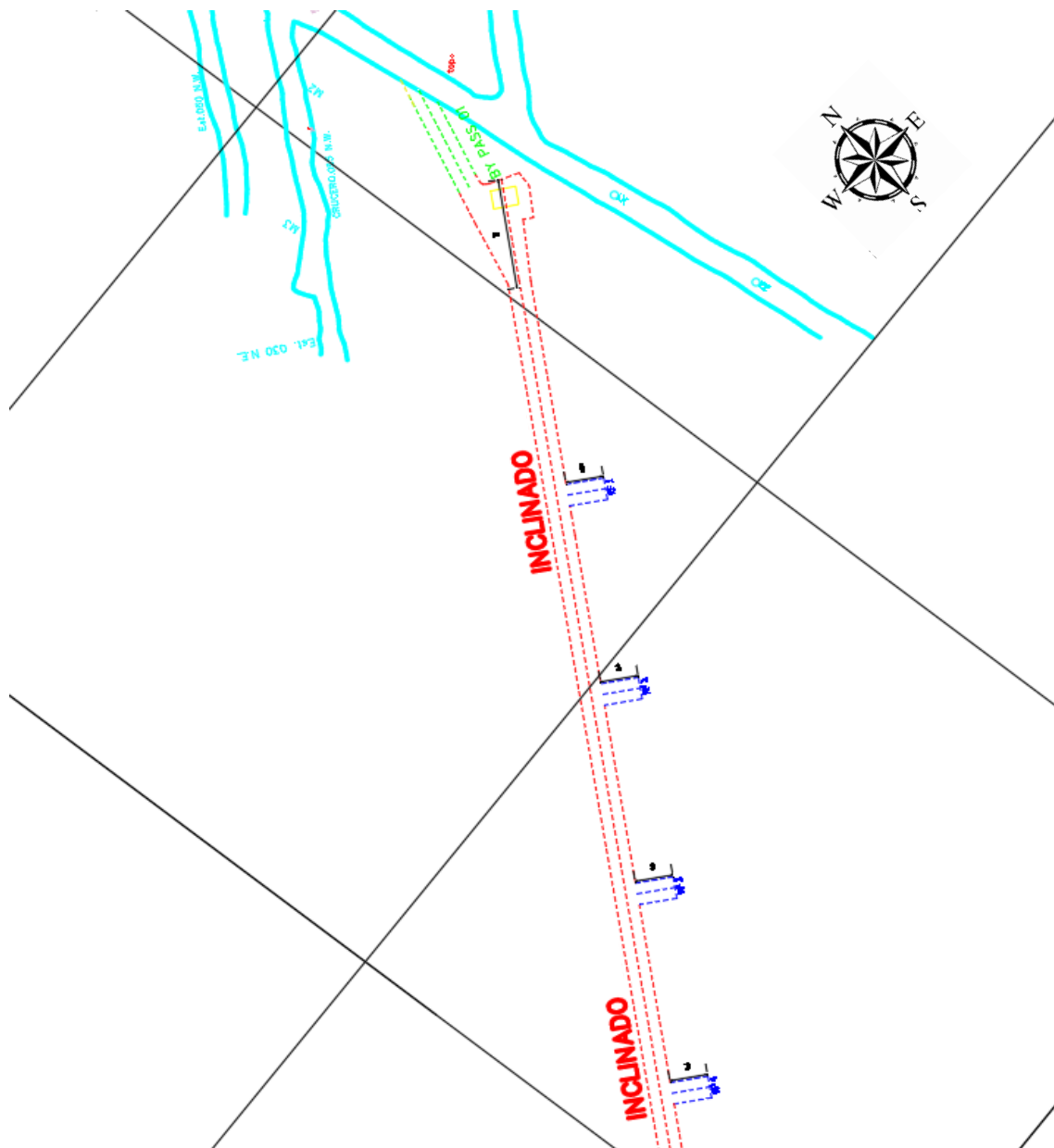


Figura 10 Plano topográfico pique inclinado.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DISEÑO DE PIQUE PARA LA EXTRACCIÓN DE MINERAL.

Hipótesis 01: El pique inclinado es la mejor alternativa para la mejora de producción de mineral en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata.

4.1.1. Información del pique vertical 030.

Dimensiones y forma del pique vertical 030

Esta labor pique vertical 030 tiene una sección de 1.50 m x 1.30 m, con longitud en profundización de 27 metros y con un subnivel de 10 metros, el diseño de estas labores se realizó en mineral de acuerdo al buzamiento de la veta Santa, utilizando el tipo de sostenimiento pasivo, la caja techo es incompetente, por lo que requiere de su mantenimiento constante de la sección de las labores, el método de explotación que se realizó es corte relleno ascendente.

En la tabla 8 se presenta los parámetros que se utilizaron para el diseño de las labores en pique vertical 030.

Tabla 8

Parámetros del pique vertical 030.

Descripción	Cantidad	Unidad
Sección de pique vertical 030	1.50 x 1.30	m ²
Longitud de pique vertical	27	m
Longitud de izaje manual	27	m

En la figura 11 se muestra la sección del pique vertical 030 en el nivel de 2118, en donde se trabajaba con un sistema de izaje manual utilizando poleas de construcción civil y una sogá.



Figura 11 Sección del pique vertical 030.

Ubicación del pique vertical 030.

En la Corporación Minera Santa Teresa Ituata, el pique vertical 030 se encuentra ubicado a lado izquierdo de la estructura la veta Santa en el nivel de bocamina 2118, esta labor tenía una distancia total de 48 metros, también había una labor en explotación denominada tajo 030 con una sección de 1.50 m x 1.80 m, que alimentaba en el volumen a la planta de tratamiento, se puede visualizar en la Figura 12 y 13.

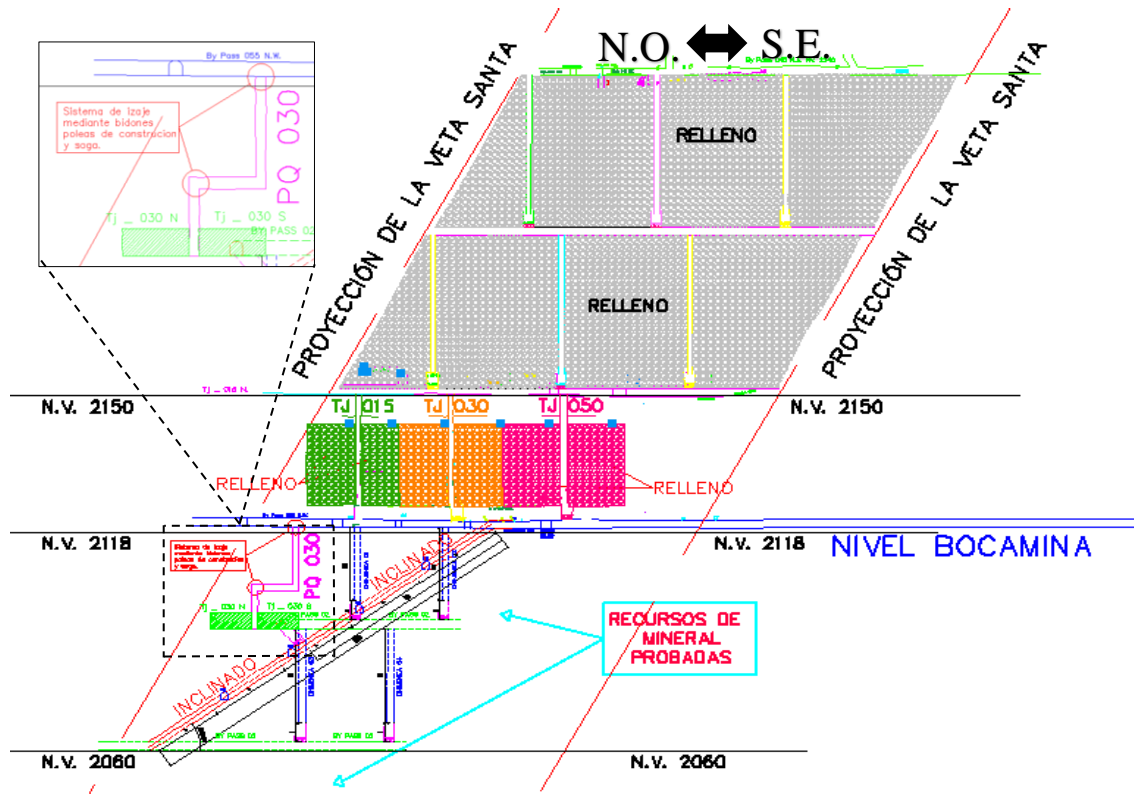


Figura 12 Ubicación pique vertical 030.

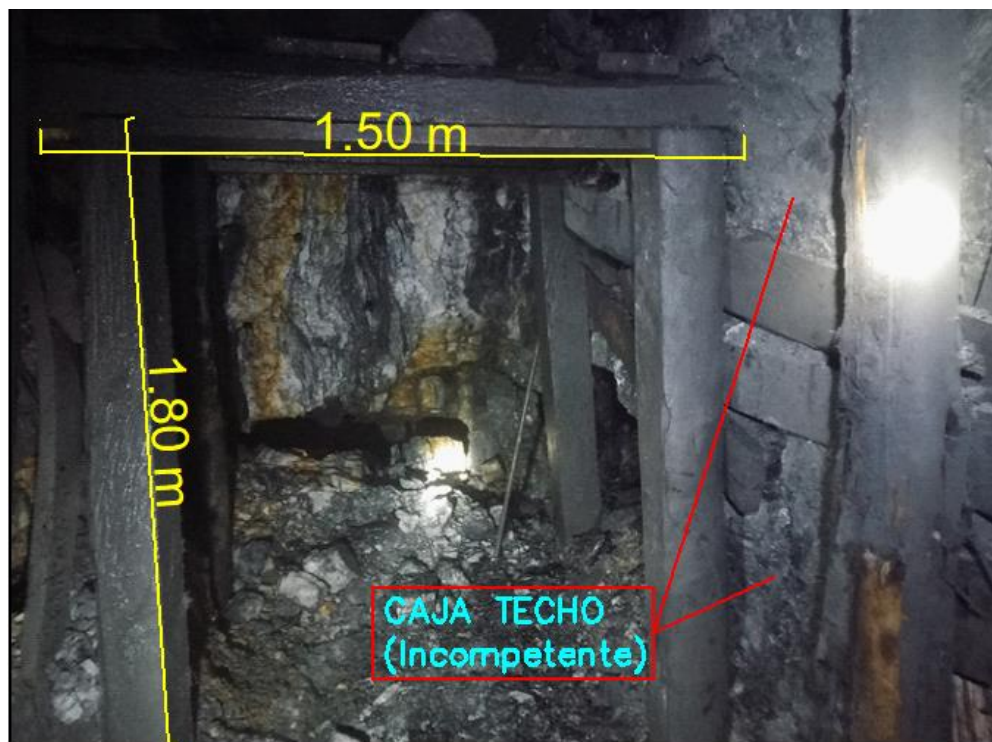


Figura 13 Tajo 030 Norte.

4.1.2. Selección del pique a diseñar.

En la Tabla 9 se muestra la comparación de las labores pique vertical y pique inclinado; según los parámetros de las labores y condiciones del terreno que presenta la mina Santa Teresa, con el propósito de la elección de la mejor labor a diseñar.

Tabla 9

Selección de labor Pique inclinado y Pique vertical.

Condiciones	Pique inclinando	Pique vertical
Sistema de ventilación	Cuenta con un sistema de ventilación, para recircular el aire viciado.	No cuenta con su sistema de ventilación.
Acceso de personal	Tiene sección amplia donde el personal se transporta con facilidad.	Sección muy angosta el personal sufre ergonomía.
Sostenimiento	No requiere sostenimiento, se proyecta el pique en material estéril (pizarra).	Requiere sostenimiento constante para mantener la sección, porque el diseño de sus labores es en mineral.
Diseño de la labor	Es base a la estandarización del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en minería D.S. N° 023-2017-EM	Se realiza al criterio del perforista y personal que está a cargo, no tiene garantía.
Sistema de izaje.	A través del winche de izaje se llega a extraer gran cantidad de mineral y desmonte con personal reducido.	Muy deficiente debido a que es manualmente el izaje y requiere más personal.
Producción de mineral	El incremento de producción de mineral es en 89.47 %, a comparación del anterior sistema.	Producción deficiente debido al diseño inadecuado de la labor y sistema de izaje.

La elección de la labor adecuada es en base a la hipótesis porque busca el interés de incrementar la producción de mineral en la veta Santa, y como resultado optamos por el pique inclinado con su sistema de izaje, puesto que tiene las mejores condiciones de trabajo para el personal y reducción de tiempo de izaje.

4.1.3. Parámetros para el diseño del pique inclinado.

Parámetro geológico.

Mediante el plano topográfico vista en transversal de los niveles superiores 2118 -2150 de la veta santa, nos muestra los parámetros geológicos como: buzamiento, longitud de veta, potencia de veta y con una alineación NW-SE. Ver la figura 14.

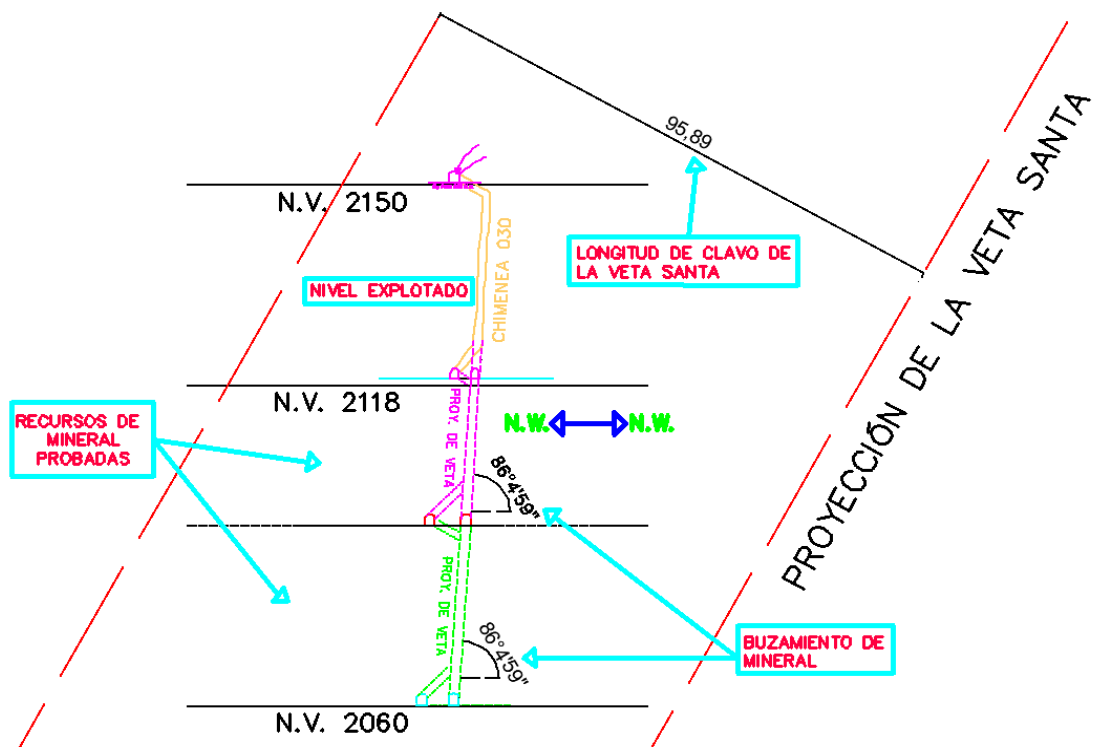


Figura 14 Características de la veta Santa.

Resumiendo, los datos para el trabajo en la Tabla 10.

Tabla 10

Parámetros geológicos.

Descripción	Cantidad	Unidad
Buzamiento de mineral	86	Grados
Longitud de la veta Santa	95.89	m
Potencia de mineral	0.05 a 5	m

Parámetros geomecánicos.

El mapeo geomecánico se realizó por la Corporación Minera Santa Teresa Ituata, los parámetros a ser medidos y las características del macizo rocoso son de acuerdo a las Tablas que se presentan en el Anexo 7 y 8. En la tabla 11 se tienen las siguientes variables geomecánicas.

Tabla 11

Mapeo geomecánico.

Tamo (m)	Tipo de roca	Frec. Fracturas (m^2)
(+) 100	Pizarra	10 a 20
Tipo de estructura	Dir. Buz	Buz
Diaclasa	171 NE	88
Diaclasa	171 NE	84
Diaclasa	263 NE	45
-	-	-



Resumiendo, el macizo rocoso para su calificación se usa el RMR corregido el cual se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12
Mapeo geomecánico pique inclinado.

RESULTADOS OBTENIDOS SEGÚN CLASIFICACIÓN RMR DE BIENIAWSKI (1989)	
RMR (Corregido)	
Características	Calidad de roca
Valoración	:70
Número de clase	: II
Descripción	: Buena

CARACTERÍSTICAS RESISTENTES DEL MACIZO ROCOSO	
Características	Calidad de roca
Cohesión (Kpa)	: 300 – 400
Angulo de fricción (φ°)	: 35° - 45°

RMR – LA ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES – TÚNELES Y MINERÍA	
(Rumbo y buzamiento)	
Parámetro: Rumbo perpendicular al eje/dirección según buzamiento 45° - 90°	
Descripción: Muy favorable para la ejecución del pique inclinado.	

MODELOS PARA LA EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO
No requiere sostenimiento porque la roca es de tipo II, además la sección del pique inclinado es 1.80 m x 2.00 m y tiene mayor estabilidad el macizo rocoso, la forma del contorno de la excavación es tipo arco.

Parámetros geométricos.

La forma de la excavación de la labor se considera abovedado, porque favorece la estabilidad del macizo rocoso, de acuerdo al art. 293 (cap. VII) del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en minería D.S. N° 023-2017-EM, en las labores de acarreo subterráneo donde se utilizan rieles, se deben dejar un espacio no menor de 0.70 metros entre los puntos saliente de los vehículos, para permitir la circulación del personal, en el que el ancho del carro minero U-35 es 0.80 metros, por lo tanto el ancho del pique inclinado resulta de 2.20 metros, como está prohibido la circulación del personal en el momento de izaje, se considera un ancho 1.80 metros, porque a lo largo del pique inclinado se tiene 4 refugios peatonales que reemplazan a las escaleras de ingreso al hastial izquierdo.

La altura se considera en función a la altura del carro minero U-35 que es 1.20 metros. De acuerdo D.S. N° 023-2017-EM, al art. 293, menciona la distancia mínima que se deje entre el punto más sobresaliente y techo es de 0.80 metros sumando resulta 2 metros, por lo tanto, la sección del pique inclinado es de 1.80 metros por 2.00 metros, se proyecta con una pendiente negativa de 35 grados con el propósito de alcanzar el mineral a los 4 metros a una distancia total de 100 metros.

En la Tabla 13 muestran los resultados de los parámetros del pique inclinado.

Tabla 13

Parámetros del pique inclinado.

Parámetros	Cantidad	Unidad
Angulo de inclinación	35°	grados (°) sexagesimales
Longitud total	100	m
Sección	1.80 x 2.00	m
Refugios peatonales	1.80 x 2.00	m

En la Figura 15 se muestra la distribución de los refugios peatonales a cada 20 metros a lo largo del pique inclinado.

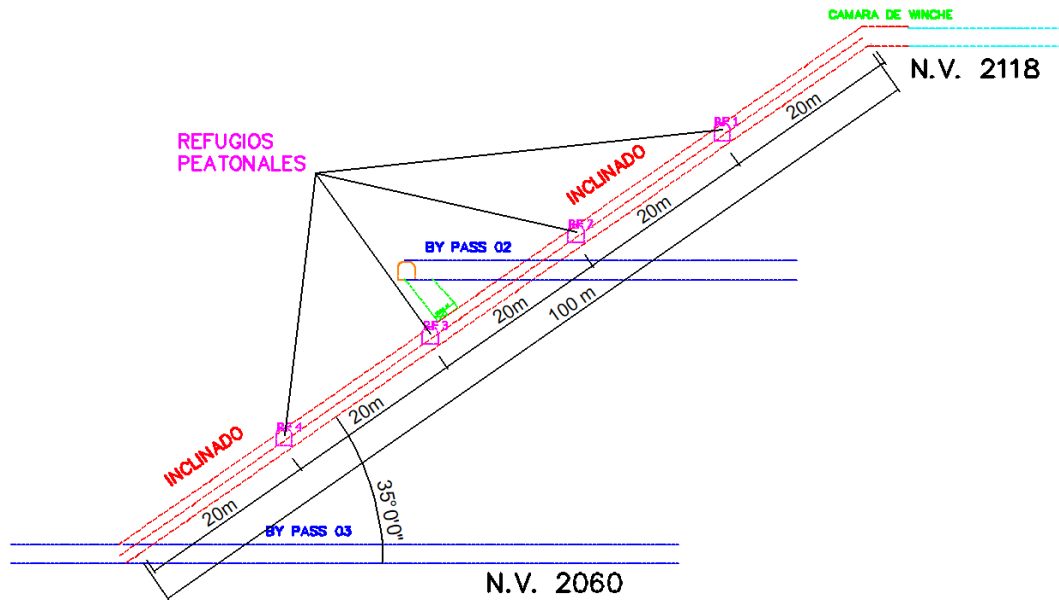


Figura 15 Refugios peatonales del pique inclinado.

Se presenta los estándares de la labor del pique inclinado ver Figura 16.

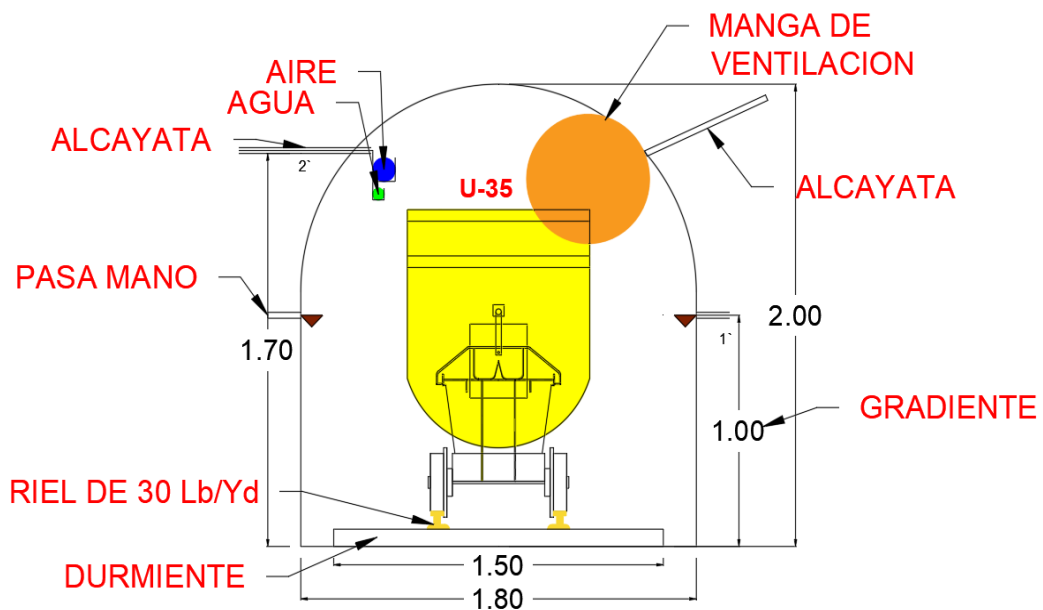
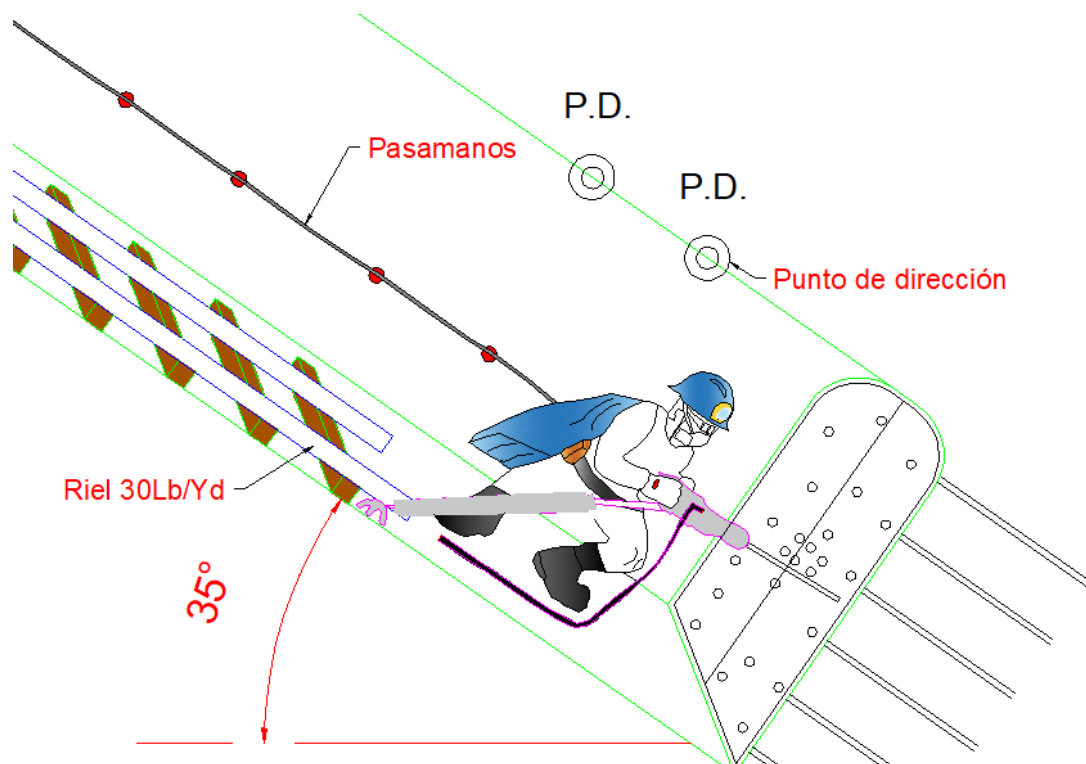


Figura 16 Estándar de labor pique inclinado.
Fuente: Área proyectos COMINSAT.

Para iniciar la ejecución del pique inclinado, se instaló primeramente el winche de izaje con todos sus accesorios en el nivel 2118 en la cámara de winche.

La perforación en el pique inclinado se realizó como si se tratase de un frente horizontal; con la diferencia de la inclinación a 35 grados como se muestra en la Figura 17, para ello se utilizó la perforadora jackleg de la marca RNP, con juego de barrenos de 4 pies para frente y 3 pies para la perforación de taladros de servicio (punto de dirección, pasamanos).

Para el carguío de taladros se utilizó cartuchos de dinamita de la marca Maxam fanexa de 7/8x8" 80%, el accesorio de voladura que se utilizó en la unidad minera Santa teresa es carmex, que es un sistema de iniciación convencional para explosivos.



*Figura 17 Perforación en el pique inclinado.
Fuente: Área proyectos COMINSAT.*

4.2. SISTEMA DE IZAJE PARA LA EXTRACCIÓN DE MINERAL.

Hipótesis 02: La producción mejora con la implementación del winche de izaje en la veta Santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata.

4.2.1. Sistema de izaje antiguo del pique vertical 030.

En la Corporación Minera Santa Teresa Ituata se realizaba la extracción manual, trabajándose en el nivel 2118 de la veta Santa, el sistema de izaje era por medio bidones con una capacidad de 0.047 t, utilizando poleas de construcción y una sogá. En la figura 18 se muestra el pique vertical 030 y su sistema de extracción manual, donde requería mayor fuerza laboral para la extracción de mineral.

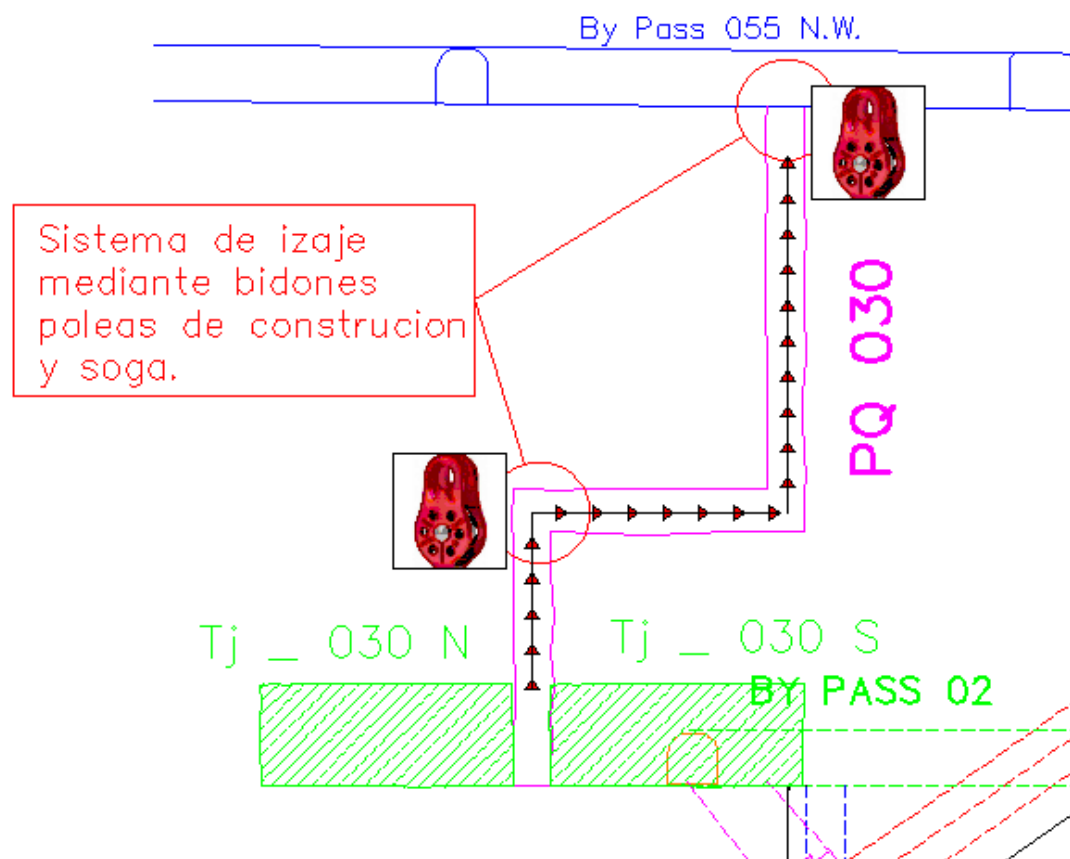


Figura 18 Labor pique vertical 030.

4.2.2. Diseño del sistema de izaje para el pique inclinado.

A continuación, se presenta el diseño del sistema de izaje en el pique inclinado para el carro U- 35, en la figura 19 y 20 se muestra el sistema de semáforos para el funcionamiento del izaje.

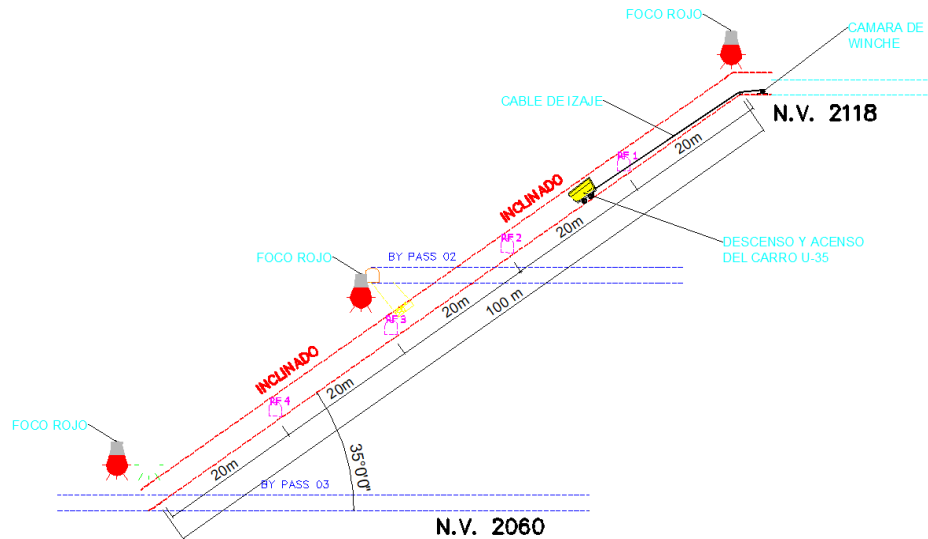


Figura 19 Semáforo rojo en el descenso y ascenso del Carro U-35.

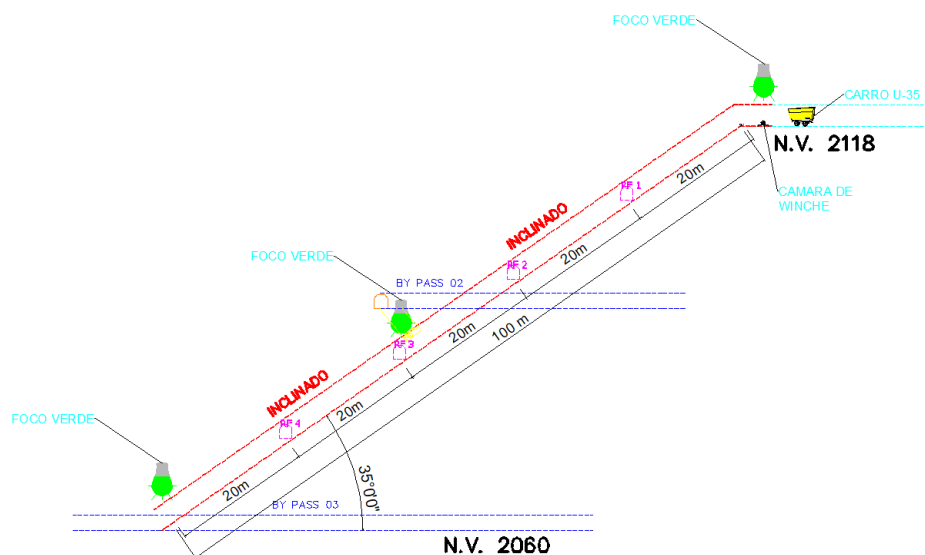


Figura 20 Operación paralizada en el winche.



A) Cálculo de la capacidad de carga en el carro U-35.

Para calcular la capacidad de carga del carro U-35 se tiene la siguiente fórmula, tomando en consideración que el coche minero tiene una capacidad nominal de (1 m^3) Arias (2013).

$$C = \frac{Vc * \delta * fc}{(1 + e)}$$

Donde:

C : Carga o capacidad de carga (t)

Vc : Volumen de carro minero U-35 (1.021 m^3)

ρ : Densidad de roca (t/m^3) 1

fc : Factor de carguío (%)

e : Esponjamiento (%)

Se considera los valores para la fórmula, tomando una humedad para ambos casos de 3.50 %.

$$\rho. desmonte = 2.71 \frac{t}{\text{m}^3} + (3.50 \%) (2.71 \frac{t}{\text{m}^3}) = 2.80 \frac{t}{\text{m}^3}$$

$$\rho. mineral = 2.35 \frac{t}{\text{m}^3} + (3.50 \%) (2.35 \frac{t}{\text{m}^3}) = 2.43 \frac{t}{\text{m}^3}$$

Su factor de carguío es 85%.

El esponjamiento es: $e = 45 \%$ para desmonte y $e = 55 \%$ para mineral.



Reemplazando los datos se logra calcular la capacidad de carga de desmonte y mineral en el carro U-35.

$$C_{desmonte} = \frac{(1.021 m^3)(2.80 t/m^3)(0.85)}{(1 + 0.45)} = 1.67 t$$

En mineral:

$$C_{mineral} = \frac{(1.021 m^3)(2.43 t/m^3)(0.85)}{(1 + 0.55)} = 1.36 t$$

B) Diseño del winche de izaje y cable.

Para la selección del cable de acero y winche de izaje, se debe cumplir con los estándares establecidos en nuestro reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería.

Análisis de la fuerza que actúa entre cable y carro U-35.

Los cables de acero se identifican por tres puntos importantes como: número de alambres en el torón, número de torones y arreglo geométrico, generalmente en la minería subterránea; para el izaje en piques inclinados o piques verticales se utiliza el cable de 6x19 que está formado por 6 torones y 19 alambres en cada torón.

La masa del cable es $m = kd^2$ (kg/m) puesto que k es una constante que depende del cable de izaje, la ruptura de fuerza es considerada de la siguiente manera $S = Kd^2$ (kN) en donde K es una constante que depende del cable de izaje y la resistencia del alambre.

Las fricciones de cable, polines, carro U-35 y rieles son opuestas al sentido de movimiento, también la relación de peso y gravedad (W/g) (principio de

D'alambert) es opuesta al sentido de la aceleración. En la Tabla 14 se muestran los valores de las constantes de k y K para diferentes tipos de cables.

Tabla 14

Constantes de masas y esfuerzos de cables de alambre.

Tipo de cable	k	K
Round Strand	0.36	52
Flattened Strand	0.41	55
Locked Oil	0.564	85

Fuente: Catálogo técnico de cables de izaje: Wire & Rope Strand n.d.

Factor de Seguridad del Cable de Acero.

El factor de seguridad es la fuerza de rotura entre la carga máxima del carro minero U-35 en el momento del izaje, la suma total de fuerzas que actúan en el cable de acero será la tensión máxima. En la figura 21 se muestran las fuerzas que actúan en el izaje del carro U-35.

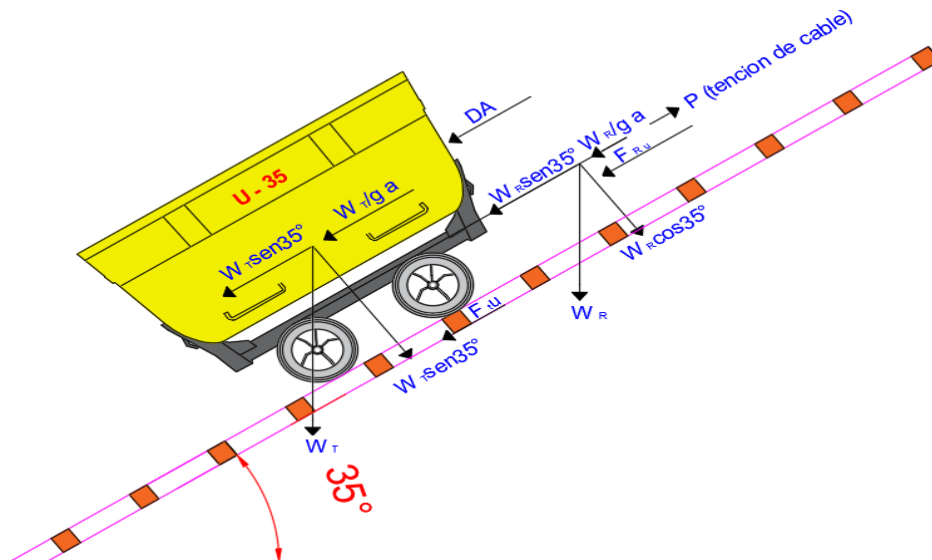


Figura 21 Diagrama de cuerpo libre.

Para el cálculo de las fuerzas que actúa en el izaje del carro U-35, se tiene las siguientes formulas

$$P = T_0 + T_a + T_b + T_c$$

Donde:

P : Fuerzas que actúan en el cable de acero.

T_0 : Carga muerta (peso mineral o desmante + peso del carro U-35).

T_a : Fuerza debida a la aceleración (fuerza de d Alamber).

T_b : Fuerza de fricción en la riel y polines.

T_c : Fuerza de aerodinámico.

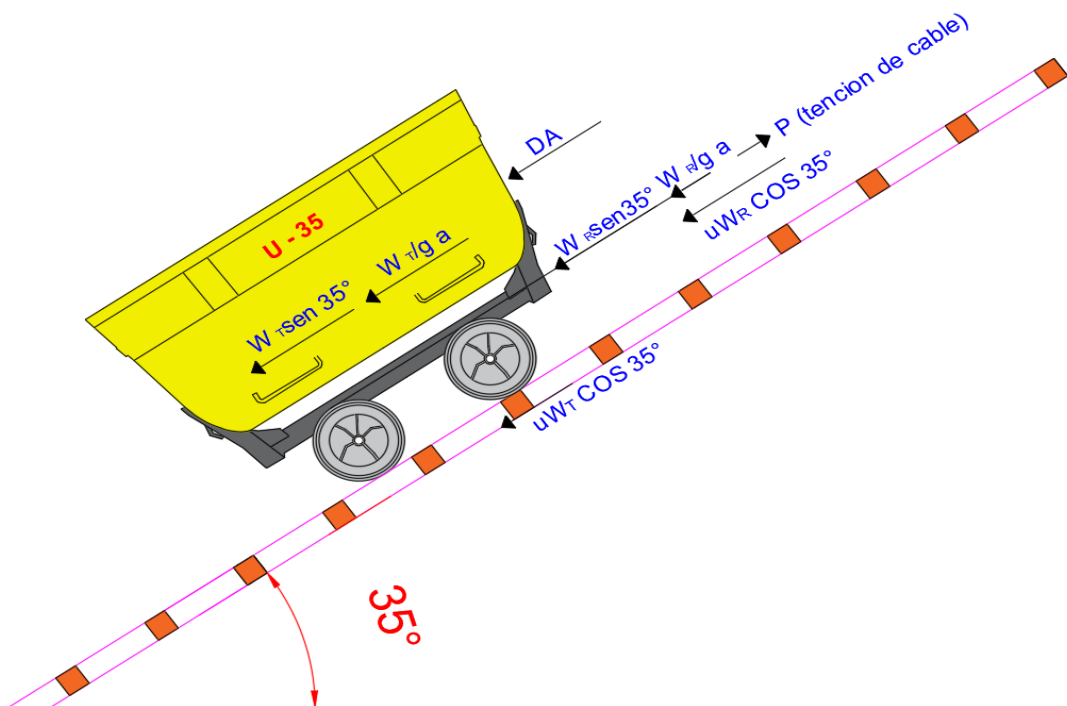


Figura 22 Fuerzas que actúan en el izaje.

De la figura 22 tenemos las siguientes ecuaciones para determinar la tensión máxima del cable (P), cabe mencionar que DA es la fuerza aerodinámica sobre el cuerpo del carro. U-35 que tiende hacer 0.

$$P = T_0 + T_a + T_b + T_c$$

$$P = (W_T) \sin(35^\circ) + (W_R) \sin(35^\circ) + \frac{W_T a}{g} + \frac{W_R a}{g} + (\mu_c W_T) \cos(35^\circ) + (\mu_r W_R) \cos(35^\circ) + 0$$

$$P = (W_T) \sin(35^\circ) + \frac{W_T a}{g} + (\mu_c W_T) \cos(35^\circ) + (W_R) \sin(35^\circ) + \frac{W_R a}{g} + (\mu_r W_R) \cos(35^\circ)$$

$$P = W_T \left[\sin(35^\circ) + \frac{a}{g} + \mu_c * \cos(35^\circ) \right] + W_R \left[\sin(35^\circ) + \frac{a}{g} + \mu_r * \cos(35^\circ) \right]$$

$$W_T = M_T g$$

$$W_R = M_R g$$

Estas ecuaciones nos facilitan calcular la tensión máxima del cable de izaje, según al art. 306 (cap. VII) del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en minería D.S. N° 023-2017-EM, el factor de seguridad de carga de rotura/carga de trabajo de los cables utilizados en minería es 5, cuando el cable se usa para el transporte de personal es 7. Algunos autores recomiendan para los piques inclinados un factor de seguridad de 8. Para el proyecto consideramos un factor de seguridad de 8.

S= Fuerza de ruptura de la cuerda.

$$S = 8 \left[W_T \left[\sin(35^\circ) + \frac{a}{g} + (\mu_c) \cos(35^\circ) \right] + W_R \left[\sin(35^\circ) + \frac{a}{g} + (\mu_r) \cos(35^\circ) \right] \right]$$



C) Cálculo del cable de izaje y su peso.

La elección del cable de acero será en base al izaje del desmonte porque tiene mayor tonelaje, en las labores de piques inclinados o piques verticales en minería subterránea; los cables de tipo “flattened strand” son los más utilizados para su sistema de izaje, en donde se utilizan las relaciones de masa y fuerza. Ver la Tabla 14.

$$\text{Masa } m \left[\frac{kg}{m} \right] = 0.41 d^2$$

$$\text{Fuerza } S [KN] = 55 d^2$$

Cálculo del peso total del carro U-35 y peso del cable de acero.

El peso (tara) del carro U-35 según su catálogo es 0.70 t y el peso de la carga de desmonte es de 1.67 t.

Reemplazando.

$$W_T = (\text{peso de la carga} + \text{peso del carro}) = (1.67 t + 0.70 t)$$

$$W_T = 2.37 t$$

El cable de acero se considera una longitud de 120 metros para su sistema de izaje, sabiendo que el pique inclinado tiene una longitud total de 100 metros, entonces lo restante quedara enrollada en la tambora por seguridad.

$$W_R = 120 m \times 0.41 d^2 \times \frac{1t}{1000 kg}$$

$$W_R = 120 m \times 0.41 d^2 \times \frac{1t}{1000 kg}$$



$$W_R = 0.049xd^2$$

Se asume que $\mu_c = 0.05$, $\mu_r = 0.1$, $a = 0.2 \text{ m/s}^2$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $\cos(35^\circ) = 0.81$,
 $\sin(35^\circ) = 0.57$

Reemplazando los datos tenemos.

$$55 d^2 = 8xg \left[W_T \left[\sin(35^\circ) + \frac{a}{g} + (\mu_c) \cos(35^\circ) \right] + W_R \left[\sin(35^\circ) + \frac{a}{g} + (\mu_r) \cos(35^\circ) \right] \right]$$

$$55 d^2 = 8x9.81 \left[2.37 \left[0.57 + \frac{0.2}{9.81} + 0.05x0.81 \right] + 0.049xd^2 \left[0.57 + \frac{0.2}{9.81} + 0.1 * 0.81 \right] \right]$$

$$55 d^2 = 117.344 + 2.582 x d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{117.344}{52.418}}$$

$$d = 1.496 \text{ cm} = 15 \text{ mm}$$

Consideraremos el cable de acero de 16 mm pensando para el izaje de dos carros U-35 en los próximos futuros.

El valor de W_R según la formula, para la longitud total de 120 m de este cable es:

$$W_R = 0.049xd^2$$

$$W_R = 0.049x(1.60 \text{ cm})^2 = 125.440 \text{ kg}$$

Entonces la masa de cable de izaje es:

$$m \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right] = 0.41 (1.60)^2 = 1.05 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

y la fuerza de ruptura de cable es:

$$S[KN] = 55 (1.60)^2 = 140.80 N$$

La tensión máxima en el cable de acero en el momento de izaje del desmonte es: 140.80 N.

Según el diámetro nominal de cable calculado que es 16 mm, ahora analizamos si coincide los resultados calculados con el catálogo. Ver la Tabla 15.

Tabla 15

Datos de cables de alambre para minería.

Diámetro nominal	Masa aproximada 6 x 19 a 6 x 25 Kg/100m	Fuerza de ruptura mínima Kn
16	105	164
18	132	206
20	164	255
22	200	312
24	237	369
26	276	432

Fuente: catalogo Wire & Rope Strand de A. Noble Son LTD.

Por lo tanto, se escogió un cable con las siguientes características para el izaje de mineral y desmonte en el pique inclinado. Ver Tabla 16.

Tabla 16

Características del cable para un izaje óptimo.

Tipo	Flattened – Triangular Strand (de torones perfilados – triangulares)
Distribución de alambres	6 x 23 (6 x 10/12/)
Dirección de corchado (Lay)	Lang's Lay (corchado directo)
Diámetro	16 mm
Fuerza Mínima de Ruptura	141 kN

D) Winche de tambor cilíndrico simple.

De acuerdo al Art. 300 (Capítulo VII) del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en minería D.S. N° 023-2017-EM el enrollamiento del cable debe efectuarse en forma suave, sin golpes, una capa sobre otra, hasta un máximo de (3) si la superficie del tambor tiene canales helicoidales, en espiral o no tiene canales y hasta cuatro (4) capas de resina. En ningún momento debe tener más de tres (3) vueltas muertas de cable de acero.

$$\frac{\text{Diametro de cable}}{\text{Diametro de tambor}} = \frac{1}{48}$$

$$\frac{16 \text{ mm}}{\text{Diametro de tambor}} = \frac{1}{48}$$

$$\text{Diametro de tambor} = 16 \text{ mm} \times 48 = 768 \text{ mm} \times \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} = 0.768 \text{ m}$$

Para calcular el ancho de la tambora utilizaremos la siguiente formula, la capacidad de la tambora será.

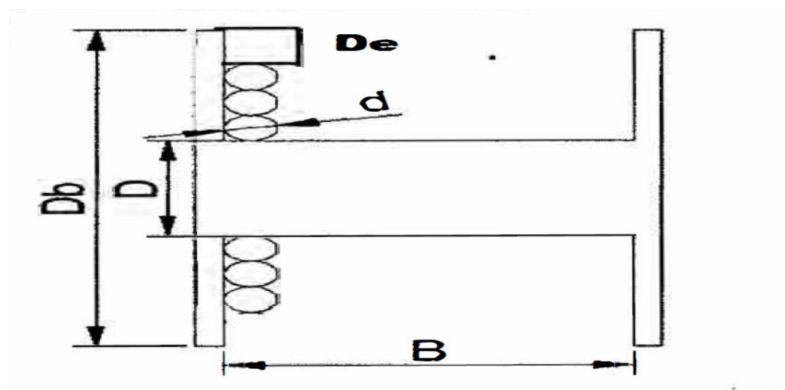


Figura 23 Esquema de una tambora.

Fuente: Arias (2013).



La capacidad de la tambora podemos deducir de la ilustración anterior tenemos lo siguiente:

Longitud de cable en una vuelta, capa media.

$$L_1 = \pi \left(D + \frac{D_b + D}{2} \right)$$

Número de capas.

$$N^\circ = \frac{D_b - D}{2d}$$

Número de vueltas que se tiene.

$$N^\circ = \frac{B}{D}$$

Longitud total almacenada será:

$$L_t = \pi \left(D - \frac{D_b + D}{2} \right) \left(\frac{B}{D} \right) \left(\frac{D_b - D}{2d} \right)$$

$$L_t = \pi \left(\frac{B}{4d^2} \right) (D_b + D)(D_b - D)$$

$$L_t = \frac{B}{1273.2 d^2} (D_b^2 - D^2)$$

Dónde:

L_t : Longitud de cable (m).

B : ancho de la tambora (mm).

d : Diámetro del cable (mm).



D_b : Diámetro de brida (mm).

D : Diámetro de tambora (mm).

Despejando el ancho de la tambora B:

$$B = \frac{(1273.2)(d^2)(L_t)}{(D_b^2 - D^2)}$$

Se sabe que la cantidad de capas de enrollamiento para este izaje deben de tener solamente 3 capas. Por lo tanto, se determinará el diámetro de la brida D_b será:

$$D_b = D + (2)(3)(d)$$

$$D_b = 0.768 + (2)(3)(0.016 \text{ m})$$

$$D_b = 0.864 \text{ m}$$

Ahora calculamos la longitud del cable.

- Longitud del pique inclinado = 100 metros
- Polea y tambora = 100 metros
- Empalmes amarres y cortes = 50 metros
- $L_t = 250 \text{ m}$

Reemplazado el dato se tiene:

$$B = \frac{(1273.2)(d^2)(L_t)}{(D_b^2 - D^2)}$$

$$B = \frac{(1273.2)(16 \text{ mm}^2)(250 \text{ m})}{(864 \text{ mm}^2 - 768 \text{ mm}^2)}$$



$$B = 520.098 \text{ mm} = 0.520 \text{ m}$$

En la Tabla 17 se muestran las características de la tambora para el pique inclinado.

Tabla 17

Característica de la tambora.

Característica de la tambora.	Medida (metros)	Medida (pulgadas)
Diámetro de la tambora (D)	0.768	30.236
Diámetro de Brida (D_b)	0.864	34.016
Ancho de la tambora (B)	0.520	20.472

F) Máximo tonelaje de mineral por hora y turno.

Teniendo información de la longitud del pique inclinado y tiempo total empleado por izaje de ida y vuelta, se calcula la velocidad de la cuerda con la siguiente formula:

$$\text{Velocidad de cuerda} = \frac{L}{\text{Tiempo total empleado por izaje}}$$

$$\text{Velocidad de cuerda} = \frac{100 \text{ m}}{7 \text{ min}} = 14.29 \text{ m/min}$$

$$\text{Velocidad de cuerda} = \left(14 \frac{\text{m}}{\text{min}}\right) \left(\frac{1 \text{ pie}}{0.3048 \text{ m}}\right) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}\right) = 0.78 \frac{\text{pie}}{\text{seg}} = 0.23 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

G) Tiempo de aceleración o desaceleración.

Según Fuentes Elescano (2010), el tiempo de aceleración se calcula con la siguiente formula.

$$\text{Tiempo de aceleración} = \frac{v}{a}$$



Donde:

v = Velocidad del cable.

a = Aceleración del cable (0.2 m/s^2).

$$\text{Tiempo de aceleración} = \frac{0.23 \text{ m/s}}{0.2 \text{ m/s}^2}$$

$$\text{Tiempo de aceleración} = 1.15 \text{ s}$$

H) Eficiencia del mecanismo.

$$n = \frac{0.90 \times w}{w + k \times w''}$$

$$w'' = (w + w_s + 0.5 \times w_r) \sin(35^\circ) \\ + (w + w_s)0.02 \times \cos(35^\circ) + 0.10 \times w_r \cos(35^\circ)$$

$$w = 1670 \text{ kg}, w_s = 700 \text{ kg}, w_r \\ = 125.440 \text{ kg}, \sin(35^\circ) = 0.57, \cos(35^\circ) = 0.81$$

$$w'' = (w + w_s + 0.5 \times w_r) \sin(35^\circ) + (w + w_s)0.02 \times \cos(35^\circ) + 0.10 \times w_r \cos(35^\circ)$$

Reemplazando en la formula.

$$w'' = (1670 + 700 + 0.5 \times 125.44)(0.57) + (1670 + 700)(0.02)(0.81) + (0.10)(125.44)(0.81)$$

$$w'' = 1435.205 \text{ kg}$$

Reemplazando en la formula.

$$n = \frac{(0.90)(1670 \text{ kg})}{1670 \text{ kg} + (0.05)(1435.205 \text{ kg})}$$



$$n = 0.86 \%$$

I) Requerimiento del motor.

Paso 01: Se procede a calcular los componentes de acuerdo a la Tabla 03 y asignación correspondiente de datos.

Tabla 18

Valores de los componentes.

Nomenclatura	Cálculo	Valor	Unidad
w	$= (1.67 \text{ Tm})(1000 \text{ Kg/Tm})$	1670	Kg
w_s	$= 700 \text{ Kg}$	700	Kg
w_r	$= (100 \text{ m})(1.05 \text{ kg/m})$	105	Kg
w_a	$= (0.5)(0.23 \text{ m/s})(1.15 \text{ s})(1.05 \text{ kg} / \text{m})$	0.14	Kg
w_b	$= (0.5)(0.23 \text{ m/s})(1.15 \text{ s})(1.05 \text{ kg} / \text{m})$	0.14	Kg
w_{r0}	$= (105 \text{ Kg}) + (90 \text{ m} + 15 \text{ m})(1.05 \text{ kg/m})$	215.25	Kg
W_0	$= (105 + 75(0.750))0.406^2$	26.58	Kg
W''	$= 1670 + 700 + 26.58$	2396.58	Kg
v		1.2	m/s
t	$= \frac{100}{1.2} + 0.5(1.15 + 1.15)$	84.48	s
t_a		1.15	s
t_b		1.15	s
t_s		19	s
t_0		5	s
L		100	m
φ		35	grados
E	$= \frac{(0.90)(1670 \text{ kg})}{1670 \text{ kg} + (0.05)(1435.205 \text{ kg})}$	0.86	

Paso 02: Reemplazando las fórmulas de la Tabla 1 y 2, con los datos obtenidos para el cálculo de las siguientes potencias por periodo. Ver la tabla 19 y 20.

Tabla 19

Potencias por periodo.

Periodo	Símbolo	Izaje no balanceado	valor
Potencia de aceleración (máxima)	(1)	$W'' v^2 + \frac{32.2 \times 102 \times t_a}{102}$	0.91
Potencia de desaceleración (máxima)	(2)	$W'' v^2 - \frac{32.2 \times 102 \times t_b}{102}$	-0.91
Potencia en el comienzo de aceleración (equivalente)	(3)	$+(w + w_r + w_s)v \sin \varphi$	15.89
Potencia en la velocidad máxima en el final de la aceleración	(4)	$+(w + w_r + w_s - w_a)v \sin \varphi$	16.60
Potencia en la velocidad máxima al principio de la desaceleración	(5)	$(w + w_s + w_b)v \sin \varphi$	15.89
Potencia al final de la desaceleración (potencia equivalente)	(6)	$(w + w_s)v \sin \varphi$	15.89
Potencia por fricción (promedio) para piques inclinados	(7)	$+ 7a + 7b + 7c$	5.60

Tabla 20

Potencias del sistema de izaje.

Descripción	Símbolo	Formula	Valor
Potencia Fricción mecánica	7a	$+ \frac{(w+w_s+0.5w_r)v \sin \varphi}{102} + 7b + 7c)x(\frac{1-E}{E})$	16.80
Potencia Fricción de rodamiento	7b	$+ \frac{(w + w_s)v \times 0.02 \cos \varphi}{102}$	0.45
Potencia Fricción de cable	7c	$\frac{w_r \times 0.10 v \cos \varphi}{102}$	0.10

Paso 03: Resultando finalmente los siguientes datos para el cálculo de las potencias en el diagrama de izaje para cada punto ver la Tabla 21.

Tabla 21

Valores de potencias finales.

Punto	Valor (Kw)	Tiempo
A	6.64	1.15
B	22.20	1.15
C	21.49	19
D	4.78	19

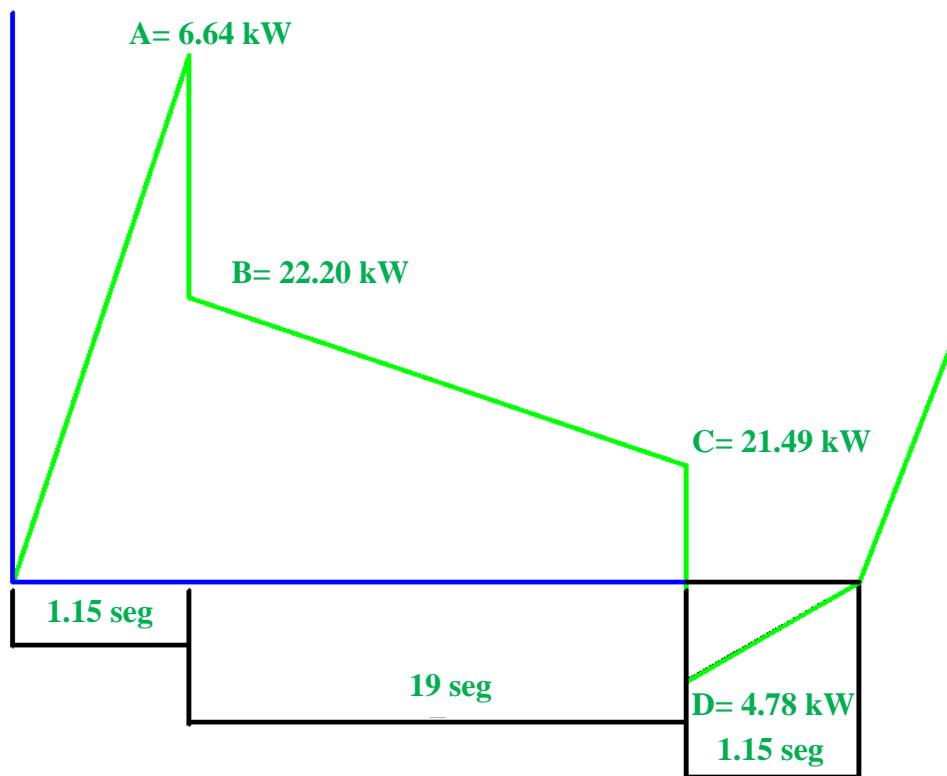


Figura 24 Diagrama de potencia para izaje.

J) Capacidad del motor del winche eléctrico.

Con el resultado de la Tabla 21 reemplazamos en la ecuación para obtener la capacidad de motor.



$$RMS (kW) = \frac{A^2 \times t_a + \left(\frac{B^2 + C^2 + BC}{3}\right) + t_s + (D^2 \times t_a)}{\frac{t_a}{2} + t_s + \frac{t_b}{2} + \frac{t_0}{4}}$$

$$RMS (kW) = \frac{6.64^2 \times 1.15 + \left(\frac{22.20^2 + 21.49^2 + 22.20 \times 4.78}{3}\right) + 19 + 4.78^2 \times 1.15}{\frac{1.15}{2} + 19 + \frac{1.15}{2} + \frac{5}{4}}$$

Finalmente obtenemos el requerimiento del motor del winche de izaje.

$$RMS (kW) = 26.78 \cong 35.91 Hp$$

Pensando en el futuro y por seguridad consideraremos un motor para el winche eléctrico de 40 Hp.

4.3. EVALUACIÓN DE LA LABOR Y SISTEMA DE EXTRACCIÓN.

Hipótesis 03: El pique inclinado y el winche de izaje en comparación con el anterior sistema mejora en gran cantidad la producción.

4.3.1. Producción mediante el sistema de extracción manual.

En la Tabla 22, se muestra la producción de mineral por día en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata.

Tabla 22

Producción de mineral manual.

Turno	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Día	6.55	5.87	6.65	6.63	6.23	5.64
Noche	5.89	6.42	7.12	6.65	5.96	7.15
Madrugada	6.12	6.57	5.84	5.87	6.12	6.19
Total	18.56	18.86	19.61	19.15	18.31	18.98

La extracción de mineral de la labor pique vertical 030 era realizada por 12 trabajadores, se trabajaba tres guardias durante el día con 8 horas efectivas cada una, donde la producción fue de la siguiente manera: 0.78 t/hora, 6.30 t/guardia, 18.91 t/día, 113.47 t/semana y 453.88 t/mes. Ver la Tabla 23.

Tabla 23

Producción de mineral mediante sistema manual.

t/hora	t/guardia	t/día	t/mes.
0.78	6.30	18.91	453.88

En la Tabla 24, se muestra la producción de mineral mediante el sistema de extracción manual, utilizando poleas de construcción civil y una sogá.

Tabla 24

Producción de mineral mensual mediante el sistema manual.

Mes	t/mes
Enero	452.36
Febrero	455.03
Marzo	454.36
Abril	451.87
Mayo	450.98
Junio	454.52
Promedio	453.19

Fuente: Base de datos operación mina COMINSAT.

En la Figura 25, se visualiza la producción de mineral mensual, durante los seis meses obteniéndose como promedio de 453.19 t/mes.

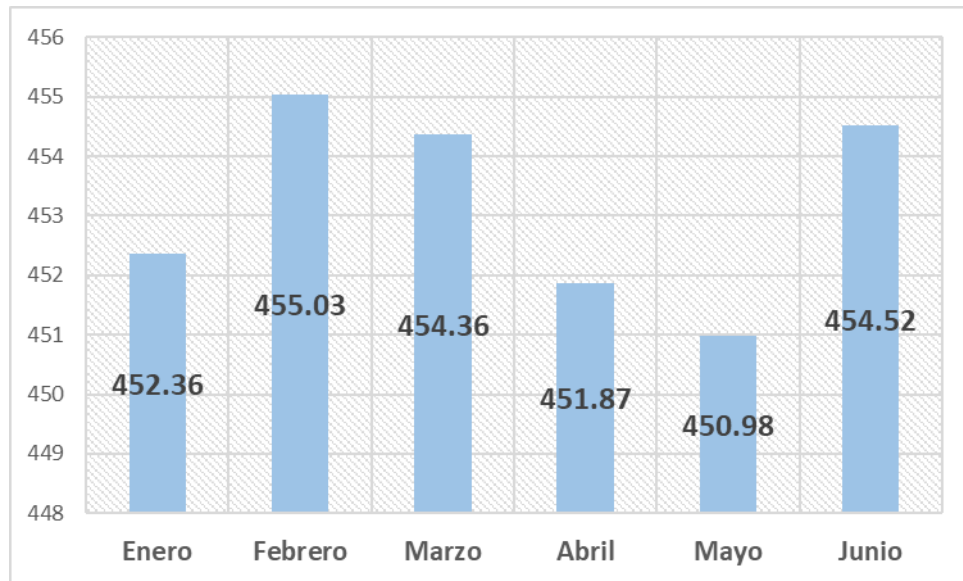


Figura 25 Extracción de mineral mensual sistema manual.

4.3.2. Producción mediante el nuevo sistema de extracción.

En la Tabla 25, se muestra el ciclo de transporte mediante el nuevo diseño de la labor en pique inclinado.

Tabla 25

Ciclo de transporte (izaje) con tiempos estimados.

Ciclo de izaje del coche U-35	Control de Tiempo
Traslado del coche U-35 hacia la cámara de winche Nv.2118	00:02:00
Coche minero U-35 en bajada vacío del Nv.2118 al Nv.2060	00:03:50
Cargado del coche U-35 en Nv.2060 y acarreo.	00:11:00
Izaje del coche U-35 con mineral del Nv.2060 al Nv.2118	00:03:80

Fuente: Elaboración propia.

Resultando el ciclo de izaje estimado de 20:30 minutos; en el transporte de mineral o desmonte de un carro U-35 en la labor pique inclinado.



a) Calculo número de carros U-35 por hora.

$$N^{\circ} \text{ carros por hora} = \frac{1 \text{ hora}}{\text{tiempo de ciclo estimado de un carro U - 35}}$$

$$N^{\circ} \text{ carros por hora} = \frac{60 \text{ min.}}{20.30 \text{ min.}}$$

$$N^{\circ} \text{ carros por hora} = 2.95 \cong 3 \text{ carros}$$

b) Calculo número de carros U-35 por guardia.

$$N^{\circ} \text{ carros por guardia} = (N^{\circ} \text{ carros por hora})(\text{tiempo de izaje efectivo})$$

$$N^{\circ} \text{ carros por guardia} = 3 \times 6 = 18 \text{ carros}$$

Se realiza el izaje durante 6 horas efectivas en cada guardia, restando una hora de ventilación por seguridad y a media guardia se tiene una hora de descanso, se sabe que se trabaja 8 horas por guardia.

c) Calculo número de carros U-35 por día.

$$N^{\circ} \text{ carros por dia} = (N^{\circ} \text{ carros por guardia})(3 \text{ guardias por dia})$$

$$N^{\circ} \text{ carros por dia} = 18 \times 3 = 54 \text{ carros}$$

d) Calculo número de carros U-35 por mes.

$$N^{\circ} \text{ carros por mes} = (N^{\circ} \text{ carros por semana})(4 \text{ semanas})$$

$$N^{\circ} \text{ carros por mes} = 324 \times 4$$

$$N^{\circ} \text{ carros por mes} = 1296 \text{ carros}$$



4.3.3. Extracción de mineral y desmonte del pique inclinado.

La corporación Minera Santa Teresa Ituata se beneficia con este planeamiento que se realiza, Se cuenta con tres máquinas perforadoras de la marca RNP; las que están distribuidas de la siguiente manera, dos para frentes de mineral y uno en labor de desarrollo (desmonte).

a) Toneladas métricas por guardia de mineral y desmonte.

$$\text{Tonelada de mineral o desmonte} = (N^{\circ} \text{ de carros})(\text{capacidad de carga})$$

Donde:

t = Toneladas métricas de mineral o desmonte.

$$C_{\text{mineral}} = \text{Carga o capacidad de carga U-35 (1.36 t)}$$

$$C_{\text{desmonte}} = \text{Carga o capacidad de carga U-35 (1.67 t)}$$

$$N^{\circ} \text{ carros por guardia} = 7 \text{ carros desmonte} + 11 \text{ carros mineral} = 18 \text{ carros}$$

$$\text{Tonelada de desmonte por guardia} = (7 \text{ carros})(1.67 t) = 11.69 t$$

$$\text{Tonelada de mineral por guardia} = (11 \text{ carros})(1.36 t) = 14.96 t$$

b) Toneladas métricas por día de mineral y desmonte.

$$N^{\circ} \text{ carros por día} = 21 \text{ carros desmonte} + 33 \text{ carros mineral} = 54 \text{ carros}$$

$$\text{Tonelada de desmonte por día} = (21 \text{ carros})(1.67 t) = 35.07 t$$

$$\text{Tonelada de mineral por día} = (33 \text{ carros})(1.36 t) = 44.88 t$$

b) Toneladas métricas por mes de mineral y desmante.

$$N^{\circ} \text{ carros por mes} = 504 \text{ carros desmante} + 792 \text{ carros mineral} = 1296 \text{ carros}$$

$$\text{Tonelada de desmante por mes} = (504 \text{ carros})(1.67 \text{ t}) = 841.68 \text{ t}$$

$$\text{Tonelada de mineral por mes} = (792 \text{ carros})(1.36 \text{ t}) = 1077.12 \text{ t}$$

En la Tabla 26, se muestra la producción de mineral mediante el nuevo sistema de extracción por: hora, guardia, día y mes.

Tabla 26

Producción de mineral mediante el nuevo sistema de extracción.

t/hora	t/guardia	t/día	t/mes.
Mineral: 1.87	Mineral: 14.96	Mineral: 44.88	Mineral: 1077.12
Desmante: 1.46	Desmante: 11.69	Desmante: 35.07	Desmante: 841.68

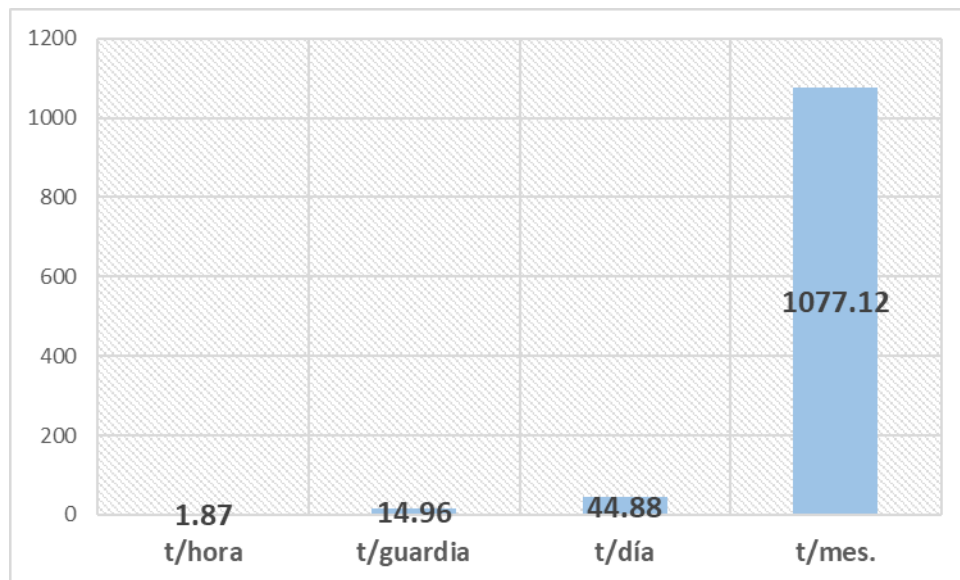


Figura 26 Producción de mineral mediante el nuevo sistema de extracción.

4.3.4. Incremento de producción con el sistema de extracción convencional.

En la tabla 27, se compara la producción anterior con la producción actual, en el nuevo sistema de extracción la producción es mucho mayor, reduciendo el personal de doce a ocho trabajadores, resultando una disminución de costos como observamos en la Figura 27.

Tabla 27

Comparación de la producción de mineral.

Ítem	Sistema manual	Nuevo sistema	Diferencia
t/hora	0.78	1.87	1.09
t/guardia	6.30	14.96	8.66
t/día	18.91	44.88	25.97
t/mes	113.47	1077.12	623.24
Personal a emplear	12.00	8	4

Fuente: Elaboración propia.

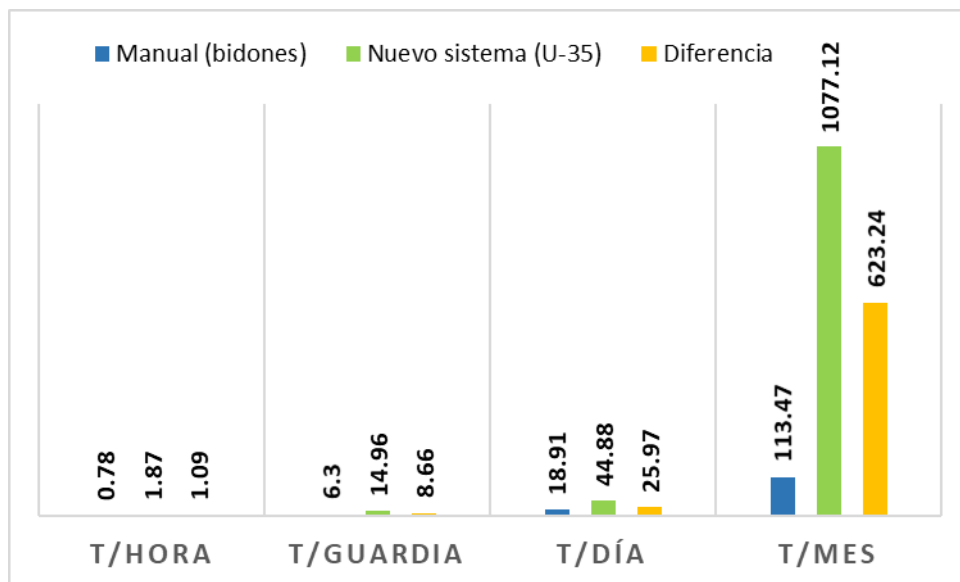


Figura 27 Producción manual vs nuevo sistema.



4.4. DISCUSIÓN.

La selección del pique inclinado, propuesto para la explotación de las reservas de mineral del nivel inferior, es factible, cumpliendo con todos los estándares establecidos en nuestro Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en minería D.S. N° 023-2017-EM, asimismo confirma la hipótesis del incremento de la producción de la veta santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata, en relación a las investigaciones realizadas por varios autores concordamos como: (Díaz, 2018), (Arias, 2013), (Arone, 2016) y (Tuero, 2019) que demuestra que el pique inclinado es una alternativa factible y mejora la producción y extracción del mineral.

El dimensionamiento e inclinación de la labor está en relación a lo calculado por otros autores como (huaracha, 2021), (cuadros, 2018) dimensión e inclinación; y (Arone, 2016) dimensión de la labor la metodología usada por estos autores es muy similar a que se usó, en relación al sistema de izaje concordamos con (huaracha, 2021) quien determino un sistema para una pequeña unidad minera, comparando sus resultados las dimensiones y la capacidad del equipo están dentro de los parámetros aceptables de diseño.

La evaluación del pozo y el inclinado nos da un incremento significativo de la producción y mejora de los servicios para el trabajo de la veta santa en la Corporación Minera Santa Teresa Ituata. Comparando con el estudio de (Fernandez, 2017) concordamos que este tipo de labores generan el aumento significativo de la producción y seguridad mejorando los beneficios económicos.



V. CONCLUSIONES

El pique inclinado en base a la evaluación es la mejor solución para el incremento de producción, de acuerdo al art. 293 (cap. VII) del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en minería D.S. N° 023-2017-EM, se determina una sección de 1.80 m x 2.00 m con un ángulo de inclinación negativa de 35 grados y con una longitud total de 100 metros, con capacidad por izaje de 1.36 t de mineral y 1.67 t de desmote, contando con refugios peatonales a cada 20 metros con una sección de 1.80 m x 2.00 m, dándonos una mejor fluidez en la extracción de mineral en el pique inclinado.

Concluimos que el nuevo sistema de izaje nos proporciona mayor cantidad de mineral mejorando los tiempos de izaje, con las características siguientes: el winche tendrá una potencia de motor de 40 Hp que se acompaña de un cable Flattened – Triangular Strand de 16 mm de diámetro, cuya relación es de 48 a 1 entre el diámetro de la tambora y el cable.

Concluimos que mediante el nuevo diseño de la labor y el nuevo sistema de extracción se incrementa la producción en 89.47 %, donde se mejoró las condiciones como sección amplia, circuito de ventilación y menos esfuerzo del trabajador. Resultando la incrementación de producción en gran cantidad, de 1.87 t/hora, 14.96 t/guardia, 44.88 t/día y 1077.12 t/mes, en comparación al sistema de extracción manual utilizando bidones poleas de construcción para el izaje; que es 0.78 t/hora, 6.30 t/guardia, 18.91 t/ día y 113.47 t/ mes.



VI. RECOMENDACIONES

Recomendamos para la ejecución del pique inclinado se tiene que realizar el estudio geomecánico, con la finalidad de conocer la calidad de roca en zona de estudio, así impedir gastos adicionales en el material de sostenimiento.

Realizar el levantamiento topográfico todos los días para evitar desviaciones, asimismo, se tiene que realizar el control topográfico como: gradiente, punto de dirección y ángulo de inclinación negativa de 35 grados.

A medida de su profundización del pique inclinado, se debe priorizar el avance del crucero con el propósito de impactar al mineral e inmediatamente construir la chimenea de ventilación, para la recirculación del aire viciado o contaminado, de esta manera crear ambiente saludable para el trabajador que labora.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Calla, Lino D. 2013. “Planeamiento y Diseño Del Sistema de Extracción Del Proyecto de Profundización de La U.O San Braulio Uno (Tesis de Pregrado).” Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4500>
- Arone Alarcon, Percy. 2016. “Planeamiento y Diseño Del Pique Inclinado 340 Para El Incremento de Producción En La Unidad Chaparral, Compañía Minera Golden River Resources Chaparra - Caraveli - Arequipa - 2016 (Tesis de Pregrado).” Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Abancay, Perú, Abancay, Perú. <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/548>
- Avila Ramos, Milton B. 2020. “Optimización de La Extracción de Mineral Con Winche de Izaje, Para Incrementar La Producción En La Mina Challhuamayo de La Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata (Tesis de Pregrado).” Universidad Nacional de Moquegua, Moquea, Perú.
<https://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/240>
- Barzola Ceras, Roberto J. 2018. “Influencia Del Diseño Del Pique Inclinado En 30° En La Profundización Veta Julie 2 En La CIA. Minera Poderosa S.A (Tesis de Pregrado).” Universidad Continental, Huancayo, Perú.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4993>
- Carpio Vera, Dolfer Joseph. 2016. “Construcción Del Pique 35 Del Nivel 7 Al 12 Veta Tres Ranchos (Tesis de Pregrado).” Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. <https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.05>
- Catálogo técnico de cables de izaje: Wire & Rope Strand, A. Noble & Son LTD. n.d. *Underground Mining*. <https://www.nobles.com.au/en-au/product-catalogue/wire-rope-strand>
- Choquehuanca Huaylla, Luis 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 (Tesis de Pregrado).” Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa, Perú. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4903>



- Cuadros Salcedo, Marco A. 2018. “Estudio Técnico Económico de La Profundización Mediante El Pique Inclinado 370 Niveles 4370 Al 4270 Veta Juanita – Mina Casapalca (Tesis de Pregrado).” Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSA_2d94c28241882c832c6d12241df967fb/Details
- Díaz Campos, Rosa J. 2018. “Diseño Del Sistema de Extracción Mediante Un Pique Inclinado Del Proyecto de Profundización 073 En La Unidad Minera Los Pircos – Santa Cruz – Perú 2018 (Tesis de Pregrado).” Universidad Privada del Norte, Perú.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14089>
- Fernandez Huichi, Wilberth D. 2017. “Implementación Del Skip Con Guiaderas de Madera Para La Profundización Del Pique Inclinado 90 e Incremento de Extracción de Mineral En Minera La Española S.A (Tesis de Pregrado).” Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6984>
- Fuentes Elescano, Manuel. 2010. *Equipamiento de Minas Subterráneas*. Lima - Peru.
<https://es.scribd.com/document/362530877/Equipamiento-de-Minas-Subterranas-Manuel-Elescano>
- Herrera, Juan. 2019. *Introducción a La Minería Subterránea. Vol. II: Construcción de Accesos*. Vol. II. Madrid.
- Huaracha Concha, Wilber R. 2021. “Construcción Del Pique Inclinado Mercedes – NV 480 Para Mejorar La Producción En La Unidad Minera San Juan de Arequipa. (Tesis de Pregrado).” Universidad Nacional San Abad del Cusco, Cusco, Perú.
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5687>
- Huraca Guerrero, Balty D. 2018. “Estudio Técnico Económico Del Minado de La Veta Juanita En El Nivel 06 Mediante El Pique Inclinado 370, U.E.A Londres - Cia Minera Casapalca S.A 2017 (Tesis de Pregrado).” Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2789>

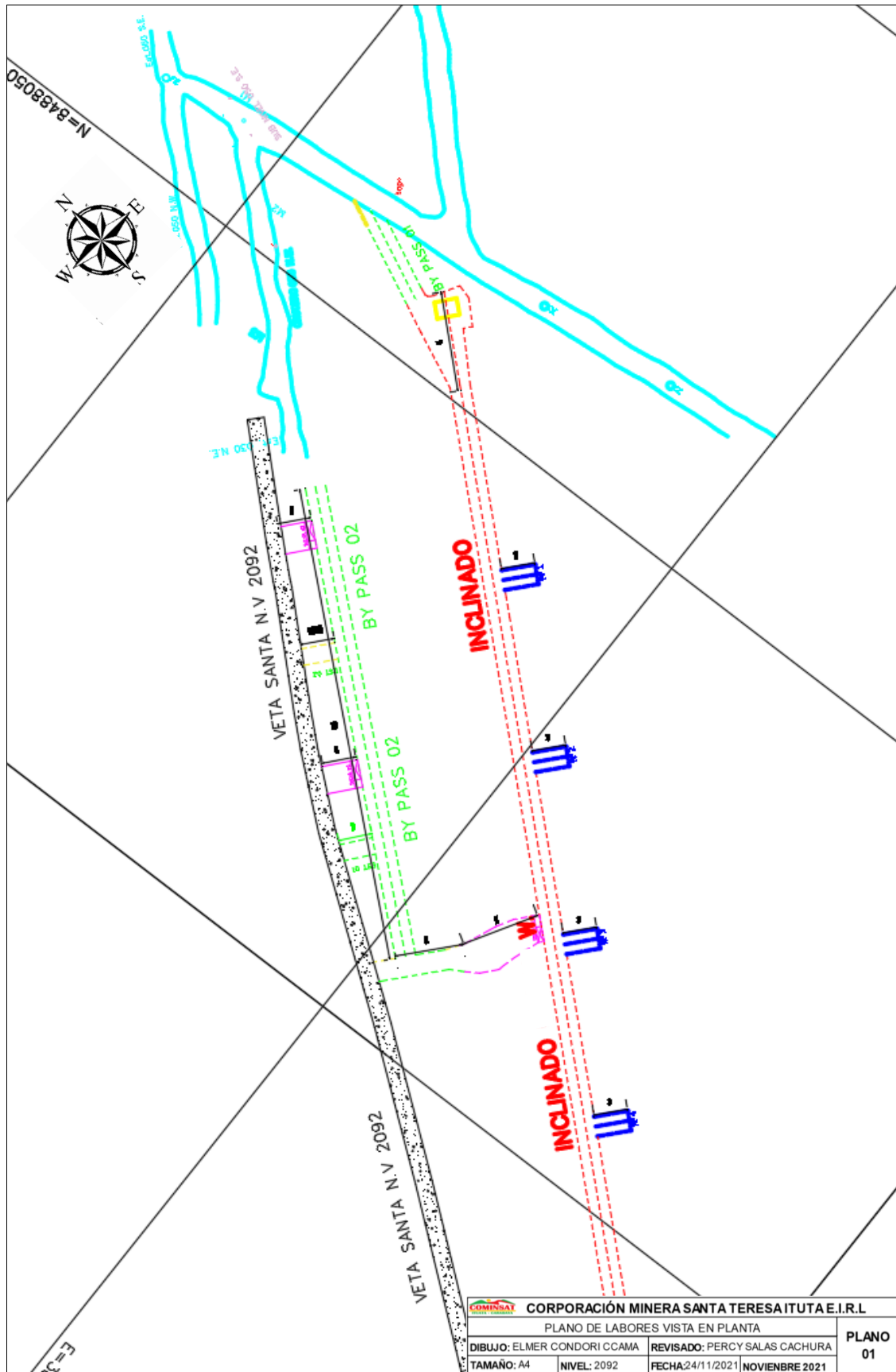


- Loyola Malqui, Gerardo. 2013. "Construcción Del Pique 158E Para La Optimización Del Laboreo Minero En La Unidad De Paula – Cedimin S.a.C. (Tesis de Pregrado)." Universidad Nacional Del Centro Perú, Huancayo, Perú.
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/2175>
- Mamani Ccari, Hector. 2019. "Diseño y Construcción Del Inclinado Nueva Mercedes Para El Incremento de Producción de La Veta Mercedes En La U.E.A. San Juan de Arequipa (Informe de Suficiencia)." Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3280190>
- Medina, Hugo. 2006. *Sistemas de Izaje En Minería Subterránea Piques y Winches*. Lima - Peru.
https://www.academia.edu/17718388/SISTEMAS_DE_IZAJE_EN_MINER%C3%8DA_SUBTERR%C3%81NEA_PIQUES_Y_WINCHES
- Murillo, W. (2008). La investigación científica. Consultado el 18 de abril de 2008 de Revista Educación 33(1), 155-165 ISSN: 0379-7082, 2009, " La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica"
<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Rengifo Arakaki, Rodrigo A. 2022. "Propuesta de Planeamiento y Diseño de Un Pique Inclinado Como Sistema de Extracción de Una Mina Convencional Al Norte Del Perú (Tesis de Pregrado)." Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/187516>
- Tuero Calcina, Jose c. 2019. "Diseño de Pique Inclinado y Planeamiento Del Sistema de Extracción Para Incrementar La Producción de Mineral En La Unidad Minera Cuatro Horas Macdesa S.A. (Tesis de Pregrado)." Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. <https://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/12630>
- Túllume Agapito, Johnny. 2016. "Automatización e Implementación de Un Sistema Scada Para Mejorar El Desempeño Del Sistema de Izaje Por Winches En Minería Subterránea de La Compañía Minera Casapalca S.A." Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/908>



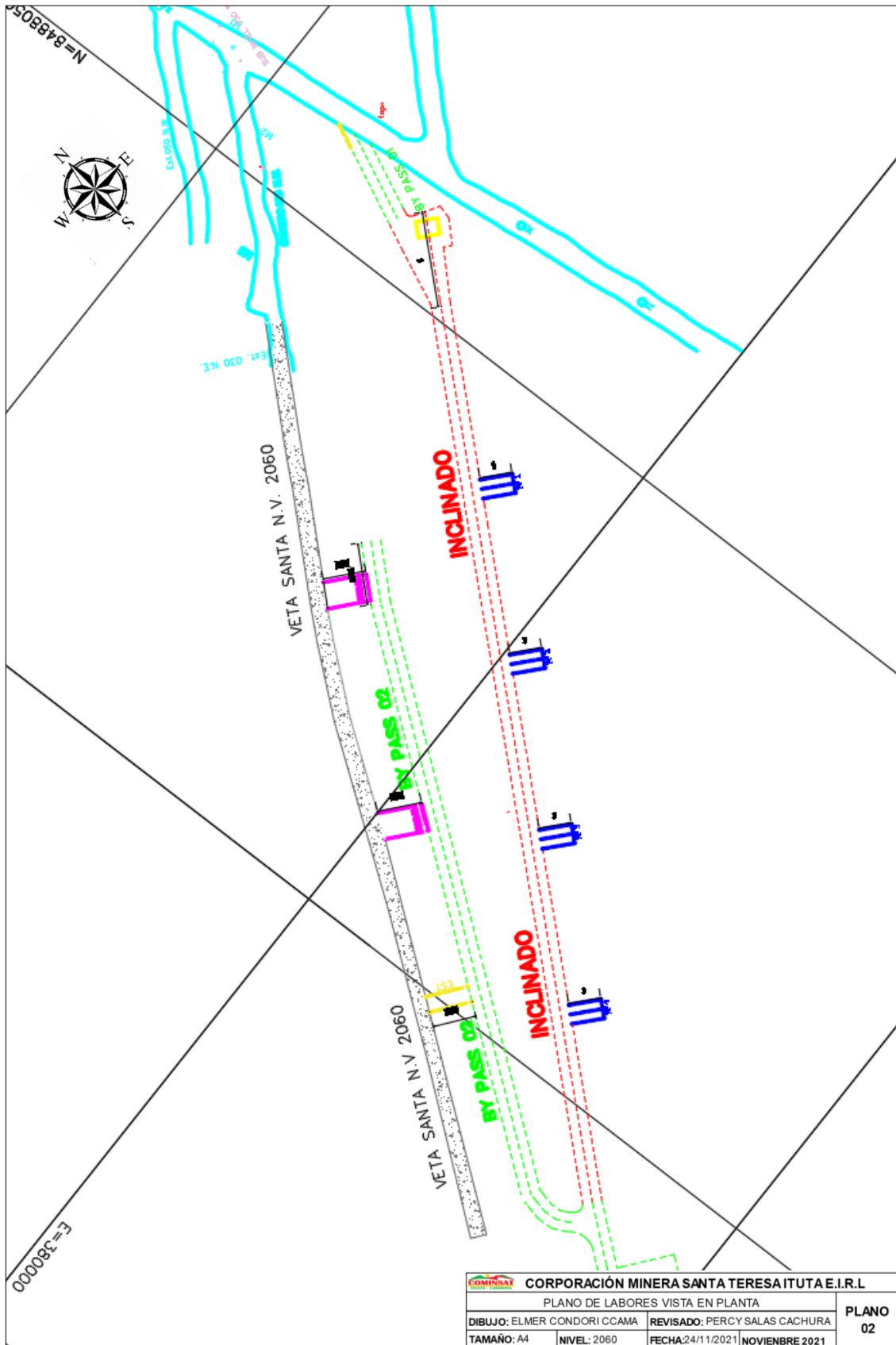
ANEXOS

Anexo 1 Plano topográfico vista en planta en el nivel 2092.



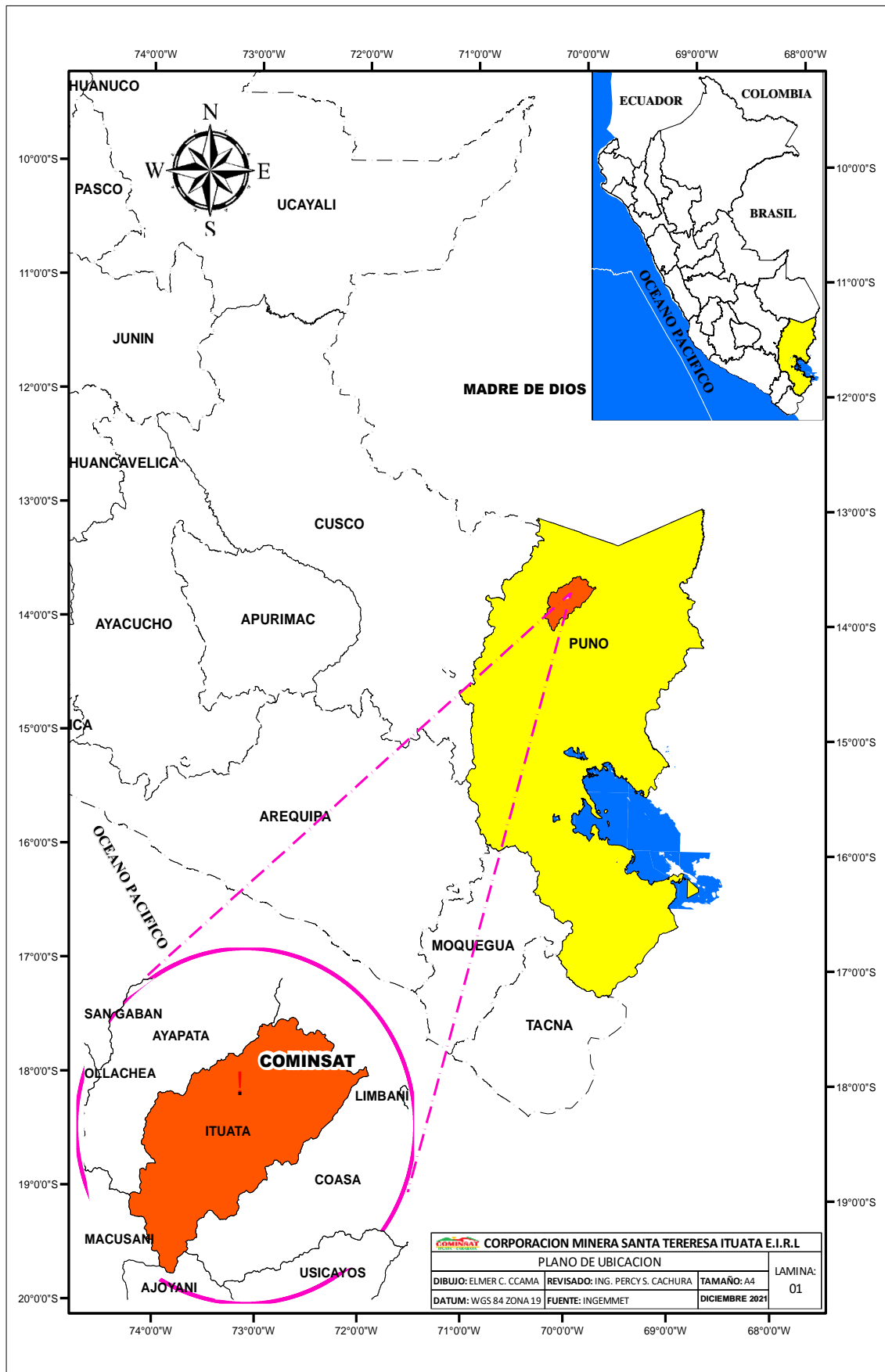
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2 Plano topográfico vista en planta en el nivel 2060.

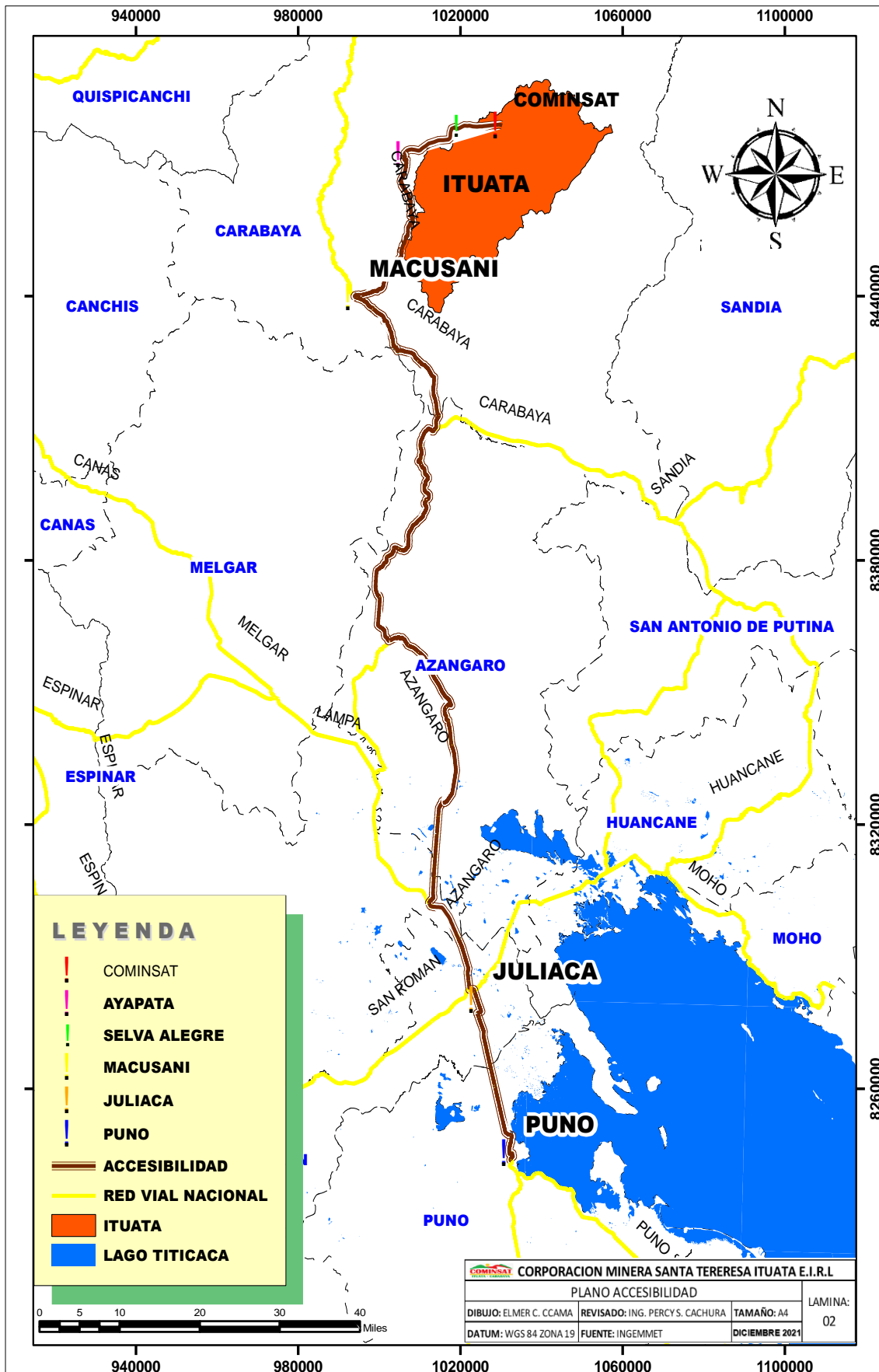


Fuente: Elaboración propia.

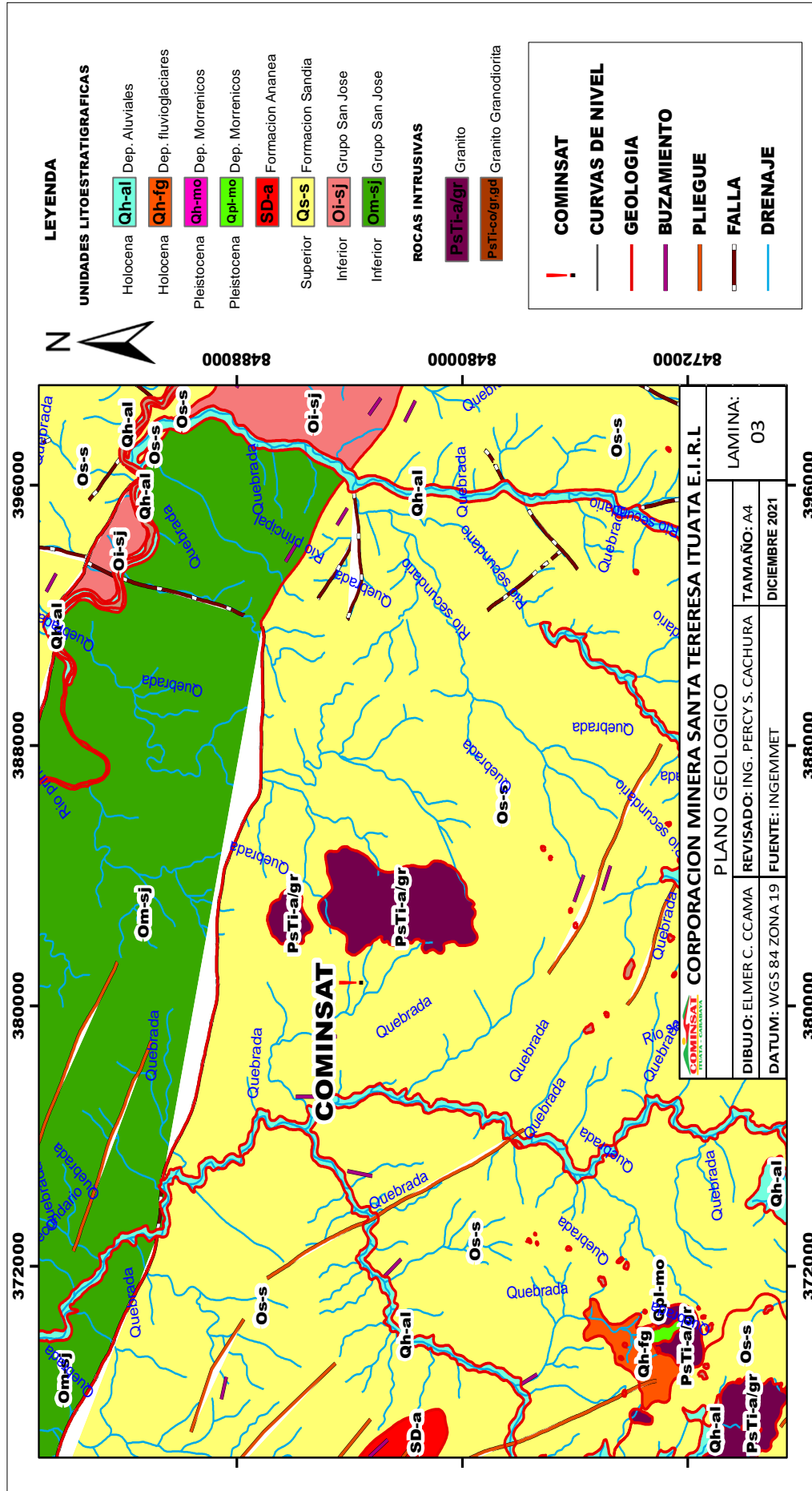
Anexo 4 Ubicación del proyecto minero.



Anexo 5 Accesibilidad al proyecto minero.



Anexo 6 Unidades litoestratigráficas.





Anexo 7 Índice de resistencia y alteración.

Grado	Índice de resistencias	Resis. Comp. (Mpa)
R1	Deleznable con golpes firmes con la punta del martillo de geológico se desconcha con una cuchilla.	1.0 – 5.0
R2	Se desconcha con dificultad con cuchilla, marcas poco profundas en la roca con golpe firme del matillo (de punta).	5 - 25
R3	No se raya ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo geológico.	25 - 50
R4	La muestra se rompe con más de un golpe del martillo de geólogo.	50 - 100
R5	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra.	100 - 250
R6	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo.	> 250

Fuente: calificación de RMR de Bienniaowski.

Grado	Índice de alteración
I sana	Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás ligera decoloración sobre superficies de discontinuidades principales.
II ligero	La decoloración indica alteración del material rocoso y superficie de discontinuidad. El material descolorido extremadamente es más débil que es su condición sana.
III moderada	Menos del mate rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decolorada se presenta con un marco continuo o como núcleo rocoso.
IV muy alter.	Mas de la mitad del material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a un suelo. La roca sana o decolorada se presenta como un núcleo rocoso.
V descompuesto.	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa rocosa a un se conserva intacta.

Fuente: calificación de RMR de Bienniaowski.

Anexo 8 Valorización del macizo rocoso.

PARÁMETRO	RANGO DE VALORES Y VALORIZACIONES										VALORACIÓN					
	> 250	15	100 - 250	12	50 - 100	7	25 - 50	4	<25	2	<5	1	<1	0	1	100 - 250
Resist. Comp. Uniaxial (Mpa)	90 - 100	20	75 - 90	17	50 - 75	13	25 - 50	8	<25	<25				3	2	75 - 90
RQD %	> 2	20	0.6 - 2	15	0.2 - 0.6	10	0.06 - 0.2	8	<0.06	<0.06				5	3	0.6 - 2
CONDICIÓN DE JUNTAS	Persistencia	< 1 m	1 - 3 m	4	3 - 10 mm	2	10 - 20 m	1	> 20 mm	> 20 mm				0	4A	1 - 3 m
	Apertura	Cerrada	< 0.1 mm	5	0.1 - 1.0 mm	4	1 - 5 mm	1	> 5 mm	> 5 mm				0	4B	0.1 - 1.0 mm
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	5	Lig. Rugosa	3	Lisa	1	Espejo de falla	Espejo de falla				0	4C	Lig. Rugosa
	Relleno	Limpia	Duro < 5mm	4	Dura > 5 mm	2	Suave < 5 mm	1	Suave > 5 mm	Suave > 5 mm				0	4D	Limpia
	Alteración	Sana	Lig. Alterada	5	Mod. Alterada	3	Muy alterada	2	Descompuesta	Descompuesta				0	4E	lig. Alterada
AGUA SUBTERRÁNEA	Seco	15	Húmedo	10	Mojado	7	Goteo	4	Flujo	Flujo				0	5	Goteo
VALOR RMR (suma de valoración 1 a 5) = 70																
CLASE DE MACIZO ROCOSO																
RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0											
Descripción	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA											



Anexo 9 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 Elmer Condon Ccama
identificado con DNI _____ en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería de Minas
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

"Diseño de pique inclinado con un sistema de izaje para el incremento de producción de
mineral en la veta Santa en la corporación minera Santa Teresa Ituata E.I.M.L.- Carabaya.
" 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 10 de Mayo del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



Anexo 10 Autorización para el depósito de tesis de investigación en repositorio.



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 Elmer Condori Ccama
, identificado con DNI 71599467 en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería de Minas
, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

“Diseño de pique inclinado con un sistema de izaje para el incremento de producción de mineral en la veta Santa en la Corporación minera Santa Teresa Ituataga I.R.L.-Carabaya.”
” 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 10 de Mayo del 2023



FIRMA (obligatoria)



Huella