UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL

DE INGENIERÍA DE MINAS

"PROFUNDIZACIÓN DE LA MINA SAN JUAN, MEDIANTE EL INCLINADO 8707, PARA INCREMENTO DE RESERVAS DE LA EMPRESA MINERA CENTURY MINING PERU SAC-2018"

TESIS

PRESENTADO POR:

CONDORI GUILLEN WASHINGTON

VIVANCO PORTOCARRERO HANS DICKY

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

ABANCAY - PERÚ

2019

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Tesis

"PROFUNDIZACIÓN DE LA MINA SAN JUAN, MEDIANTE EL INCLINADO 8707, PARA INCREMENTO DE RESERVAS DE LA EMPRESA MINERA CENTURY MINING PERU SAC-2018"

Presentado por **CONDORI GUILLEN WASHINGTON y VIVANCO PORTOCARRERO HANS DICKY**, para optar el Título de:

INGENIERO DE MINAS

Sustentado y aprobado lunes 23 de Diciembre del 2019 ante el jurado:

Presidente: _____
Dr. Leoncio Teófilo Carnero Carnero

Primer Miembro: _____
Mg. Franklin Aguirre Huillcas

Segundo Miembro: _____
Ing. Percy Leónidas Cortes Miranda

Asesor: _____
Ing. Edgar Crispin Huacac Farfan

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Agradecimiento

Un profundo agradecimiento a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac y más aún a los distinguidos docentes de la Escuela Académico – Profesional de Ingeniería de Minas, que con sus conocimientos y experiencias en el proceso de nuestra formación profesional nos ayudaron a prepararnos para afrontar nuestra actividad..

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado nuestros padres; por habernos dado la fuerza, confianza y sobre todo apoyo incondicional en todo momento, por acompañarnos en los buenos y malos momentos, por sus sabios consejos, que son por la razón de donde estamos ahora.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1
RESUMEN 2
ABSTRACT 3
CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 4
1.2 ENUNCIADO 5
- Problema general 5
- Problemas específicos 5
1.3 OBJETIVOS 5
- General 5
- Específicos 5
1.4 JUSTIFICACIÓN 6
1.5 DELIMITACIÓN 6
- Delimitación espacial. 6
- Delimitación social. 6
- Delimitación temporal. 6
- Delimitación conceptual. 6
CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO 7
2.1 ANTECEDENTES 7
- Antecedentes a nivel nacional 7
- Antecedentes a nivel local 10
2.2 BASES TEÓRICAS 10
- Método de explotación: 10
- Definición de la metodología de izaje y transporte 11
- Piques inclinados en mina 12
- Características de los piques inclinados 12
- Campos de aplicación 12
- Estructura del pique inclinado 13
- Planeamiento y diseño de piques inclinados 13
- Sistemas y normas de seguridad de los winches de izaje: 14
- Cables para isaje. 17
2.3 MARCO REFENCIAL 18
- Geología regional de la empresa minera Century Mining Perú SAC: 18
- Geología local: 19
- Geología estructural: 22

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

- Mineralización:..... 23
- Tipo de yacimiento:..... 23
- Mineralogía: 24
- Sistemas de vetas:..... 24

2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS (MARCO CONCEPTUAL)..... 25
- By Pass. 25
- Cable de izaje. 25
- Carro minero U35..... 25
- Chimeneas. 26
- Clavo rielero. 26
- Control de operaciones. 26
- Costos directos. 26
- Costos indirectos. 26
- Costos operativos o de producción mina. 26
- Cruceros. 26
- Durmiente. 27
- Eclisa. 27
- Eficiencia. 27
- Galería de extracción. 27
- Galerías sobre Veta. 27
- Izaje. 27
- Ore pass (OP). 28
- Perforación. 28
- Pique inclinado. 28
- Polea. 28
- Productividad. 28
- Profundización. 28
- Rendimiento. 28
- Riel. 28
- Transporte de mineral..... 29
- Ventilación. 29
- Voladura. 29
- Winche. 29
- Inclinado. 29
- Costos. 29
- AutoCAD. 29
- Minesight..... 30

CAPÍTULO III DISEÑO METODOLÓGICO..... 31

3.1 DEFINICIÓN DE VARIABLES 31

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE 31
3.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 31
- Hipótesis general 31
- Hipótesis específicas 32
3.4 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 32
3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA 32
- Población. 32
- Muestra. 32
3.6 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN 32
3.7 MATERIAL DE INVESTIGACIÓN 33
- Pruebas de entrada proceso y salida de la investigación 33
- Instrumentos de investigación 33
CAPÍTULO IV
RESULTADOS 34
4.1 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS EN EL DISEÑO DEL INCLINADO 34
- Mapeo geo-mecánico donde se construirá el inclinado 8707 34
- Diseño y construcción del inclinado 8707 37
- Diseño del izaje. 62
- Planeamiento de ejecución de todas las obras en la construcción. 76
- Monto de inversión en la infraestructura 77
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS. 87
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS 88
CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 89
5.1 CONCLUSIONES. 89
5.2 RECOMENDACIONES. 90
BIBLIOGRAFÍA 91
ANEXOS 93

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 31
TABLA N° 2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL INCLINADO 8707 38
TABLA N° 3 DISEÑO DE SECCIÓN DEL INCLINADO 8707 39
TABLA N° 4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EXPLOSIVO (DINAMITA) 39
TABLA N° 5 PERFORACIÓN – VOLADURA DE INCLINADO: 40
TABLA N° 6 ESPACIAMIENTO DE TALADROS SEGÚN DUREZA DE LA ROCA 41
TABLA N° 7 COEFICIENTE O FACTOR DE ROCA 41
TABLA N° 8 CALCULO DE BURDEN 43
TABLA N° 9 COEFICIENTE O FACTOR DE ROCA 47
TABLA N° 10 CALCULO DE BURDEN 49
TABLA N° 11 PERFORACIÓN-VOLADURA DE CHIMENEAS 52
TABLA N° 12 MANO DE OBRA PRIMER TURNO 58
TABLA N° 13 MANO DE OBRA SEGUNDO TURNO 58
TABLA N° 14 RELACIÓN DE EQUIPOS QUE SE TIENE 58
TABLA N° 15 NÚMERO DE TRABAJADORES 59
TABLA N° 16 GRADO DE INTOXICACIÓN DEBIDO A LOS GASES DE EXPLOSIVOS. 60
TABLA N° 17 CONSTANTES DE MASAS Y ESFUERZOS DE CABLES DE ALAMBRE 66
TABLA N° 18 DATOS DE CABLES DE ALAMBRE PARA MINERÍA DEL CATÁLOGO WIRE & ROPE STRAND DE A. NOBLE & SON LTD., ... 70
TABLA N° 19 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE CABLE ÓPTIMO PARA EL IZAJE 70
TABLA N° 20 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL WINCHE ELÉCTRICO REQUERIDAS PARA EL SISTEMA DE IZAJE 74
TABLA N° 21 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL WINCHE ELÉCTRICO REQUERIDAS 76
TABLA N° 22 AVANCE TOTAL DE ACTIVIDADES 76
TABLA N° 23 TIEMPO DE INSTALACIÓN DE COLLERAS. 77
TABLA N° 24 CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA ROCA. 77
TABLA N° 25 COSTO DE MANO DE OBRA EN LIMPIEZA. 77
TABLA N° 26 COSTO DE MATERIALES DE PERFORACIÓN EN LIMPIEZA 78
TABLA N° 27 COSTO DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD EN LIMPIEZA. 78
TABLA N° 28 COSTO DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES EN LIMPIEZA. 79
TABLA N° 29 COSTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN LIMPIEZA. 79
TABLA N° 30 COSTO DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES EN INSTALACIÓN DE RIELES. 80
TABLA N° 31 COSTO DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD EN INSTALACIÓN DE RIELES 80
TABLA N° 32 COSTO DE HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES EN INSTALACIÓN DE RIELES. 81
TABLA N° 33 COSTO DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD EN INSTALACIÓN DE RIELES 81
TABLA N° 34 COSTO DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS 82
TABLA N° 35 COSTO DE MATERIALES DE SEGURIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS. 82
TABLA N° 36 COSTO DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS 83
TABLA N° 37 COSTO DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES EN CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS 83
TABLA N° 38 COSTO DE EQUIPOS DE PERFORACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS. 84
TABLA N° 39 COSTO DE MANO DE OBRA CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE IZAJE. 85
TABLA N° 40 COSTO DE MATERIALES DE PERFORACIÓN CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE IZAJE. 85
TABLA N° 41 COSTO DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD EN CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE IZAJE. 85
TABLA N° 42 COSTO DE HERRAMIENTAS Y OTROS EQUIPOS EN CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE IZAJE. 86
TABLA N° 43 COSTO DE EQUIPO DE PERFORACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE IZAJE. ... 87
TABLA N° 44 RESUMEN DE COSTOS. 87

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

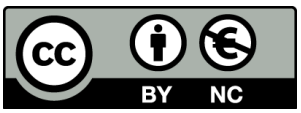
ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 ASPECTOS GEOLÓGICOS 23
FIGURA N° 2 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL MACIZO ROCOSO SEGÚN EL GRADO DE FRACTURAMIENTO Y RESISTENCIA 35
FIGURA N° 3 ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE AUTO SOPORTE SEGÚN LA CLASIFICACIÓN DEL RMR .. 36
FIGURA N° 4 DISEÑO DEL INCLINADO 40
FIGURA N° 5 CÁLCULO DE ÁREA 41
FIGURA N° 6 DISTRIBUCIÓN DE TALADROS 43
FIGURA N° 7 CÁLCULO DE ÁREA 48
FIGURA N° 8 DISTRIBUCIÓN DE TALADROS 49
FIGURA N° 9 DISEÑO DE MALLA CHIMENEA 53
FIGURA N° 10 CABLES DE ALAMBRE 64
FIGURA N° 11 DESCRIPCIÓN DEL CABLE 65
FIGURA N° 12 CABLE DE ACERO 66
FIGURA N° 13 FUERZAS INCLINADAS DE UN TREN ACARREADO POR CABLE 67
FIGURA N° 14 MASAS Y COEFICIENTES INCLINADOS DEL ACARREO DE UN TREN CON CABLE 68
FIGURA N° 15 DISEÑO DE SECCIÓN DEL PIQUE INCLINADO 75
FIGURA N° 16 DISEÑO DEL INCLINADO 8707 94

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

“PROFUNDIZACIÓN DE LA MINA SAN JUAN, MEDIANTE EL INCLINADO 8707, PARA INCREMENTO DE RESERVAS DE LA EMPRESA MINERA CENTURY MINING PERU SAC-2018”

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

INTRODUCCIÓN

La Unidad San Juan de Arequipa, Empresa Minera Century Mining Perú S.A.C. Ha venido explotando los tajos, dejados por las anteriores empresas, en la zona Esperanza, actualmente solo quedan 09 tajos en producción y 4 de ellos por agotarse en los meses siguientes. Cabe resaltar del total de producción de toneladas producida por la mina, el 70% es de la zona Esperanza.

Teniendo el problema latente se plantea por profundizar la zona, por medio de alternativas como piques verticales, inclinados y rampas. En medio de este contexto se propone por la profundización mediante un inclinado, que describiremos en el desarrollo del proyecto, para tal efecto, se determinó factores determinantes como económicos, tiempo, seguridad y el ciclo de minado.

La profundización se realizará en reservas probadas por parte del departamento de geología de la empresa, para este propósito se proyecta en esta investigación la construcción del inclinado en roca estéril. Para lo cual se plantea el siguiente esquema de proyecto.

Capítulo I. Planteamiento Del Problema.- En este capítulo se describe el problema, sacando los enunciados, los objetivos, justificaciones y las delimitaciones de la tesis.

Capítulo II. Marco Teórico.- En este capítulo buscamos los antecedentes, bases teóricas para la elaboración de la tesis, un marco referencial y conceptual que es necesario para ubicarnos de forma correcta en las teorías de la tesis.

Capítulo III. Diseño Metodológico.- En este capítulo se definen las variables y su Operacionalización, se identifican las hipótesis, se determinan el tipo y diseño de la investigación entre otros que se detallan en el presente capítulo.

Capítulo IV. Resultados.- En este capítulo se desarrolla el trabajo de tesis mostrando cálculos y resultados necesarios para la investigación, se realiza también una contrastación de la hipótesis en respuesta a los objetivos y por último la discusión de los resultados.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones.- En este capítulo de acuerdo a los objetivos de la tesis se concluyen en y se recomienda de acuerdo a los resultados obtenidos.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

RESUMEN

El trabajo de tesis se realiza para incrementar reservas en la unidad minera San Juan, para ello profundizaremos mediante inclinado 8707 y demostrar que el proyecto es viable durante toda su ejecución, teniendo en cuenta que los tajos actuales se vienen agotando al ritmo de la producción, por tal motivo nace la necesidad de buscar e incrementar las reservas y se decide realizar esta investigación y así poder continuar con las operaciones mineras en el futuro, y que este modelo de trabajo sirva para continuar con las futuras operaciones de la mina.

El presente trabajo de tesis se realizó en base a lo siguiente:

- Primero: Se realizó el mapeo geo-mecánico de la zona donde se va a construir el inclinado 8707, de la mina San Juan, con el fin de diseñar las labores de profundización.
- Segundo: Se efectúo el diseño y la construcción del inclinado 8707 para la profundización e incremento de reservas.
- Tercero: Respecto al diseño del sistema de izaje, se concluye que éste será no balanceado y que se requerirá un winche para realizar el izaje de 2 carros mineros U35, que ascenderán por el inclinado 8707, de sección 2,4 m x 2,4 m, con un ángulo de inclinación de 30º, de longitud 140 m total.
- Cuarto: Respecto al planeamiento de la ejecución de la infraestructura necesaria para el sistema de extracción del proyecto de profundización, se estimó un tiempo de 77 días para realizar todas las obras del inclinado 8707.
- Quinto: Se determinó que el monto de la inversión total de la infraestructura necesaria para el sistema de extracción de la profundización asciende a S/. 242 514.00 Producto de la evaluación económica de los precios unitarios de las herramientas y accesorios etc.

El objetivo de este trabajo de tesis es el diseño y construcción del inclinado 8707, para la exploración, desarrollo, preparación y explotación de minerales.

Se concluyó el presente trabajo de tesis con la recomendación de profundizar mediante el inclinado 8707, de la mina San Juan por ser económicamente rentable.

***Palabras clave**: Profundización, inclinado, incremento de reservas, izaje, niveles, estación de operaciones, chimenea.*

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ABSTRACT

The thesis work is carried out to increase reserves in the San Juan mining unit, for this we will deepen by inclined 8707 and demonstrate that the project is viable throughout its execution, taking into account that the current cuts are running out at the rate of production, For this reason, the need to seek and increase reserves is born and it is decided to carry out this work and thus be able to continue with the mining operations in the future, and that this work model serves to continue with the future operations of the mine.

This thesis work was carried out following the following:

- First: The geo-mechanical mapping of the area where the inclined 8707, of the San Juan mine, will be built in order to design the deepening work.
- Second: The design and construction of the inclined 8707 was carried out to deepen and increase reserves.
- Third: With regard to the design of the lifting system, it is concluded that it will be unbalanced and that a winch will be required to lift 2 U35 mining cars, which will ascend by inclined 8707, of section 1.8 mx 2.0 m, with an angle of inclination of 30º, of length 80 m total.
- Fourth: Regarding the planning of the execution of the necessary infrastructure for the extraction system of the deepening project, a time of 77 days was estimated to carry out all the works of the inclined 8707.
- Fifth: It was determined that the total investment amount of the infrastructure necessary for the deepening extraction system amounts to S/. 242 514.00 Product of the economic evaluation of the unit prices of the tools and accessories etc.

The objective of this thesis work is the design and construction of the inclined 8707, for the exploration, development, preparation and exploitation of minerals.

The present thesis work was concluded with the recommendation to deepen through the inclined 8707, of the San Juan mine for being economically profitable.

***Keywords**: Deepening, inclined, increase in reserves, lifting, levels, operating station, chimney*

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La unidad minera CENTURY MINING – PERÚ SAC desarrolla sus actividades de explotación aplicando un sistema convencional a un ritmo de producción de 200 t/día de mineral, en la dirección de operaciones han pasado muchas administraciones temporales quienes irresponsablemente no han planificado una operación continua de la mina, dedicándose únicamente a la extracción de mineral de las zonas preparadas y recuperación de pilares de los tajos antiguos. En tal sentido, no se preocuparon en hacer trabajos de exploración, preparación y desarrollo, a pesar que en el yacimiento existe un gran potencial, generando el agotamiento de las reservas probadas, a esto se suma el problema de la zona Esperanza, donde existe fallas locales de este y oeste que delimitan el yacimiento, ampliando las reservas en el nivel 566 a lo largo del rumbo de la estructura. Los sondeos diamantinos que se efectúan desde las explotaciones actuales, confirman la continuidad de la mineralización en profundidad con buenos valores y volúmenes de mineral.

La mala planificación, ha llevado a la desesperación de realizar preparaciones de labores temporales tratando de sustituir los tajos que se están agotando, generando ineficiencia, baja productividad, inseguridad y altos costos de inversión; por lo tanto, se necesita un proyecto que pueda sustituir e incrementar las reservas por un lado y por otro la producción diaria de mineral asegurada.

Por lo tanto, la mina requiere profundizar con urgencia utilizando su propio sistema convencional de equipos, materiales y personal, mediante un inclinado que permita incrementar

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

las reservas y extracción; para el efecto, se precisa diseñar un óptimo izaje del mineral en carros mineros U-35, con buenas condiciones de trabajo para el logro de objetivos.

4.2 ENUNCIADO

4.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿En qué medida la profundización de la mina San Juan mediante el inclinado 8707 permitirá incrementar las reservas de mineral y prolongar la vida de la mina de la empresa minera CENTURY MINING SAC-2018?

4.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo influirán las operaciones unitarias en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 con el sistema convencional, en la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SAC-2018?
- ¿Cuáles serán los diseños óptimos en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 para el incremento de reservas en la empresa minera CENTURY MINING PERÚ SAC – 2018?
- ¿Qué factores geo-mecánicos influirán en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 de la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SAC-2018?
- ¿Cómo influirá en los costos operativos la profundización de la mina San Juan con el inclinado 8707 de la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SAC-2018?

4.3 OBJETIVOS

4.3.1 GENERAL

Incrementar las reservas de mineral y prolongar la vida de la mina, profundizando la mina San Juan mediante el inclinado 8707 empresa minera CENTURY MINING SAC-2018.

4.3.2 ESPECÍFICOS

- Determinar las operaciones unitarias en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 de la mina de la empresa minera CENTURY MINING SAC-2018
- Definir los diseños óptimos en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 para el incremento de reservas en la empresa minera CENTURY MINING PERÚ SAC – 2018
- Identificar los factores geomecánicos que influirán en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 de la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SAC-2018
- Determinar los costos operativos en la profundización de la mina San Juan con el inclinado 8707 en la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SAC-2018

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

4.4 JUSTIFICACIÓN

El proyecto de investigación es justificable por que permitirá el incremento de conocimientos técnicos en el proceso de profundización de minas, cuando hay reservas de mineral que bien pueden ser aprovechados, haciendo uso de los conocimientos geomecánicos desarrollados en la actualidad.

El proyecto de la construcción del inclinado, se justifica por las siguientes razones:

- La mineralización de las vetas de acuerdo a sondajes realizados continúa debajo del nivel donde se proyecta la construcción del inclinado
- Las reservas de minerales en los niveles superiores de las estructuras mineralizadas en explotación, vienen agotándose, al ritmo actual de producción.
- El costo unitario de construcción comparado con el pique de igual sección, resulta menor.

4.5 DELIMITACIÓN

4.5.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Este proyecto de investigación se desarrollara en la mina San Juan de Chorunga que se encuentra en el distrito de Rio Grande, provincia de Condesuyo del departamento de Arequipa.

4.5.2 DELIMITACIÓN SOCIAL

La investigación favorecerá a la posición que lidera la empresa, así como también a la comunidad vecina al proyecto y a las diferentes áreas que hará posible que la empresa camine.

4.5.3 DELIMITACIÓN TEMPORAL

Este proyecto es de actualidad y fue fijado a realizarse en 8 meses iniciando los trabajos en el mes de Abril del 2019 y terminado el mes de noviembre del mismo año, para lo cual tuvimos que recopilar la información necesaria, procesarla, interpretarla y establecer las conclusiones.

4.5.4 DELIMITACIÓN CONCEPTUAL

Este proyecto de investigación está comprendido dentro de la ingeniería de minas teniendo los siguientes conceptos:

- **Inclinado.**
- **Perforación.**
- **Voladura.**
- **Costos.**
- **Incremento**
- **Reservas**

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

5.1 ANTECEDENTES

5.1.1 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

Según ARIAS (2013), en su tesis titulada “Planeamiento y Diseño del Sistema de Extracción del Proyecto de Profundización de la U.O San Braulio Uno”, presentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, en sus conclusiones indica: “A raíz del agotamiento de las reservas actuales de la mina y con el objetivo de extraer en el menor tiempo posible el mineral de los bloques generados entre el Nv.3880 y Nv. 3950 de las cuatro vetas principales; es decir, Magaly, Verónica, Daniela y Carol, sumado a la imposibilidad de poder ejecutar laboreos subterráneos desde el mismo Nv.3880 debido a las demoras en acuerdos con la comunidad, surge la necesidad de realizar un pique inclinado desde el Nv. 3950 hacia el Nv. 3880.

DEL PINO (1998)), en su tesis titulada: “Profundización del Pique 801 Mina Mercedes S. A., presentada a la dirección de investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas”, en su conclusiones indica: N° 2 "Las reservas de la mina Mercedes, con la profundización permite prever una vida mayor de 4 años (117 250,00 t).- Conclusión N° 3 el izaje en la mina mercedes trabaja en tres (3) turnos/día, de los cuales dos turnos son el izaje del mineral y un turno para la profundización del pique, de esta manera no se detiene la operación en la mina.- Conclusión N° 6 la sección de un pique varía según las características geomecánicas de la roca, uso que se va a dar el pique, disponibilidad de explotación de la mina, volumen que se va a transportar, tanto de materiales para la explotación, ventilación, tipo de sostenimiento del pique, para el caso de mina mercedes la sección es de 2.5 x 3 m.- Conclusión N° 8 la profundización del pique logra que las reservas aumente en un 80% y actualmente las reservas son 63 490 t.- Conclusión N°11 el motor que existe actualmente de 60 Hp y según los cálculos, cumple con nuestros requerimientos.”

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

LOYOLA, (2013) su tesis el objetivo primordial del proyecto del Pique es continuar explorando en los niveles inferiores con la finalidad de aumentar las reservas, además de contar con un sistema eficiente de extracción de mineral y desmonte, transporte de personal y movimiento de materiales, maquinarias mediante Izaje por Skips y jaula. Reconocer la profundización de la Mineralización y así poder aumentar la producción. El Pique 158 E, se estima que se debería de profundizar aproximadamente hasta la cota 4500, de acuerdo a la información de los sondajes realizados los cuales continuaran para ver la continuidad a esta cota. Por lo tanto se proyecta inicialmente realizar el pique de 04 niveles de 50 metros cada una de ellas, y en la primera etapa será desde superficie hasta Nv. 4780, y en la segunda etapa profundizará desde Nv. 4780 hasta Nv. 4680. La profundización contará adicionalmente con los siguientes niveles de operación 4830, 4780, 4730 y 4680. En cada nivel se realizara cruceros transversales S-N para reconocer las vetas: Nazareno, Ramal Crucero, Betty, Angélica, Liliana, etc. Se instaló un winche de aproximadamente 250 HP de 02 Tamboras (Partes y accesorios mecánicos – eléctricos correspondientes), con un control electrónico. La profundización se desarrolló en un tiempo aproximado de 26 meses. En el pique y accesos se utilizó los siguientes tipos de sostenimiento: Split Set, malla electrosoldada, pernos helicoidales, resinas, cuadros de madera de pino, anillos de concreto armado, etc. Se estimó un potencial por debajo del Nv. 4880 de 190,000 TCS, las cuales serán confirmadas con la continuación de las perforaciones diamantinas durante el presente año. Se tiene como reservas de mineral por debajo del nivel 4880 29,374 TCS con leyes de Au. 0,673 Oz/TCS. En forma simultánea se realizó tres operaciones que resume en: A partir del Nv. 4880 la chimenea piloto a superficie y con el objeto de no retrasar el avance, se profundizó el pique con un Winche auxiliar de 40 HP., paralelamente en superficie construcciones de bases para casa winche, castillo, infraestructuras varias e instalaciones. El Pique contó con supervisión especializada, dentro de ello un ingeniero de seguridad capacitado en trabajos de alto riesgo y trabajos en altura. Se realizó sondajes en el eje del pique para evaluar la geomecánica. Se contrató un Geotecnista para evaluar la base del Castillón y la base de la casa winche, sobre el bofedal y sus recomendaciones para tener unas instalaciones seguras.

HUARACA (2018), su trabajo de investigación tiene como objetivo explicar la profundización de la veta Juanita – U.E.A Londres – Cía. Minera Casapalca, entre los niveles 04 y 06, mediante el diseño y construcción del pique inclinado 370, con el fin de extraer las reservas minerales existentes, acorde con la expansión de la mina. El procedimiento seguido fue el siguiente: Primero: Se realizó el mapeo geomecánico de la zona donde se va construir el pique inclinado 370, entre los niveles 04 y 06 de la veta juanita, con el fin de diseñar las labores de profundización. Segundo: Se efectuó el diseño y la construcción del pique inclinado 370 para la profundización de la veta Juanita, siguiendo los lineamientos descritos en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, tipificando en el decreto Supremo N° 024-

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

2016-EM Tercero: Respecto al diseño del sistema de izaje, se concluye que este será no balanceado y que se requerirá un winche con potencia de 261 KW (350HP) para realizar el izaje de tres carros mineros U35 de 4,95 T de masa total, que ascenderán por un pique inclinado de 30°, de longitud 367 m total, a una velocidad de cuerda de 5.4 m/s. Asimismo, el winche debe tener un tambor cilíndrico, con un diámetro de 0,96 m como mínimo. Cuarto: Respecto al planeamiento de la ejecución de la infraestructura necesaria para el sistema de extracción del proyecto de profundización, se estimó un tiempo de 225 días para realizar todas las obras, pique inclinado 370, los desquinches y cuadrados de las estaciones de pique en los niveles 04 al 06, el tendido de los rieles en estas estaciones y a lo largo del pique, y por último, el armado de la plataforma e instalación del winche. Quinto: Se determinó que el monto de la inversión total de la infraestructura necesaria para el sistema de extracción de la profundización asciende a US$1 388 425, 3. Producto de la evaluación económica, se concluyó que el valor actual neto (VAN) de proyecto de profundización de mina es de US$ 1 652 903,78 y una tasa interna de retorno de 79,29% para una tasa anual de descuento de 15% Se concluyó el presente trabajo de tesis con la recomendación de profundizar la mina Casapalca, entre los niveles 04 y 06, por ser rentable económicamente.

CARPIO (2016), en su trabajo de trabajo de investigación tiene como objetivo explicar la profundización de la mina paraíso, Zona Veta tres ranchos, mediante el diseño y construcción del pique inclinado 035, para la exploración, desarrollo, preparación y explotación de minerales entre los niveles 7 al 12. El procedimiento seguido fue el siguiente:

Primero: Se realizó el mapeo geomecánico de la zona donde se va a construir el pique inclinado 035, entre los niveles 7 y 12 de la Zona tres ranchos, con el fin de diseñar las labores de profundización.

Segundo: Se efectúo el diseño y la construcción del pique inclinado 035 para la profundización de la Zona tres ranchos, siguiendo los lineamientos descritos en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, tipificado en el Decreto Supremo Nº 055-2010 EM.

Tercero: Respecto al diseño del sistema de izaje, para realizar el izaje con un Skip minero, que ascenderán por un pique inclinado 035, de sección 2,4 mx1.5m, con un ángulo de inclinación de 45º, de longitud320m total.

Cuarto: Respecto al planeamiento de la ejecución de la infraestructura necesaria para el sistema de extracción del proyecto de profundización, se estimó un tiempo de 193 días para realizar todas las obras, pique inclinado 035.

Quinto: Se determinó que el monto de la inversión total de la infraestructura necesaria para el sistema de extracción de la profundización asciende a US$ 132 004,08.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

5.1.2 ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL

En este tipo de trabajos no se encontraron antecedentes locales, se revisaron bibliografías como trabajos de tesis e informes técnicos de trabajos similares del lugar.

5.2 BASES TEÓRICAS

5.2.1 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

URÍZAR (2018), en su informe titulado ¨método de corte y relleno ascendente (Over Cut and fíll) describe lo siguiente sobre el metodo de explotacion.

a) Método de corte y relleno convencional (CRA):

Como se sabe que este método de explotación es apropiado para rocas demasiado fracturadas, el relleno que se utiliza es extraído de las labores de desarrollo y preparación, que se está realizando en los diferentes frentes en donde se laboran.

Es un método ascendente (realce). El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las paredes, y en algunos casos especiales el techo.

La explotación de corte y relleno puede utilizarse en yacimientos que presenten las siguientes características:

- Fuerte buzamiento, superior a los 50º de inclinación.
- Características físico-mecánicas del mineral y roca de caja relativamente mala (roca incompetente).
- Potencia moderada.
- Límites regulares del yacimiento.

b) Descripción del método:

El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente. Cuando se ha extraído la franja completa, se rellena el volumen correspondiente con material estéril (relleno), que sirve de piso de trabajo a los obreros y al mismo tiempo permite sostener las cajas.

Podemos decir, que aquí se suscita una secuencia en que el arranque se hace tramos horizontales rompiendo y extrayendo en forma sucesiva el material. Generalmente los cortes se inician a 2.70 – 3.00 m. sobre la galería del nivel inferior, terminando de 3 a 5 m. debajo del nivel superior considerando como puente. El corte y relleno convencional (C.R.A) es un

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

método por excelencia selectiva que permite un mejor control y calidad y por su versatilidad (variedad de aplicaciones según el tipo de estructura del yacimiento). En San Juan estas condiciones se dan perfectamente en todo el sistema de vetas.

c) Ventajas del método:

- Puede explotarse el mineral con una buena recuperación siendo algunas veces la extracción intensa y favorable.
- No es necesaria la extracción de la roca desprendida puesto que pueden ser utilizadas como relleno para los demás tajos en operación. Las condiciones del ambiente son seguras y recurren en forma inmediata a sostenimiento en ciertos casos con una buena orientación se puede evitar el hundimiento de los puentes o pilares.
- La recuperación es cercana al 100%.
- Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden trabajar secciones de alta ley y dejar aquellas zonas de baja ley sin explotar.
- Es un método seguro.
- Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- Se adecua a yacimientos con propiedades físico-mecánicas incompetentes

d) Desventajas del método:

- El arranque y sostenimiento son costosos.
- El techo del terreno con el tiempo es peligroso.
- Los materiales que constantemente se derrumban pueden tapar el ore pass y otros echaderos que pueden estar cercanos a esos derrumbes. Las chimeneas así como las tolvas si se campanean (tapa) pueden causar problemas.
- Costo de explotación elevado.
- Bajo rendimiento por la paralización de la producción como consecuencia del relleno.
- Consumo elevado de materiales de fortificación

5.2.2 DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA DE IZAJE Y TRANSPORTE

Según ARIAS (2013), en su tesis titulada: ¨Planeamiento y Diseño del Sistema de Extracción del Proyecto de Profundización de la U.O San Braulio Uno¨, El sistema de izaje y transporte consiste de la siguiente manera:

Se izan carros mineros, modelo U35, mediante el uso de un winche de izaje de un solo tambor y un cable de acero, enganchados con estrobos y movilizados mediante un circuito de rieles tanto en el nivel superior, inferior y en la trayectoria.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

5.2.3 PIQUES INCLINADOS EN MINA

VELA (2013), en su tesis, “Profundización de la mina Casapalca mediante el diseñoy construcción del pique inclinado 016 zona veta Oroya - niveles 14 al 18”, menciona que, en la fase preparatoria para la explotación de un yacimiento minero, se requiere de una importante decisión y esta es definir cómo, cuándo y dónde iniciar el acceso al cuerpo mineralizado. Una de las formas de acceso es por medio de piques inclinados, que son labores que sirven para la profundización en los niveles de explotación; para el izaje del mineral, desmonte y circulación del recurso humano. La ejecución de un pique inclinado no es tarea fácil, ya que desde el comienzo deben tomarse decisiones tales como: ubicación, costo, método de profundización, detalles respecto a la geología y topografía del terreno, etc. Todo esto hace que el proyecto de construcción de un pique inclinado debe ser bien llevado en la parte de ingeniería. Pero hay un factor importante en la ejecución de un pique inclinado y es lo relativo a su construcción, establecer un modo de trabajo no es cosa fácil pues para esto deben ser tomados en cuenta factores tales como: tipo de terreno tal como un terreno con sobre carga seguida de terreno firme (roca), el tiempo de ejecución de este, también considerando las alternativas de trabajo como el caso de terreno dificultoso del tipo aluvial con agua, arena y capas de arcilla blanda.

5.2.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS PIQUES INCLINADOS

CARPIO (2016), en su tesis titulado “construccion del pique 35 del nivel 7 al 12 veta tres ranchos ecuador” menciona las siguientes caracteristicas:

- Inclinación negativa 30º
- Sección de 8`x 8’
- Camino lateral enmaderado.
- Acarreo de mineral y desmonte, sobre rieles con trocha de 60 cm.
- Línea de cauville de 30 lbs/yd.

5.2.5 CAMPOS DE APLICACIÓN

VELA (2013), tambien establece que en el campo de aplicación de acuerdo al tipo de servicio que este prestara, por lo tanto debe estar en una de las siguientes categorías:

- Exploración
- Producción
- Servicio
- Ventilación

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

- Combinaciones de los nombrados

Una vez definido el propósito del pique inclinado, las consideraciones que deberán darse en el tipo de pique inclinado requerido son los siguientes:

- Análisis de costos en relación a otros piques.
- La naturaleza del suelo debe ser adecuada para las cimentaciones, realizando para ello estudios de geotecnia conducentes a la clasificación del macizo en el área destinada para el diseño del pique.
- La mina, debe tener buenas vías de acceso y espacio libre para favorecer el trabajo.

Figura N° 1 Pique inclinado
Fuente: Tesis VELA (2013)

5.2.6 ESTRUCTURA DEL PIQUE INCLINADO

Según VELA (2013), menciona que la estructura de un pique inclinado, puede ser de madera o de acero. En otros casos, si se contara con un nivel inferior, la construcción del pique se puede realizar de manera convencional o mecanizada, para el cual se perfora primero el hueco piloto y luego del nivel inferior se empieza a rimar (ensanchar) con una broca de mayor diámetro y finalmente se completa a la sección diseñada. En todos los casos el terreno debe ser competente y debe ser una zona donde no exista filtración de agua Las dimensiones de la sección de los piques se pueden determinar a partir de la capacidad de la carga y de la profundización de los trabajos de extracción también, es factor importante la productividad de la mina.

5.2.7 PLANEAMIENTO Y DISEÑO DE PIQUES INCLINADOS

ARONE (2016), su tesis, “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”, dice que, para yacimientos de poca profundidad que hayan de

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

explotarse por minería subterránea, y para yacimientos de profundidad media (500 m), se prefiere realizar pique inclinados en vez de pozos para el acceso principal al yacimiento debido a su menor costo de Inversión, menor tiempo de construcción y menor costo de mantenimiento y seguridad. La ejecución del pique inclinado es más rápida que la del pozo vertical y puede realizarse con el personal de la propia mina ya que se diferencia poco de la perforación de galerías. En rocas competentes se necesita poco sostenimiento y basta con un simple "shocret". Aunque para llegar a la misma cota la longitud del plano es mayor que la de un pozo vertical, en grandes producciones los costos de operación del plano inclinado son sensiblemente menores que los del pozo por lo que el pique es a menudo la opción escogida. La entrada al plano desde el exterior se eleva con respecto a la cota del terreno con el fin de evitar entradas de agua, y es ejecutada en hormigón con el fin de sujetar bien las tierras de ladera, si es el caso. La ejecución de los planos inclinados puede hacerse con métodos mineros similares a los utilizados para la perforación de galerías, aunque ofrece alguna dificultad suplementaria debido a la pendiente del piso, el diseño de la infraestructura se inicia determinando la sección de la galería, transversal, rampa o plano inclinado. Los hastiales estarán distanciados lo mínimo necesario para el paso seguro de los equipos de mayor tamaño, previendo espacio suficiente o adicional para las vías y el balasto, la cuneta, las conducciones eléctricas, de agua, de aire comprimido la tubería de ventilación. Además, debe haber espacio suficiente para el paso de los trabajadores. Muchas de estas dimensiones se especifican en la reglamentación vigente del lugar. Recientemente la sección de estas labores de infraestructura se ha ido incrementando debido a cada vez mayor tamaño de los equipos utilizados.

5.2.8 SISTEMAS Y NORMAS DE SEGURIDAD DE LOS WINCHES DE IZAJE

CUADROS (2018), en su tesis, "Estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 370 niveles 4370 al 4270 veta Juanita – mina Casapalca", menciona que, la construcción, operación y mantenimiento de todos los equipos y accesorios deben estar de acuerdo a las normas técnicas establecidas por los fabricantes.

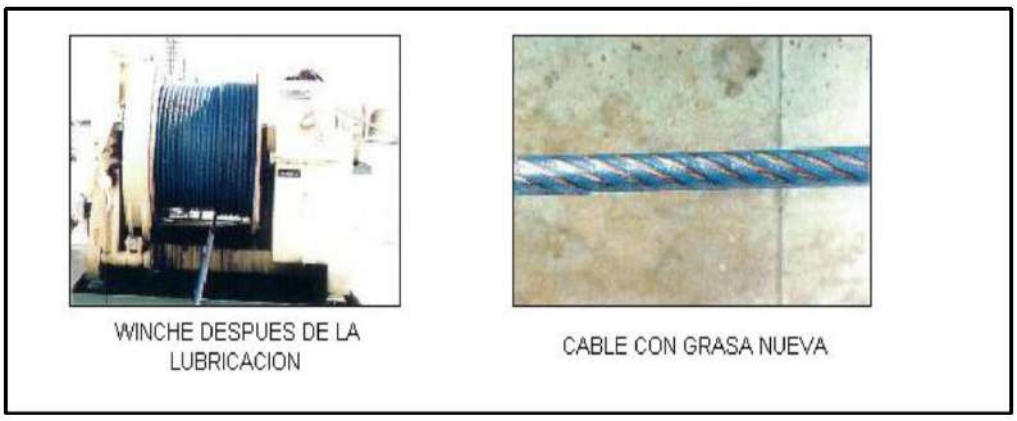


Foto N° 2 Cable de acero
Fuente: Departamento de Operaciones Mina Casapalca

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

- Cada equipo de izaje y accesorios debe tener claramente indicado la capacidad máxima y una tabla de ángulos de izaje; la misma que debe ser pegada en un lugar adecuado y fácilmente visible para el operador.

- La inspección de equipos, componentes y accesorios, es esencial para asegurar que el sistema de izaje se encuentre en buenas condiciones de operación y funcionamiento.

- Los titulares serán responsables del mantenimiento, así como de las inspecciones periódicas a la que deben estar sujetos los sistemas de izaje.

- Las inspecciones al sistema de izaje, deben ser realizadas por personal competente, a fin de mantenerlos en condiciones seguras de trabajo; y mostrar en lugar visible, la constancia de dichas inspecciones.

- Las inspecciones de mantenimiento realizadas al sistema de izaje serán informadas en el libro de reportes, el cual estará a disposición en la cámara winche.

- El supervisor responsable del área de trabajo, es quien autoriza el uso del equipo de izaje sólo al personal calificado y certificado por terceros.

- La capacitación, entrenamiento y certificación al personal, únicamente lo debe hacer una empresa de servicios de entrenamiento y capacitación, calificada y certificada, en armonía con la modificación del Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.

- Sistemas y Normas de Seguridad de los Winches de Izaje:

- Para asegurar el uso correcto del sistema de izaje, se requiere la capacitación del personal. Cualquier trabajo con movimientos de carga en altura, debe señalizarse en los niveles inferiores con avisos o barreras advirtiendo la probabilidad de caídas de objetos.

- Durante las operaciones de izaje con winches, sólo debe usarse señales estándares; ya sea de sonido, de iluminación o micrófono-intercomunicador.

- Al comenzar el levante, la persona responsable de las señales o Timbrero, debe estar adecuadamente identificada y coordinar con el Winchero cualquier tipo de movimiento.

- La única excepción a la regla, es una “señal de emergencia” para detener la marcha; esta señal, puede ser ejecutada por otra persona que no sea el señalero o Timbrero.

- El equipo de izaje debe ser usado para el propósito diseñado, no debe exceder la capacidad de carga.

- Debe brindarse acceso seguro, libre, ordenado y limpio a las estaciones de izaje.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

- Los equipos de izaje motorizados deben estar provistos de interruptores-límites de seguridad, tanto para la acción de traslado como de levante máximo; así como limitadores de velocidad, ruptura de cable (leonas), etc.

- En todo equipo de izaje accionado eléctricamente, se debe asegurar que los conductores no sean atrapados por efectos de la acción de izaje. El sistema debe poseer todas las protecciones del caso, incluyendo la conexión a tierra.

- El número de hilos rotos en el tramo de (2) dos metros del cable, no debe exceder del diez por ciento (10%) de la cantidad total de hilos; de darse el caso, dicho cable, deberá ser retirado y reemplazado inmediatamente por otro nuevo.

- El cable deberá ser remplazado también, cuando ha sufrido dobleces o presenta cocadas.

- En el caso de tambores de enrollado de cables, se debe asegurar que, permanezcan en el tambor por lo menos tres vueltas del referido cable.

- El pique (infraestructura principal del Winche), debe estar ubicado según diseño y Planos; y debe tener acceso con los niveles principales para el transporte de personal, herramientas, materiales, explosivos, mineral y desmonte.

- El Winche jalará dos calesas de transporte de personal, pero cuando se trate de acarreo del mineral, nunca se debe transportar personal. Las horas de izaje de mineral o desmonte, deben ser independientes de las horas de izaje de personal.

- No está permitido llevar material y personal juntos.

- Tampoco está permitido llevar personal en los balancines de mineral.

- La operación del Winche requiere de alta responsabilidad y mucha personalidad en la coordinación y el cumplimiento de las ordenes. La comunicación entre el Timbrero y el Winchero debe ser clara y precisa, en cumplimiento del ESTANDAR, PROCEDIMIENTO Y PRÁCTICAS del Sistema de Izaje.

- Diariamente o cuando el sistema ha dejado de funcionar por una hora o más, se debe hacer un chequeo general denominado “Prueba en Vacío”; y verificar el funcionamiento del tablero de control, las luces que indiquen algún desperfecto en el sistema de izaje; y fundamentalmente asegurarse de que el Pique y las Guías, estén libres de obstrucciones, presencia de cuerpos extraños y otros motivos que induzcan a un posible accidente.

- Semanalmente debe realizarse la limpieza, engrase, chequeo del estado del cable de un compartimiento del Pique y el respectivo mantenimiento a los componentes de todo el sistema de izaje.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

- Se debe respetar el manual de funciones, el código de señales y el código de colores establecido.
- Las estocadas de seguridad deberán mantenerse libres de materiales.
- El ayudante winchero deberá realizar la inspección visual de todo el inclinado antes de iniciar el izaje.

5.2.9 CABLES PARA ISAJE

5.2.9.1 PROPIEDADES GENERALES

Según SALAZAR, (2019) en su publicación titulada “Cuadernillo Elementos de Izaje (Eslingas - Cables - Aparejos)” menciona las siguientes propiedades de los cables.

A. Resistencia a la tracción

Es la capacidad que tiene un determinado cable para soportar cargas que produzcan esfuerzos de tracción según su eje longitudinal.

Debido a que estas no se reparten uniforme y simultáneamente sobre todos los alambres componentes, la resistencia del cable a la tracción será siempre menor la que corresponder a la suma de la resistencia de todos ellos. Esta diferencia será mayor, cuanto mayor sea la cantidad de alambres que forman el cable, oscilando esa variación entre un 012 y un 342 menos que la sumatoria de todas sus resistencias. En la práctica, para la elección de un cable se utilizan valores tabulados que indican la Carga Mínima de Rotura, en cuyo cálculo intervienen la resistencia específica del alambre utilizado, el material del alma, el tipo de construcción, la sección, etc.

B. Flexibilidad

Se entiende por flexibilidad de un determinado cable la capacidad que posee de poder ser doblado sobre poleas o tambores de diámetros reducidos, sin que por ello adquiera deformaciones permanentes que impidan su funcionamiento o que comprometan su capacidad de soportar cargas.

Las cualidades de flexibilidad de un cable están principalmente relacionadas con el material constitutivo de sus almas y con el número y diámetro de sus alambres de esta manera si un cable tiene alma textil será más flexible que uno similar que la tenga de acero. Lo mismo sucederá, a igualdad de diámetros, con uno que posea mayor cantidad de alambres, los que serán, por consecuencia, más delgados.

C. Resistencia al desgaste

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Se distinguen dos clases de desgastes:

- El producido en los alambres periféricos de los cordones como consecuencia del razonamiento con poleas y tambores.
- El ocasionado, cuando el cable está en servicio, por el roce continuo entre los alambres interiores.

Para disminuir el desgaste, en el primer caso, bastará con aumentar el diámetro de los alambres exteriores del cordón.

Este aumento está limitado por el grado de flexibilidad, que se desee poseer el cable (Construcción seale).

Para el segundo, determinados sistemas constructivos o de configuración del cable contribuyen a disminuir el desgaste de los alambres por frotamiento interno.

D. Resistencia a la corrosión

La acción corrosiva producida por gases, vapores, ácidos y el trabajo continuo a la intemperie, exigen adecuados tratamientos de protección para lograr mayor duración bajo tales condiciones. Para esos fines se utilizan diferentes recubrimientos basados en el uso de grasas alquitranes o breas" recurriéndose a los procedimientos de zincado para condiciones ambientales extremas

5.3 MARCO REFENCIAL

5.3.1 GEOLOGÍA REGIONAL DE LA EMPRESA MINERA CENTURY MINING PERÚ SAC

La empresa minera Century Mining Peru SAC, EMCMPSAC (2017), en su revista, “Geologia del Proyecto” menciona que, la geología regional está comprendida por rocas metamórficas, sedimentarias y volcano sedimentarias que en edad van desde el precambriano al cuaternario reciente. La secuencia estratigráfica comienza con el precambriano que está representado por rocas metamórficas que constituyen el basamento de la secuencia estratigráfica; aflora como consecuencia de la profunda acción erosiva de los ríos Marán, Ocoña y Cotahuasi. Se encuentra emplazado en forma de un “horst” entre rocas ígneas del batolito costero y rocas sedimentarias del Mesozoico, a modo de una faja irregular, NW-SE, levantado por una serie de fallas. Sobreyaciendo al complejo basal están las rocas clásticas del Grupo Yura, testigos sedimentarios de las transgresiones jurásicas, que afloran a lo largo de los ríos Huanca - Huanca y Cotahuasi sobre las que yacen las rocas calcáreas del cretáceo medio. Por un efecto de compresión producidos por la tectónica andina, ocurrió un plegamiento principalmente en la región del flanco occidental de la cordillera de los Andes, como en las laderas de los

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

profundos valles (Cotahuasi y Anta-Anta o Marán), donde la orientación de las estructuras tiene un rumbo general NW-SE, según la tendencia general Andina. El sistema de fallas al igual que en la región costera tiene las mismas características de fallamiento en bloques. Una discordancia angular notable, como una serie muy persistente de capas rojas marcan el fin del cretáceo superior y el desarrollo del terciario inferior, como consecuencia de la orogenia peruana. Remanentes de esta secuencia rojiza terciaria (formaciones San José y Caravelí) en capas horizontales, sobre rocas metamórficas y rocas intrusivas del Batolito Costanero, cubiertas discordantemente por una gruesa secuencia clástica, proveniente de una intensa actividad erosiva ocurrida en el terciario inferior. Estas dos unidades, que en la región, representan a la base del terciario en estudios previos eran consideradas como del terciario medio a superior (Grupo Moquegua). Debido a movimientos verticales, la sedimentación pasa a ser de ambiente marino, bastante fosilífera (Formaciones Paracas y Camaná). La parte superior de la secuencia estratigráfica está representada por rocas volcánicas y volcano sedimentarias de edad Terciario medio a Cuaternario reciente. El magmatismo andino se inicia con la intrusión de grandes cuerpos de rocas hipabisales realizada en el cretáceo que rompen y metamorfizan a rocas sedimentarias del Jurásico, Cretáceo Inferior y medio, siendo a su vez cortadas por el batolito costanero. Estos hipabisales se han emplazado principalmente, siguiendo la dirección de las zonas de mayor fracturamiento, aflorando en forma de pequeños cuerpos a lo largo de una dirección aproximada N30° 40°W, es decir, siguiendo el patrón estructural andino; de aquí que su emplazamiento sintectónico está relacionado a fallas pre-existentes emplazadas durante las manifestaciones iniciales del plutonismo finicretáceo. A estos hipabisales se les denomina Complejo Bella Unión de composición andesítica a dacítica. El batolito de la costa está representado por sus segmentos Incahuasi, Linga y Tiabaya; cubierto por formaciones terciarias; intruyen rocas metamórficas del Complejo Basal, así como al Hipabisal Bella Unión. El cuerpo principal está constituido por una asociación de diorita, cuarzo diorita, granodiorita, monzonita y tonalita. Su emplazamiento está controlado por estructuras pre-existentes, como fallas y fracturas profundas, según el patrón estructural andino. Respecto a la actividad minera se circunscribe a la explotación de algunos yacimientos de mayor valor comercial y de fácil acceso, como es la explotación del oro en áreas que se encuentran cercanas a los ríos Ocoña y Caravelí.

5.3.2 GEOLOGÍA LOCAL

EMCMPSAC (2017), en su revista, “Geologia del Proyecto” menciona las siguientes formaciones.

5.3.2.1 FORMACIÓN CARAVELÍ

La depresión Para-Andina de la región costera entre Paracas y Tacna, se encuentra rellenada por depósitos clásticos que fueron denominados por JENKS W.F. (1984) como formación Moquegua superior. Esta depresión está colmada por depósitos de ambiente torrencial,

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

lacustrino continental en donde puede observarse casi íntegramente esta formación, así como sus relaciones estratigráficas, claras y definidas. Estos depósitos de carácter molásico, representan acumulaciones de piedemonte como consecuencia de un intenso ciclo erosivo que siguió al levantamiento regional, resultado de la primera fase de la tectónica andina. Los afloramientos cubren parte de los fondos de los valles, constituida mayormente por gruesas secuencias conglomerádicas, fácilmente deleznables y clastos bien estratificados y compactos, teniendo además niveles de conglomerados finos gradacionales y fácilmente reconocibles por su coloración.

a) Miembro cruz blanca:

Constituye la base de la formación Caravelí y está representado por un conglomerado mediano, más del 60% lo constituye elementos subredondeados a redondeados de cuarcitas, hipabisales, intrusivos, etc.

Foto N° 3 Miembro cruz blanca
Fuente: departamento de geología CENTURY MINING PERU SAC

b) Miembro Cuno Cuno:

Se caracteriza por su buena estratificación y está constituido por lutitas tobáceas, areniscas de grano fino y limolitas de textura tobácea finamente estratificadas.

También presenta niveles delgados de cenizas volcánicas bien compactadas, arenas verdes con glauconita y cemento calcáreo.

La tonalidad de esta unidad varía de gris claro a gris verdoso, marrón; el grosor aumenta hacia el Oeste

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Foto N° 4 Miembro Cuno Cuno
Fuente: departamento de geología, CENTURY MINING PERU SAC

c) Miembro Altos de Culpa:

Litológicamente, este miembro está constituido por un conglomerado heterogéneo, poco consolidado y mal clasificado, con elementos de muy variada naturaleza, redondeados a sub-redondeados, de diámetro mayor que los de los miembros inferiores, que van de 10 a 20 cm, y donde las cuarcitas presentan más o menos el 30%, los volcánicos el 20%, y otras 50% en algunos sectores este conglomerado se intercala con flujos de barro de color marrón, en bancos de más de 2 m, y niveles delgados de lodo tobáceo, especialmente en la parte superior.

El tope está constituido por areniscas y piroclásticos, con 2 o 3 niveles de tobas blanquecinas de 1 a 3 m de espesor, regularmente compactas.

Foto N° 5 Miembro Altos de Calpa
Fuente: Departamento de Geología, CENTURY MINING PERU SAC

5.3.2.2 VOLCÁNICO SENCCA

Cubre pequeñas áreas del fondo de las quebradas y de los valles. Litológicamente está constituido por tobas y brechas tobáceas de naturaleza mayormente dacítica a riolítica.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Macroscópicamente se observa, a simple vista, feldespatos, cuarzo, laminillas de biotita y vidrio volcánico. Tienen una coloración blanca a blanco rosado, alterado por intemperismo a gris amarillento o rojizo. Esta formación se presenta en bancos compactos formando cornisas verticales o en forma de depósitos de lapilli, que se intercalan con arena gruesa y tobas retrabajadas. Yacen discordantemente en forma horizontal, cubriendo rocas de diferentes edades.

Las edades de estos volcánicos han sido asignadas al plioceno medio a superior en el sur del país, basada no solo en sus relaciones estratigráficas sino también por las edades radiométricas comprendidas entre 4.3 y 2.0 millones de años.

5.3.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

EMCMPSAC (2017), menciona sobre la Geologia Regional que, Vetas de origen epigenético, rellenando fracturas pre - existentes, presenta una mineralización homogénea cuyos componentes mineralógicos son oro libre (Au), cuarzo y productos ferruginosos, de la descomposición de estos tenemos limonita y oligisto. El oro se encuentra en estado nativo en la ganga cuarzosa, rellenando microfracturas, diseminada y como exsolución, sin minerales sulfurados complejos en las partes altas y alteradas del yacimiento, la presencia del oligisto es signo de encontrarse oro visible, en chispas muy finas en las labores superficiales, en granos y charpas a los 200 y más metros de la superficie, en inclusiones, en pequeños hilos y clavos en los cuarzos cavernosos. Los minerales sulfurados contienen el oro, parte en estado libre, parte combinado con la Pirita de Fierro, es un Oro no Amalgamable, por equipos de amalgamación directa. Estos minerales son muy friables y se cubren de una aflorescencia de sulfatos que le dan un aspecto terroso. Los minerales más finos se deshacen en polvo blanco por la acción oxidante de la atmósfera, en cambio los minerales oxidados que cubren toda la parte superficial de las Vetas y que en la parte superior del cerro penetran, son muy duros y tenaces. Las variables de cuarzo, que forman la parte principal de las vetas, son de coloración distinta de labor en labor, según el grado de oxidación del fierro, el cuarzo estéril puede ser hialino o vidrioso en masas compactas, o de tonalidad blanco lechoso de grano fino; el cuarzo aurífero es, al contrario, de un blanco de alabastro o teñido de Rojo o Amarillo, con partes Grises, muy poroso y con venas bien marcadas. El rumbo de las estructuras es de N 20º, con buzamiento de 65º NE a vertical en un sistema y el otro que también es de N 20º con buzamiento de 65º SO a vertical. La mineralización es en tipo rosario, con potencias desde los 5 cm hasta los 2,5 a 4 m en la parte central de los Clavos, o cuando se unen los lazos simoides. Generalmente las estructuras principales están formadas por 3 ramales, los cuales se unen al cierre del clavo, controlados por las fallas en echelón o escalera, cada 20 a 40 metros. Las Leyes son del orden de los 10 gr/t a 150 g/t, llegando en muchos casos a las 4 o 5 Oz/t (esto en los Famosos Ojos). El yacimiento presenta dos vetas principales (Veta San Juan y Veta

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Mercedes) que tienen longitudes entre 1500 y 3000 metros, con un gran potencial por debajo del nivel del valle, son famosas por ser las más profundas del país (1000 m).

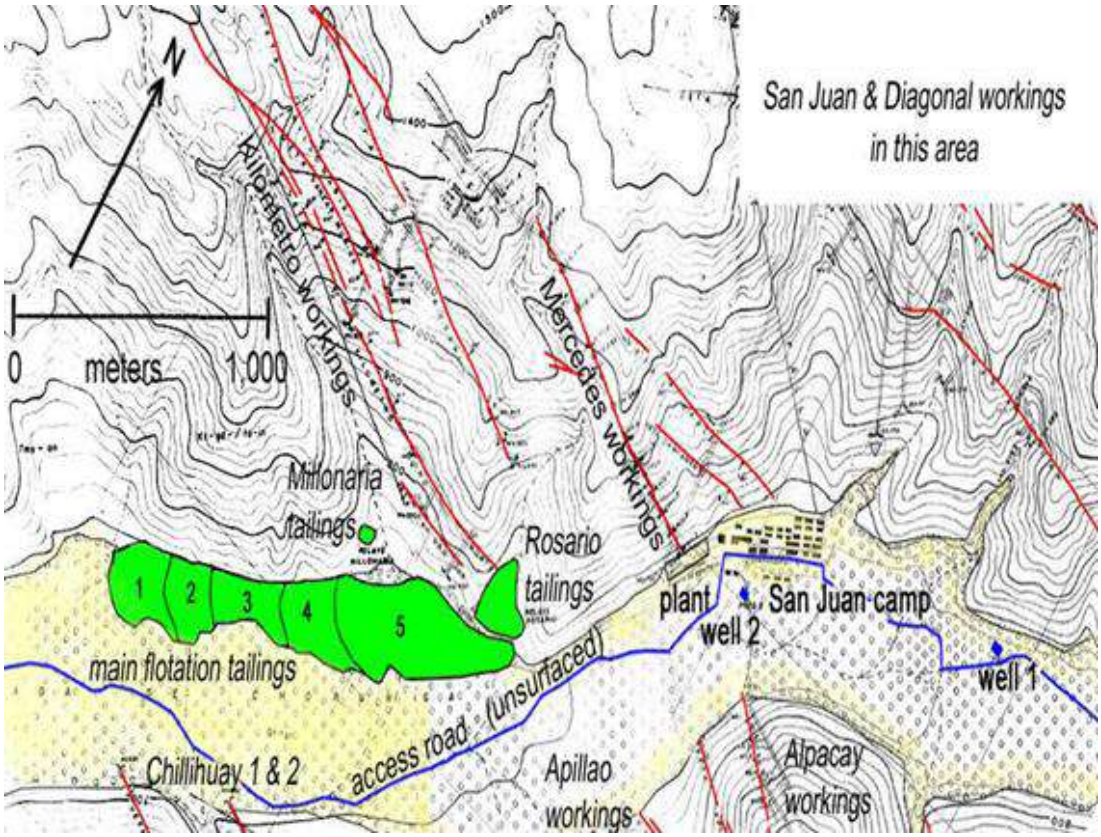


Figura N° 1 Aspectos Geológicos
Fuente: Departamento de Geología, CENTURY MINIG PERU SAC

5.3.4 MINERALIZACIÓN

El yacimiento es esencialmente formado por relleno de cavidades el cual se encuentra intrusionado por diques andesiticos que ejercen un control estructural del yacimiento. Por haber sido formado por un proceso de relleno de cavidades favorables tienen un filón de fisuras.

Para que las soluciones mineralizantes se hayan depositados ha tenido que existir fallas e intrusiones previas y haber encontrado el tipo de rocas favorable para su emplazamiento.

5.3.5 TIPO DE YACIMIENTO

Existen varias estructuras mineralizadas de tipo vetiforme o filoneano; y depósitos stockworks, diseminados, además de algunos depósitos de placer en el lecho aluvial. Por diferentes características este yacimiento de oro es sumamente interesante, es un yacimiento filoniano, hidrotermal, por la presencia de propilita pertenecería al Epitermal superior. Es epigenetico, primario e hipogeno. También se puede notar la presencia de minerales arsenicales mayormente en la zona de San Juan (Rejalgar y Oropimente) por lo que son típicos de criaderos hidrotermales epiternales.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

5.3.6 MINERALOGÍA

EMCMPSAC (2017), menciona que, en las estructuras vetiformes el relleno mineralógico está constituido por un filón de cuarzo lechoso, ferruginoso de color pardo – rojizo y cuarzo con microvenillas y agregados escamosos de clorita, así mismo limonitas asociadas a concentraciones de pirita que a veces incluye agregados de calcopirita, galena, escalerita (marmolista). Picotita, cibelina, tetraclorita identificado solo al microscopio y oro nativo, existiendo también pocos minerales que se forman por la alteración de los primeros es decir supergeneticos, por lo tanto, los minerales que existen son:

a) Abundantes:

Pirita	FeS_2
Cuarzo	SiO_2
Calcopirita	$CuFeS_2$
Oro Nativo	Au

b) Comunes:

Calcita	$CaCO_3$
Yeso	$CaSO_4.2H_2O$
Rodocrosita	$MnCO_3$

c) Raros:

Clorita	$(Si_4O_{10})Mg_3(OH)_2.Mg(OH)_6$
Turmalina	$Na(Mg,Fe)_3Al_6((OH)_4(BO_3)_3S_{18})$

d) Supergenicos:

Limonita	$Fe_2O_3.H_2O$
Pirolusita	MnO_2
Malaquita	$Cu_2(OH)_2CO_3$

El oro (mineral hipogeno) se encuentra principalmente asociado con la pirita y bajo la forma de oro libre con el cuarzo en contacto con la pirita y con menos asociación con la calcopirita y clorita pura con probabilidades de encontrarse como “electrum” (aleación de Au y Ag).

5.3.7 SISTEMAS DE VETAS

EMCMPSAC (2017), también menciona que, existen dos sistemas de vetas principales y otras secundarias.

a) Veta San Juan:

Este depósito es un filón de fisura con mineralización de oro, de origen hidrotermal, epigenetico e hipogeno; su formologia es tubular o vetiforme de tipo rosario que sigue un rumbo sinuoso en dirección E-W y se inclina al Norte. La veta en afloramiento tiene una extensión de 4 km, su potencia varía entre 0,01 a 1,20 m siendo mayormente de 0,25 m en la veta predomina la textura de relleno bandeado de fracturas y de diseminación.

La textura está constituida por microvenillas en el cuarzo y clorita, de unos centímetros de ancho y fallas no mineralizadas que forman la veta Norte y veta Sur.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Las cajas están alteradas hidrotermalmente, cuando está presente la tonalita hay alteración potásica, silificación y piritización y cuando está la andesita afanitica como caja o como roca huésped, a veces se presenta cloritizada o silicificada.

La veta San Juan tiene una profundidad de 1000 metros aproximadamente. En la actualidad alcanza una cota de 587 m.s.n.m.

b) Veta Mercedes:

Esta veta tiene tendencias a la formación de fracturas escalonadas y está formada por los ramales norte y sur con separación de 10 m variando su potencia desde unos centímetros hasta metros con un rumbo general S-E y N-W Con buzamiento que varía entre 70 y 80 grados al sur y norte.

La veta Mercedes tiene una profundidad que sobre pasa los 800 metros. Sin embargo, en el nivel 650 se nota la ocurrencia esporádica de minerales básicos como galena, esfalerita, calcopirita, calcosina, magnetita y hematita. Así como carbonatos que encapsulan lentes de mineral. El mineral en esta veta ha sido dominado parcialmente hasta el nivel de las aguas freáticas nivel 1 de la veta Mercedes en una extensión vertical de 440 m en la zona Mercedes oeste del rio Chorunga, para luego proseguir con la extracción haciendo niveles para extraer por skipt.

En la superficie la estructura de la veta tiene un recorrido 5 km, la mineralización es similar a la veta San Juan, aunque las leyes de oro son mejores, esto implica que las cajas son de mayor impermeabilidad, donde han sido concentradas mayor cantidad de soluciones mineralizantes.

5.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS (MARCO CONCEPTUAL)

5.4.1 BY PASS

Labores horizontales que sirven de servicio para la extracción de mineral y van paralelo a las galería; en estas se ubican cámaras de almacenamiento, ore pass, work pass, chimeneas de servicios y ventilación los cuales se realizan en cada nivel de la mina. (BERNAOLA, 2013)

5.4.2 CABLE DE IZAJE

Es un accesorio del sistema de izaje, que está compuesta por los siguientes componentes, un alma, torones y alambres; los cuales están colocados de manera sistemática para cumplir una tarea (LOPEZ, 2017)

5.4.3 CARRO MINERO U35

Pequeño vehículo que circula por rieles tendidos de vía estrecha para el transporte de minerales y estériles de una mina, mediante una locomotora a la que es enganchada. (LOPEZ, 2017)

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

5.4.4 CHIMENEAS

Es la excavación ascendente(es decir de arriba hacia abajo) en forma vertical o inclinada entre dos galerías minera, es la definición de chimenea en la minería (BERNAOLA, 2013)

5.4.5 CLAVO RIELERO

Un clavo rielero es un herraje grande con una cabeza offset, se utiliza para asegurar rieles y placas de base a los durmientes de la vía. Los clavos ferroviarios son más o menos en forma de cincel con punta plana. Estos clavos se introducen en el durmiente con el filo contra la veta, lo que da una mayor resistencia a las vibraciones. La función principal de los clavos rieleros es mantener la distancia entre los rieles asegurándolos en su lugar preciso. Nuestros clavos rieleros proporcionan una solución fuerte, simple y barata para asegurar una vía férrea (IGME, 2018)

5.4.6 CONTROL DE OPERACIONES

Control de Producción en Operación del área de Minas, se aplica para lograr las metas u objetivos que se trazan en una unidad de producción de una Empresa Minera y ello va depender del tipo de organización con que cuentan. (CONSEMINCO., 2018)

5.4.7 COSTOS DIRECTOS

Conocidos como costos variables, son los costos primarios en una operación minera en los procesos productivos de perforación, voladura, carguío y acarreo y actividades auxiliares mina, Definiéndose esto en los costos de personal de producción, materiales e insumos, equipos. (SALAS, 2013)

5.4.8 COSTOS INDIRECTOS

Conocidos como costos fijos, son gastos que se consideran independientes de la producción. Este tipo de costos puede variar en función del nivel de producción proyectado, pero no directamente con la producción obtenida. (SALAS, 2013)

5.4.9 COSTOS OPERATIVOS O DE PRODUCCIÓN MINA

Los costos de operación se definen como aquellos generados en forma continua durante el funcionamiento de una operación minera y están directamente ligados a la Producción, pudiéndose categorizarse en costos directos e indirectos. (SALAS, 2013)

5.4.10 CRUCEROS

Estos cruceros son labores horizontales que sirven como accesos para empezar a preparar los tajos de explotación y delimitarlo. (LOPEZ, 2017)

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

5.4.11 DURMIENTE

En vías férreas, las traviesas o durmientes son los elementos transversales al eje de la vía que sirven para mantener unidos y a la vez a una distancia fija a los dos carriles (rieles) que conforman la vía, así como mantenerlos unidos al balasto, trasmitiendo el peso del material rodante al balasto y por intermedio de éste, al suelo. También cumplen la función de dar peso al conjunto, de manera que la geometría inicial del trazado se mantenga en la mayor medida posible. Se fabrican de diversos materiales, entre ellos madera, hierro y hormigón. Las traviesas de hormigón pueden ser mono bloque o bibloque; las primeras están formadas por una sola pieza de hormigón armado, mientras que las traviesas bibloque constan de dos piezas de hormigón unidas por una barra de hierro (riostra). (BERNAOLA, 2013)

5.4.12 ECLISA

En vías férreas se denomina eclisas o bridas a los elementos utilizados para la unión de carriles.

5.4.13 EFICIENCIA

Es la relación que existe entre los recursos empleados en un proyecto y los resultados obtenidos con el mismo. (EMPSAC, 2011)

5.4.14 GALERÍA DE EXTRACCIÓN

De la misma forma es una labor horizontal donde el cual cae el mineral volado y por donde se extrae el mismo. (LOPEZ, 2017)

5.4.15 GALERÍAS SOBRE VETA

Son labores horizontales que siguen el rumbo de la veta y delimitan el tajo en bloques para poder minarlo; estas nos servirán en un primer momento como lugar de perforación de taladros verticales.

Y al final después de minarlo se convertirá como galería de extracción. (SALAS, 2013)

5.4.16 IZAJE

Podemos entender lo que es el izaje como una forma de levantar o mover objetos con ayuda de algunos dispositivos, el cual se hace de una forma segura, controlada y bien calculada. Dentro de las construcciones encontramos que es muy común realizar este tipo de acciones para armar estructuras o facilitar los procesos de construcción. Entre los equipos para izaje más comunes encontramos las grúas móviles, puentes grúa, pórticos y monorrieles (LOPEZ, 2017)

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

5.4.17 ORE PASS (OP)

Son labores inclinadas casi verticales el cual sirven para el paso del mineral de un nivel a otro donde esperan equipos de extracción. (LOPEZ, 2017)

5.4.18 PERFORACIÓN

La perforación es la operación que se realiza con la finalidad de abrir huecos en el macizo rocoso, con una distribución y geometría adecuada, en donde se alojarán cargas explosivas (KONYA, 2017)

5.4.19 PIQUE INCLINADO

Labor minera subterránea con un grado de inclinación que oscila entre los 20° hasta los 45°, que se realiza confines de exploratorios o de extracción de mineral. (IGME, 2018)

5.4.20 POLEA

Una polea es una máquina simple, un dispositivo mecánico de tracción, que sirve para transmitir una fuerza. Consiste en una rueda con un canal en su periferia, por el cual pasa una cuerda y que gira sobre un eje central. Además, formando conjuntos aparejos o polipastos sirve para reducir la magnitud de la fuerza necesaria para mover un peso.

5.4.21 PRODUCTIVIDAD

Es la relación entre la cantidad de producto obtenido por un sistema productivo y los recursos obtenidos para obtener dicha producción. (EMPSAC, 2011)

5.4.22 PROFUNDIZACIÓN

La palabra profundización se refiere inicialmente a la acción de hacer algo más profundo. Pensemos, por ejemplo, en un hoyo simple que va más y más profundo (IGME, 2018)

5.4.23 RENDIMIENTO

En un contexto empresarial, el concepto de rendimiento hace referencia al resultado deseado efectivamente obtenido por cada unidad que realiza la actividad, donde el término unidad puede referirse a un individuo, un equipo, un departamento o una sección de una organización. (LOPEZ, 2017)

5.4.24 RIEL

Es cada una de las barras metálicas sobre las que se desplazan las ruedas de los trenes y tranvías. Los rieles se disponen como una de las partes fundamentales de las vías férreas y actúan como soporte, dispositivo de guiado y elemento conductor de la corriente eléctrica. La

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

característica técnica más importante del ferrocarril es el contacto entre el riel y la rueda con pestaña, siendo sus principales cualidades su material, forma y peso (LOPEZ, 2017)

5.4.25 TRANSPORTE DE MINERAL

Corresponde al acarreo o traslado de mineral mediante medios mecánicos de distinta complejidad, desde las labores de explotación hasta las plantas de tratamiento. (CONSEMINCO., 2018)

5.4.26 VENTILACIÓN

Operación encargada de llevar aire fresco y puro a los frentes de explotación y evacuar de ellos el aire viciado o enrarecido, por medio de recorridos definidos en las diferentes secciones de la mina.

5.4.27 VOLADURA

Es la acción de fracturar o fragmentar la roca, el suelo duro, el hormigón o de desprender algún elemento metálico, mediante el empleo de explosivos. (KONYA, 2017)

5.4.28 WINCHE

Un cabrestante (o winche) es un dispositivo mecánico, impulsado por un motor eléctrico, destinado a levantar y desplazar grandes cargas. Consiste en un rodillo giratorio, alrededor del cual se enrolla un cable o una maroma, provocando el movimiento en la carga sujeta al otro lado del mismo, como por ejemplo anclas o cadenas en embarcaciones en barcos, plataformas petroleras, barcazas, etc. (KONYA, 2017)

5.4.29 INCLINADO

Son labores que sirven para la profundización en los niveles de explotación; para el izaje del mineral, desmonte y circulación del recurso humano, estos tienen una determinada gradiente la cual baria de acuerdo a las características de la mina. (VELA, 2013)

5.4.30 COSTOS

Todo negocio, como la minería y la metalurgia consiste en satisfacer la demanda del mercado vendiéndole un producto o servicio por más dinero de lo que cuesta su producción, de manera que permita obtener una utilidad. Conocer los costos de la empresa es un elemento clave de la correcta gestión empresarial, para que el esfuerzo y la energía que se invierte en la empresa den los frutos esperados. (COSTOS, 2018)

5.4.31 AUTOCAD

Es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

surge como creación de la compañía Autodesk, donde Auto hace referencia a la empresa y CAD a diseño asistido por computadora (por sus siglas en inglés Computer Assisted Design), teniendo su primera aparición en 1982.1 AutoCAD es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros. (https://es.wikipedia.org/wiki/AutoCAD)

5.4.32 MINESIGHT

El Minesight es un software para el modelamiento y la planeación de mina, proporciona soluciones integradas para exploración, modelado geológico, diseño, planeación y operación, ya sea subterránea o en superficie, (https://www.ici.edu.pe/brochure/cursos-personalizados/ICI-MINESIGHT-Personalizado.pdf)

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

CAPÍTULO III
DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 DEFINICIÓN DE VARIABLES

- **Variable Independiente.** Profundización de la mina San Juan, mediante el inclinado 8707.
- **Variable Dependiente**. Incremento de reservas de la empresa minera Century Mining Perú SAC.

6.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Tabla N° 1 Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Índices
INDEPENDIENTE Profundización de la mina san juan, mediante el inclinado 8707	Perforación	Pies perforados /metros perforados
	Voladura Factor de carga Factor de potencia	Kg/m^2 Kg/t
	Limpieza	t
	Sostenimiento	m^3;t
	Productividad	t/h
DEPENDIENTE Incremento de reservas de la empresa minera Century Mining Perú SAC	Reservas	t
	Ley	g/t

Fuente: Elaboración Propia

6.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

6.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

Con la profundización de la mina San Juan mediante el inclinado 8707 se incrementa las reservas de mineral y prolonga la vida de la mina de la empresa minera CENTURY MINING SAC-2018

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

6.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El diseño de las operaciones unitarias en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 contribuye con el incremento de las reservas de mineral y prolongar la vida de la mina en la empresa minera CENTURY MINING SAC-2018
- Los diseños óptimos en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 incrementa las reservas en la empresa minera CENTURY MINING PERÚ SAC – 2018
- Los factores geomecánicos influyen en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 de la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SA-2018
- Los costos operativos en la construcción del inclinado 8707 influyen en la profundización de la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SAC-2018

6.4 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- Por el tipo de proyecto que se desarrollara se encuentra en el tipo de investigación descriptivo, correlacional y aplicativo
- El nivel de investigación en donde se encuentra el proyecto es descriptivo y correlacional.
- El diseño de investigación es descriptiva simple, cuyo diagrama es el siguiente:

M ⟶ O

M: muestra
O: observación

6.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

6.5.1 POBLACIÓN

Se toma como universo poblacional al proyecto, es determinado por la unidad San Juan de Arequipa y está delimitada por la zona Esperanza.

6.5.2 MUESTRA

La muestra del proyecto, es el inclinado 8707.

6.6 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Primero: se realiza el mapeo geomecánico en la zona Esperanza donde se va ejecutar el inclinado 8707 del nivel 566.

Segundo: se efectúa el diseño y la construcción del inclinado 8707 para profundizar la zona Esperanza, siguiendo los lineamientos descritos en el reglamento de seguridad y salud ocupacional.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

6.7 MATERIAL DE INVESTIGACIÓN

- Información del área geológica de la empresa minera CENTURY MINING PERÚ SAC.
- Cuadernillo de campo.
- Picota.
- Spray.
- Flexómetro.

6.7.1 PRUEBAS DE ENTRADA PROCESO Y SALIDA DE LA INVESTIGACIÓN

6.7.2 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Los instrumentos utilizados en su mayoría son recopilación de documento de la empresa minera CENTURY MINING PERÚ SAC, a esto se suma los libros especializados en minería y para complementar los “software” mineros como son el “AUTOCAD” y “MINESIGHT”.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

7.1 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS EN EL DISEÑO DEL INCLINADO

En este trabajo de tesis se realiza el diseño del inclinado 8707 teniendo consideraciones geomecánicas del macizo rocoso, todo esto de acuerdo con el requerimiento de producción. Los parámetros tienen como objetivo final establecer el ciclo de trabajo del sistema de izaje de forma global.

7.1.1 MAPEO GEO-MECÁNICO DONDE SE CONSTRUIRÁ EL INCLINADO 8707

Tanto la zona por donde se desarrollará el inclinado, como la estación superior e inferior, así como la roca por donde se ejecutará está compuesta principalmente por roca andesita, es decir, es un macizo rocoso geotécnicamente competente.

7.1.1.1 CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA GEOLOGICAL STRENGTH INDEX (G.S.I.)

El macizo rocoso presenta de 2-6 fracturas/m, discontinuidades lisas, moderadamente alteradas ligeramente abiertas se rompe con uno o dos golpes de picota, tendrá clasificación G.S.I. moderadamente fracturada (LF/R) y su valuación Rock Mass Rating (RMR) equivalente es 75.

Todos estos datos se muestran en los gráficos siguiente, al lado izquierdo, la estructura con sus diversas descripciones (fracturas por metro), en la parte superior derecha la condición superficial de resistencia con golpes de picota y en la parte inferior derecha se muestran los valores de la caracterización geotécnica del macizo rocoso según el grado de fracturamiento y resistencia (se toma en cuenta la condición de discontinuidades). En las figuras siguientes se determina la estimación del tiempo de auto soporte según la clasificación RMR.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

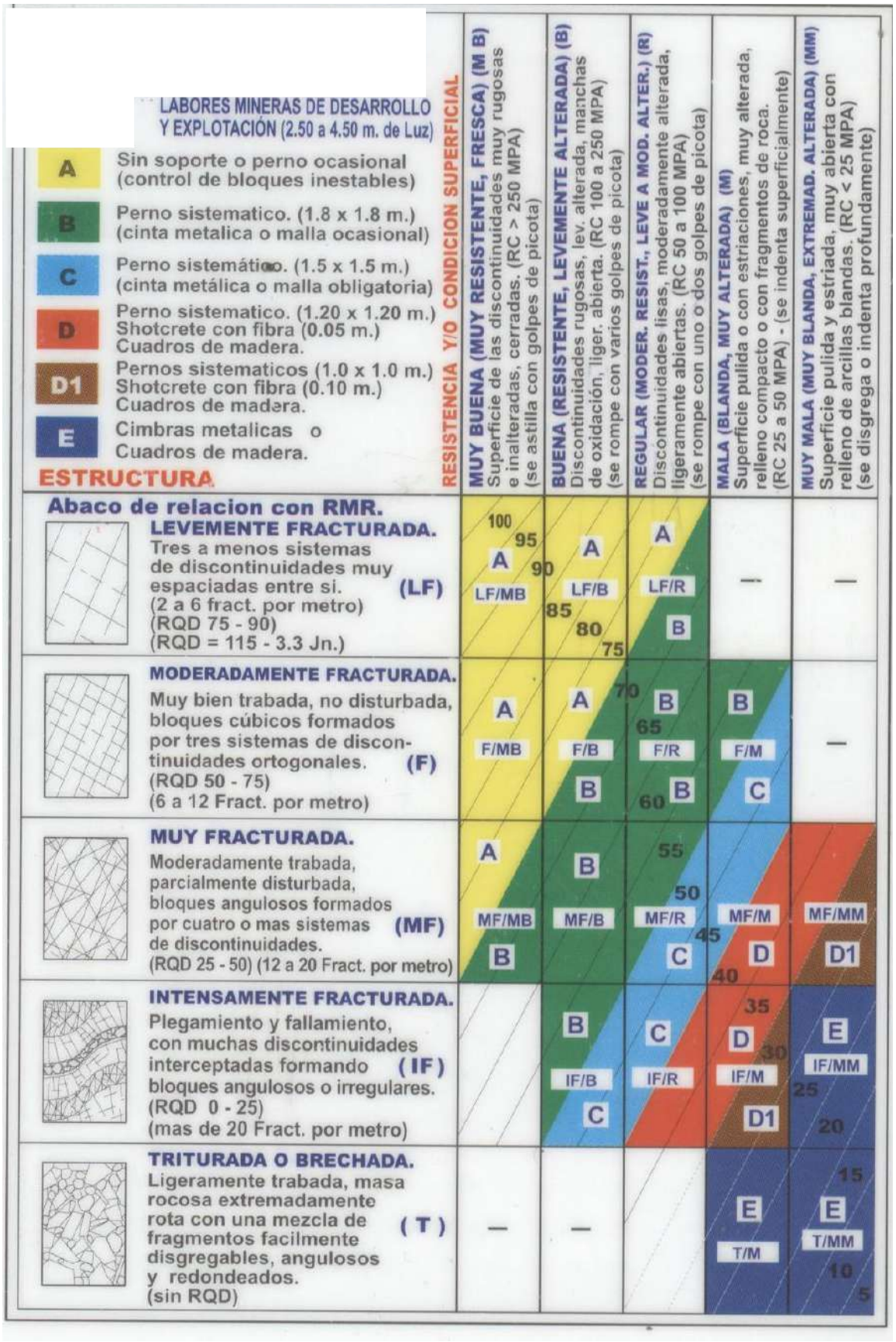


Figura N° 2 Caracterización geotécnica del macizo rocoso según el grado de fracturamiento y resistencia

Fuente: Departamento de Geomecánica

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

METODOLOGIA DE APLICACION

EL DESPRENDIMIENTO DE ROCA SE EVITA COLOCANDO EL SOPORTE ADECUADO EN EL MOMENTO OPORTUNO.

PROCESO DE MAPEO GEOMECANICO

La tabla de sostenimiento según el G.S.I., se aplica de acuerdo a las condiciones geomecánicas del macizo rocoso y se subdividen de acuerdo al ancho de la excavación o minado:

1. Para la utilización de esta tabla se determina insitu lo siguiente:
   A) Estructura: según la cantidad de fracturas por metro lineal definidas con el flexómetro.
   B) Resistencia o condición superficial: definida por la cantidad de golpes de la picota o barretilla con que se rompe o la profundidad de indentación. Para hallar "G.S.I." debe lavarse la zona diferenciando fracturas naturales y de voladura.
   C) Cuando hay la presencia de alteración en las paredes, de las fracturas o el tipo de relleno: (granular, limoso o arcilloso); la forma de las fracturas (lisa, estriada, ondulada, rugosa, ligeramente rugosa) y espaciamiento de las fallas; se procede a determinar el tipo de soporte de acuerdo al ancho del minado.
2. En excavaciones que no requieran soporte según la clasificación geomecánica, pero presentan fracturas paralelas, verticales y horizontales a favor o en contra de la excavación. En labores principales el sostenimiento sera en forma sistemático.
3. La clasificación y el tipo de soporte; debe realizarse de inmediato, colocando el soporte adecuado en el tiempo indicado; de colocarse el soporte a destiempo es probablemente se requiera de un soporte mas pesado del que se indico.
4. Factores influyentes:
   A) En excavaciones realizadas sobre el macizo rocoso propenso a crujidos de roca (popping rock) o estallido de roca (rockburst), el sostenimiento determinado con la tabla GSI sufrirá modificación al Inmediato inferior, es decir si el sostenimiento es tipo "b" pasara a un tipo "c".
   B) En la evaluación del sostenimiento se tendrá en cuenta: flujo de agua; el relajamiento de la Roca; voladura deficiente; presencia de fallas; zonas de intersección. El sostenimiento determinado con la tabla GSI sufrirá una modificación al inmediato inferior para su sostenimiento la tabla GSI., se ha relacionado con el indice de masa rocosa (rmr) bieniawski; así mismo el tipo de roca, sostenimiento a aplicarse; relacionado al tiempo de auto soporte y abertura máxima.

INDICE G.S.I.	INDICE RMR	TIPO DE SOPORTE	TIEMPO DE AUTOSOPORTE		ABERTURA MAXIMA
			LABORES 2.1 - 3.0 Mts.	LABORES 3.5 - 5.0 Mts.	
LF / MB (Levemente fracturada / Muy buena)	85-95	A	10 AÑOS	5 AÑOS	20 mts.
LF / B (Levemente fracturada / Buena)	75-85	A	5 AÑOS	3 AÑOS	15 mts.
LF / R (Levemente fracturada / Regular)	65-75	A	2 AÑOS	1 AÑO	10 mts.
F / MB (Fracturada / Muy buena)	75-85	A	5 AÑOS	3 AÑOS	15 mts.
F / B (Fracturada / Buena)	65-75	A	2 AÑOS	1 AÑO	10 mts.
F / R (Fracturada / Regular)	55-65	B	6 MESES	3 MESES	7.0 mts.
F / M (Fracturada / Mala)	45-55	C	2 SEMANAS	1 SEMANA	4.5 mts.
MF / B (Muy fracturada / Buena)	55-65	B	6 MESES	3 MESES	7.0 mts.
MF / R (Muy fracturada / Regular)	45-55	C	2 SEMANAS	1 SEMANA	4.5 mts.
MF / M (Muy fracturada / Mala)	35-45	D - D1	5 DIAS	2 DIAS	3.0 mts.
MF / MM (Muy fractura / Muy mala)	25-35	E	8 HORAS (INMEDIATO)	4 HORAS(INMEDIATO)	2.0 mts.
IF / B (Intensamente fracturada / Buena)	45-55	C	2 SEMANAS	1 SEMANAS	4.5 mts.
IF / R (Intensamente fracturada / Regular)	35-45	D - E	5 DIAS	2 DIAS	3.0 mts.
IF/ M (Intensamente fracturada / Mala)	25-35	D1 - E	8 HORAS (INMEDIATO)	4 HORAS(INMEDIATO)	2.0 mts.
IF / MM (Intensamente fracturada / Muy mala)	15-25	E	(PRESOPORTE)	(PRESOPORTE)	1.0 mts.

5. La perforación del taladro para sostenimiento sera perpendiculares a las paredes y techo, salvo cuando se coloquen para asegurar bloques sueltos, siendo necesario para este caso el uso de las gatas mecánicas o puntales de seguridad.
6. En la colocación de malla se debe realizar de gradiente a gradiente, asegurandose estas al techo mediante el uso de gatas mecánicas, y luego se aseguran con los pernos de anclaje, esta operación evitara la caida de fragmentos de roca al perforista.
7. En la colocación del shotcrete se realiza después de lavar la labor con agua a presión, se requiere el uso de calibradores, la distancia para evitar el exceso de rebote es de 1.5 mts., diseño y la preparación de la mezcla adecuada, la iluminación de la zona, uso de los manómetros en los equipos, equipo de protección personal, uso de drenes si hay presencia de agua.
8. En la colocación de cimbras metálicas o cuadro de madera, se debe considerar el correcto alineamiento y perpendicularidad deben estar bien ancladas y topadas a la superficie de la sección.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL

La voladura controlada: en especial en las coronas, para lo cual se deberá espaciar adecuadamente los taladros y distribuir mejor la carga explosiva.
No acumular taladros para la colocación de pernos. "taladro perforado, perno colocado". Nunca perforar taladros en la dirección de la fractura o falla.
La calidad del sostenimiento va en función a los estandares y PETS para su ejecución, capacitación permanente al personal en la aplicación de la tabla GSI, y el colocado del sostenimiento.

Figura N° 3 Estimación del tiempo de auto soporte según la clasificación del RMR
Fuente: Departamento de Geomecánica, empresa minera CENTURY MINING PERU SAC

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

7.1.1.2 TIEMPOS DE AUTOSOPORTE

Factores influyentes en el comportamiento del macizo rocoso excavado En estos factores se encuentra: la presencia de agua, los esfuerzos, orientación de las discontinuidades y la excavación (aberturas, voladuras, relajamiento progresivo, cercanía de labores, colocación de soporte inadecuado y método de minado).

Para adecuar el soporte obtenido en base a la condición de G.S.I. y la dimensión equivalente, si se presentaran los factores influyentes, se selecciona el sostenimiento recomendado a la condición inmediata inferior (menor calidad de G.S.I.), incluyendo la corrección al tiempo de autosoporte.

Según las clasificaciones ya mencionadas en la parte superior la zona donde se va a construir el inclinado 8707 es roca competente buena, resistente levemente fracturada que puede trabajar sin soporte o con perno ocasional. Al tratarse de una labor de servicio donde transitaran personal y se acarreara mineral estas tendrán sostenimiento enmallado para garantizar y asegurara que los colaboradores trabajen con total seguridad.

7.1.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL INCLINADO 8707

7.1.2.1 DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN: IZAJE Y TRANSPORTE

El sistema de izaje y transporte consistirá de la siguiente manera:

Se izarán 2 carros mineros a la vez, modelo U35, mediante el uso de un winche de izaje de un solo tambor y un cable de acero, enganchados con estrobos y movilizados mediante un circuito de rieles tanto en el nivel 566 superior, 516 inferior y en la trayectoria del mismo pique. Los ciclos de trabajo serán iguales que en el caso del sistema de extracción actual, es decir, serán los siguientes:

A. Descenso de carros u35 vacíos

Se engancharán dos carros mineros mediante un estrobo hecho de un cable de las mismas características del cable del winche de izaje, luego se posicionarán a pulso por delante del winche de izaje para luego enganchar el más cercano con un pin al cable del winche. Una vez que se encuentre bien enganchado, se quitará el taco de seguridad, ubicado justo antes de que empiece el pique, y luego se tocará el timbre dos veces (señal de que va a descender los carros) y el equipo de abajo responderá con dos toques también en señal de que están preparados para recibir los carros vacíos. El operador del winche procederá a encenderlo para que los carros desciendan por el pique. Mientras los carros se encuentran bajando, el equipo de extracción del Nv. Inferior deberá bloquear el acceso de cualquier persona hacia el pique.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

B. Recepción de carros en el nivel inferior

Al llegar los carros vacíos a la tolva del nivel 516, estos serán cargados inmediatamente por el personal que controla la compuerta.

C. Izaje de carros llenos

Una vez que los carros fueran llenados por la tolva del nivel 516, estos serán izados hasta el echadero del nivel 566.

D. Recepción de carros llenos

En este caso, el diseño del tramo horizontal que sirve para que los carros que lleguen al Nv. Superior, para que se estabilicen será de 15 m, en este punto existirá un echadero de mineral.

7.1.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL INCLINADO 8707

a) Consideraciones para la construcción del inclinado 8707

La construcción del inclinado, se justifica por las siguientes razones:

- La mineralización de la veta continúa, por lo tanto, a su vez son labores de exploración
- Las reservas de minerales en los niveles superiores de las estructuras mineralizadas en explotación, vienen agotándose, al actual ritmo de producción.
- luego de concluido la construcción del inclinado 8707, se desarrollarán galerías tanto al Este y Oeste, luego se efectuará la preparación de los blocks de explotación.
- Para la construcción del inclinado 8707 se requiere maquinaria, materiales e instalaciones mínimas.

b) Naturaleza del terreno en el área del inclinado 8707

El inclinado, luego de una evaluación geotécnica se ha determinado la zona donde se va a construir el inclinado 8707 es roca competente buena, resistente levemente fracturada que puede trabajar sin soporte o con perno ocasional. El pique a ejecutar tendrá las siguientes características: Características generales:

Tabla N° 2 Características generales del inclinado 8707

Parámetro de medida	Características de medición
Ángulo de inclinación	30°
Longitud total	140 m

Fuente: Elaboración Propia

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Diseño de sección:

La sección del pique es de una labor minera típica de 2,4 m x 2,4 m, área suficiente para el normal desplazamiento de los carros mineros.

Tabla N° 3 Diseño de sección del inclinado 8707

características de la sección del inclinado	
Ancho (m)	Alto (m)
2,4	2,4

Fuente: Elaboración Propia

Para la construcción del pique inclinado, se instalará previamente el winche en la estación respectiva con todos sus accesorios. El ciclo de construcción comprenderá las siguientes etapas:

A. Perforación – voladura:

La perforación se efectuará como si se tratase de un frente, utilizando para ello perforadora jackleg que perforará taladros inclinados de 6 pies de longitud, conforme a la malla de perforación Hacia el techo del inclinado (corona), se perforará taladros a manera de precorte, espaciados cada 0,30 m. para controlar el techo, evitar sobre rotura y llevar una sección uniforme.

Para el carguío de taladros se utilizará dinamita, fabricada por EXSA que viene en tamaño de 7 / 8" x 8". El accesorio de voladura a emplearse para iniciar la voladura es carmex de 7 pies incorporado con fulminante N° 8, para el amarre y sistema de iniciación se hará uso de mecha rápida; que es un sistema de iniciación convencional.

Tabla N° 4 Características técnicas del explosivo (dinamita)

Características técnicas

Especificaciones técnicas	Unidades	Semexsa 45	Semexsa 65	Semexsa 80
Densidad	g/cm³	1.08 ± 3%	1.12 ± 3%	1.18 ± 3%
Velocidad de detonación*	m/s	3,800 ± 200	4,200 ± 200	4,500 ± 200
Presión de detonación	kbar	87	94	125
Energía**	KJ/kg	3,338	3,433	3,747
RWS**	%	89	92	99
RBS**	%	120	127	147
Volumen de gases	l/kg	1,016.	1,015	989
Resistencia al agua	Horas	Buena	Muy buena	Excelente
Categoría de humos	Categoría	1 era.	1 era.	1 era.

Fuente: https://www.exsa.net/image/pdf/SEMEXSA1.pdf

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

La conexión deberá seguir un orden de encendido que garantice una formación adecuada de caras libre durante la voladura a efectuarse. En la determinación de la cantidad de taladros y cargas explosivas se realizó de acuerdo al siguiente cálculo.

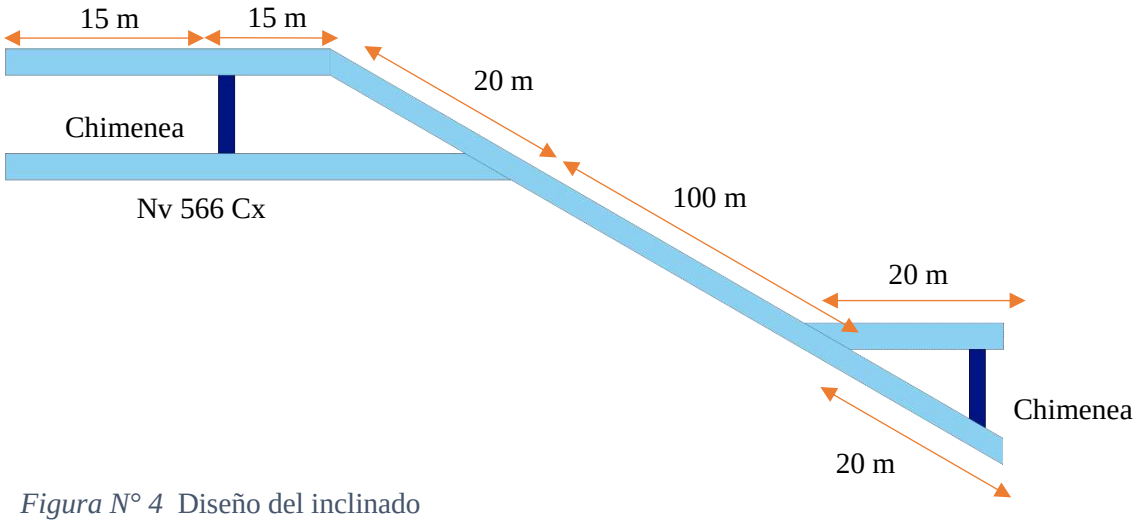


Figura N° 4 Diseño del inclinado
Fuente: Elaboración propia

Perforación – Voladura de inclinado:

Tabla N° 5 Perforación – Voladura de inclinado:

Datos	
Ancho de labor	2,40 m
Altura de labor	2,40 m
Tipo de roca	Competente
Longitud de perforación	6 pies
Eficiencia de perforación	94%
Eficiencia de voladura	91%
Explosivo	Semexa 65 (7”x7/8”)
Longitud de inclinado	140 m
Peso específico del mineral	3,0 t/m^3
Peso específico del desmonte	2,5 t/m^3

Fuente: Elaboración propia

Número de taladros: de la fiura N°05 se obtiene.

$$N° Taladros = \left(\frac{P}{dt}\right) + (c\,x\,S)$$ *…Ecuación 4.1*

$$S = A1 + A2$$ *…Ecuación 4.2*

$$A1 = {\pi r^2}/{2}$$ *…Ecuación 4.3*

$$A2 = b \times h$$ *…Ecuación 4.4*

$$P = 4 * \sqrt{S}$$ *…Ecuación 4.5*

Dónde:

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

A1: Área de la sección circular (m^2)

A2: Área de la sección rectangular (m^2)

r: Radio de la sección circular (m)

b: Ancho de labor (m)

h: altura del rectángulo (m)

Dt: Espaciamiento de los taladros

C: Coeficiente o factor de roca

Tabla N° 6 Espaciamiento de taladros según dureza de la roca

Dureza de la roca	dt (m)
tenaz	0.5 - 0.55
intermedia	0.6 - 0.65
friable	0.7 - 0.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7 Coeficiente o factor de roca

Dureza de la roca	c
tenaz	2
intermedia	1.5
friable	1

Fuente: Elaboración propia

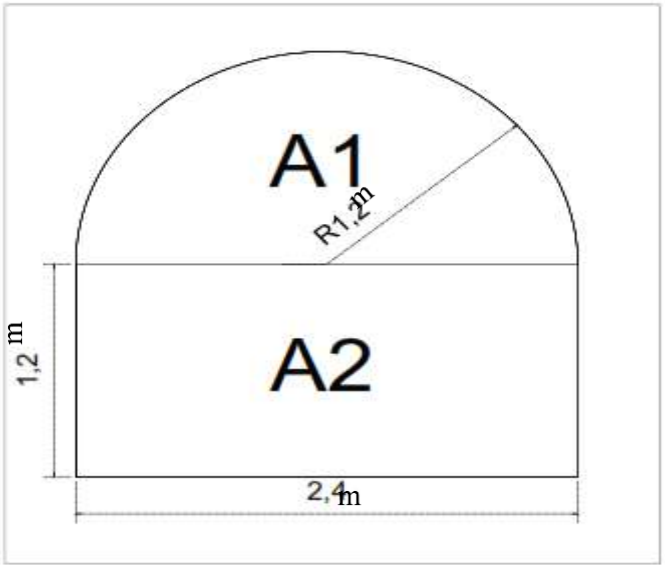


Figura N° 5 Cálculo de área

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Fuente: Propia

Cálculo del perímetro:$P = 4 * \sqrt{S}$ *...Ecuación 1.6*

Considerando la ecuación 4.2 se determina la sección de la labor

$$S = \frac{\pi 1.2^2}{2} + (2.4 \text{ x } 1.2) = 5{,}14 \text{ m}^2$$

Entonces: $P = 4 * \sqrt{5{,}14}$

$$P = 4 * 2{,}7 \text{ m}$$

$$P = 9{,}07 \text{ m}$$

Cálculo de número de taladros: aplicando la ecuación 4.1:

Consideramos un tipo de roca competente, como se menciona anteriormente, con un RQD de 75, por lo cual tomaremos los valore para las constantes de:

Dt = 0,5 m

C = 2

Entonces:

$N° \ taladros = \frac{9.07}{0.5} + 2 * 5.14$ Tomando en consideración de la ecuación 4.1

$N° \ taladros = \ 28.42 \sim 29 \ taladros \ cargados$

Incluyendo los taladros de alivio:

Nro. Total de taladros = 29

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

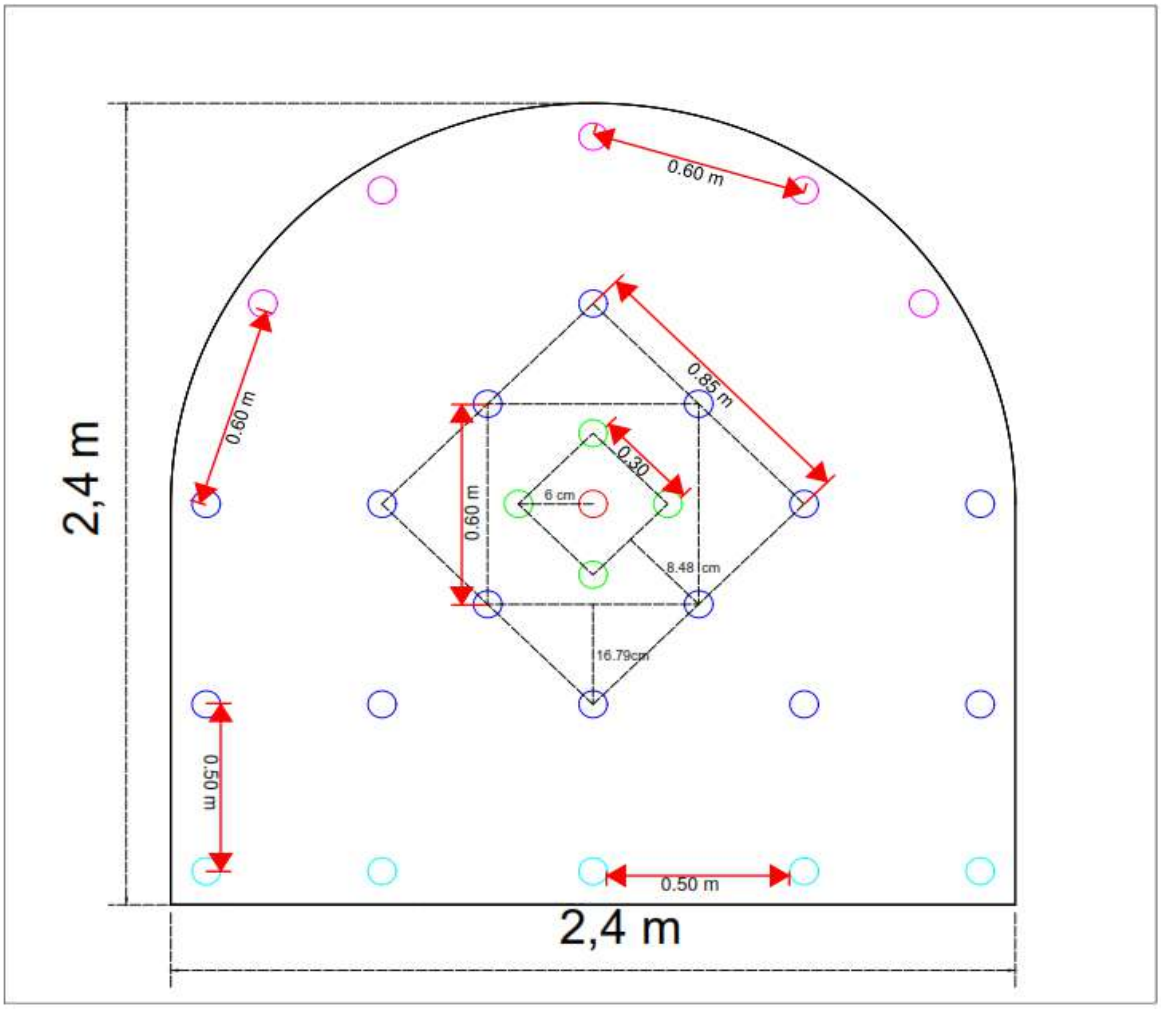


Figura N° 6 Distribución de taladros
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8 Calculo de burden

Sección del corte	Valor del burden	Resultado
Primera	$B_1=1.5 \times D_1$	6 cm
Segunda	$B_2=B_1 \times \sqrt{2}$	8.48 cm
Tercero	$B_3=1.4 \times B_2 \times \sqrt{2}$	16.79 cm

Fuente: Manual de perforación y voladura EXSA

Considerando a D_1 taladro de alivio (40 mm)

Características del explosivo:

Explosivo : Semexa 65%

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Longitud : 7” = 180 mm

Diámetro : 7/8” = 22 mm

Densidad : 1,12 g/cm^3

Peso/cartucho : 81 g

Cálculo de cantidad de explosivo por disparo

$$dc = \frac{(SG\ explosivo)(D\ taladro)^2(\pi)}{4000}$$ ...Ecuación 4.7

Dónde:

dc : Factor de carga lineal (Kg/m)

SG explosivo : Densidad del explosivo (g/cm^3)

D taladro : Diámetro del taladro (mm)

$$dc = \frac{(densidad\ del\ explosivo)(diámetro\ del\ explosivo + 10\% diámetro\ del\ explosivo)^2(\pi)}{4000}$$ ...Ecuación 4.8

$$dc = \frac{(densidad\ del\ explosivo)(diámetro\ del\ explosivo)^2(\pi)}{4000}$$

$$dc = \frac{(1{,}12\ g/cm^3)(22 + (0.1\ X\ 22))^2(3.141592)}{4000}$$

$$dc = 0{,}515\ Kg/m$$

Volumen total volado

$$Vol.volado = Sec.labor * Avance * Ef.de\ perforación * Ef.de\ voladura$$ ...Ecuación 4.9

$$Vol.volado = 5{,}14 * (6 * 0{,}3048) * 0{,}91 * 0{,}94$$

Vol. volado=8,04 m^3/disparo

Toneladas voladas por disparo

$$Ton.voladas = Vol.volado * Peso\ específico\ del\ mineral$$ ...Ecuación 4.10

Peso específico del desmonte: 2,5 t/m^3

Ton. Voladas= 8.04 m^3/disparo*2,5 t/m^3

$$Ton.voladas = 20{,}1\ t/disparo$$

Cálculo de carga de explosivo por cada taladro para Semexa 65%

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

$$\text{q. prom. Semexa 65\%} = \text{dc} * \text{columna de carga} \quad \text{...Ecuación 4.11}$$

Para este caso consideraremos Taco=0,6 m (1/3 de la longitud del taladro)

$$\text{q. prom. Semexa 65\%} = 0{,}515\frac{\text{Kg}}{\text{m}} * ((6 * 0{,}3048) - 0{,}6) * 0{,}94$$

$$\text{q. prom. Semexa 65\%} = 0{,}595\text{Kg/taladro}$$

Número de cartuchos por taladro

$$N°\ cartuchos/taladro = \frac{q.prom.semexa\ 65\%}{peso\ del\ cartucho} * 1000(cartuchos/taladro) \quad \text{...Ecuación 4.12}$$

$$N°\ cartuchos/taladro = \frac{0{,}595\ Kg/taladro}{81\ gr} * 1000(cartuchos/taladro)$$

$N°\ cartuchos/taladro = 7{,}34 \sim 7$ Cartuchos/taladro

El número de cartuchos por taladro se estimado a 6 debido a que los resultados de la voladura son óptimos.

Número de cartuchos por frente

$$\text{N° cartuchos/frente} = \text{N° cartuchos/taladro} * \text{N° taladros} \quad \text{...Ecuación 4.13}$$

$$N°\ cartuchos/frente = 6\ cartuchos/taladro\ * 29\ taladros$$

$$N°\ cartuchos/frente = 174\ cartuchos/frente$$

Consumo de explosivos

Caja SEMEXSA 7/8" x 7"	= 308 cartuchos/caja
Peso Neto	= 25 Kg
Peso Bruto	= 26,3 Kg
Dimensión de la caja	= 35 cm x 45 cm x 28 cm
Material	= Caja de cartón corrugado

Número de cajas por disparo

$$N°\ cajas/disparo = \frac{N°\ cartuchos/Disparo}{N°\ cartuchos/caja} \quad \text{...Ecuación 4.14}$$

$$N°\ cajas/disparo = \frac{174\ cartuchos/Disparo}{308\ cartuchos/caja}$$

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

$N°\ cajas/disparo = 0.56\ cajas/disparo$

Cálculo de factor de carga

$$FC = \frac{Cantidad\ de\ explosivo\ por\ frente}{Volumen\ volado}\left(^{Kg}/_{m^3}\right) \quad \text{...Ecuación 4.15}$$

$$FC = \frac{174\ cartuchos/frente * 81 g/cartucho}{8.04\ m^3}$$

$$FC = \frac{14094\ gr/frente}{8{,}04\ m^3} * 1\ Kg/1000\ g$$

$$FC = 1{,}75\ Kg/m^3$$

Cálculo de factor de potencia

$$FP = \frac{Cantidad\ de\ explosivo\ por\ frente}{Tonelaje\ volado}\left(^{Kg}/_{Tn}\right) \quad \text{...Ecuación 4.16}$$

$$FP = \frac{174\ cartuchos/frente * 81\ g/cartucho}{20{,}1\ t}$$

$$FP = \frac{14094\ gr/frente}{20{,}1\ t} * 1\ Kg/1000\ g$$

$$FP = 0{,}70\ Kg/t$$

Número de disparos

Considerando una longitud del inclinado de 140 m y un eficiencia de perforación del 94% y una eficiencia de voladura de 91%.

$$N°\ disparos = \frac{Longitud\ de\ labor}{Long.taladro * eficiencia\ de\ disparo} \quad \text{...Ecuación 4.17}$$

$$N°\ disparos = \frac{140\ m}{(6 * 0{,}3048)\ m * 0{,}91 * 0{,}94}$$

$$N°\ disparos = 89.49\ \sim\ 90\ disparos$$

Longitud total perforada

$$Long.total\ perforada = Long.taladro * N°\ tal/disparo * N°\ disparos \quad \text{...Ecuación 4.18}$$

$$Long.total\ perforada = 6 * 0{,}3048\ m * 29\ tal/disparo\ * 90$$

$$Long.total\ perforada = 4773{,}17\ m\ perforados$$

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Consumo total de cartuchos

$$Consumo\ total\ cartuchos = N°\ cartuchos/frente * N°\ disparos \quad \text{...Ecuación 4.19}$$

$$Consumo\ total\ cartuchos = 174\ cartuchos/disparo * 90\ disparos$$

$$Consumo\ total\ cartuchos = 15660\ cartuchos$$

Consumo total de cajas de explosivo

$$Consumo\ total\ cajas = \frac{Consumo\ total\ cartuchos}{N°\ cartuchos/caja} \quad \text{...Ecuación 4.20}$$

$$Consumo\ total\ cajas = \frac{15660\ cartuchos}{308\ cartuchos/caja}$$

$$Consumo\ total\ cajas = 50{,}8\ cajas\ \sim\ 51\ cajas$$

Perforación-voladura - Estaciones

Tabla N° 9 Coeficiente o factor de roca

Datos	
Ancho de labor	2,40 m
Altura de labor	2,40 m
Tipo de roca	Competente
Longitud de perforación	6 pies
Eficiencia de perforación	94%
Eficiencia de voladura	91%
Explosivo	Semexa 65 (7”x7/8”)
Longitud de estación	30 m
Peso específico del mineral	3,00 t/m^3
Peso específico del desmonte	2,50 t/m^3

Fuente: Elaboración propia

Para realizar los cálculos de voladura en la estación se aplicaran las mismas formulas y tablas de referencia, ya que son de la misma sección de labor que el inclinado, por ende tiene el mismo número de taladros.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

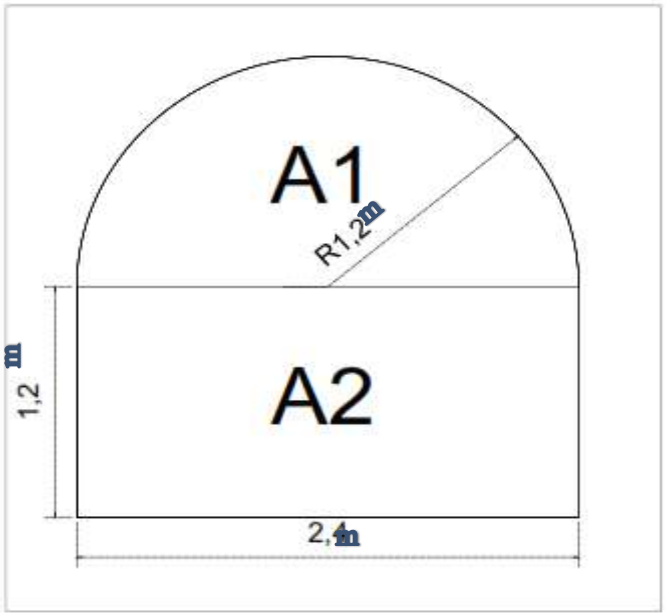


Figura N° 7 Cálculo de área
Fuente: Elaboración propia

Cálculo del perímetro aplicando la ecuación 4.2 y la ecuación 4.3

Siendo: $S = \frac{\pi 1.2^2}{2} + (2{,}4 \times 1{,}2) = 5{,}14\ m^2$

Entonces: $P = 4 * \sqrt{5.14}$

$P = 9{,}07\ m$

Cálculo de número de taladros:

Consideramos un tipo de roca competente, como se menciona anteriormente, con un RMR de 79, por lo cual tomaremos los valore para las constantes de:

Aplicando la ecuación 4.1 tenemos:

$N°\ taladros = \ 28.42 \sim 29\ taladros\ cargados$

Incluyendo los taladros de alivio:

Nro. Total de taladros = 29

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

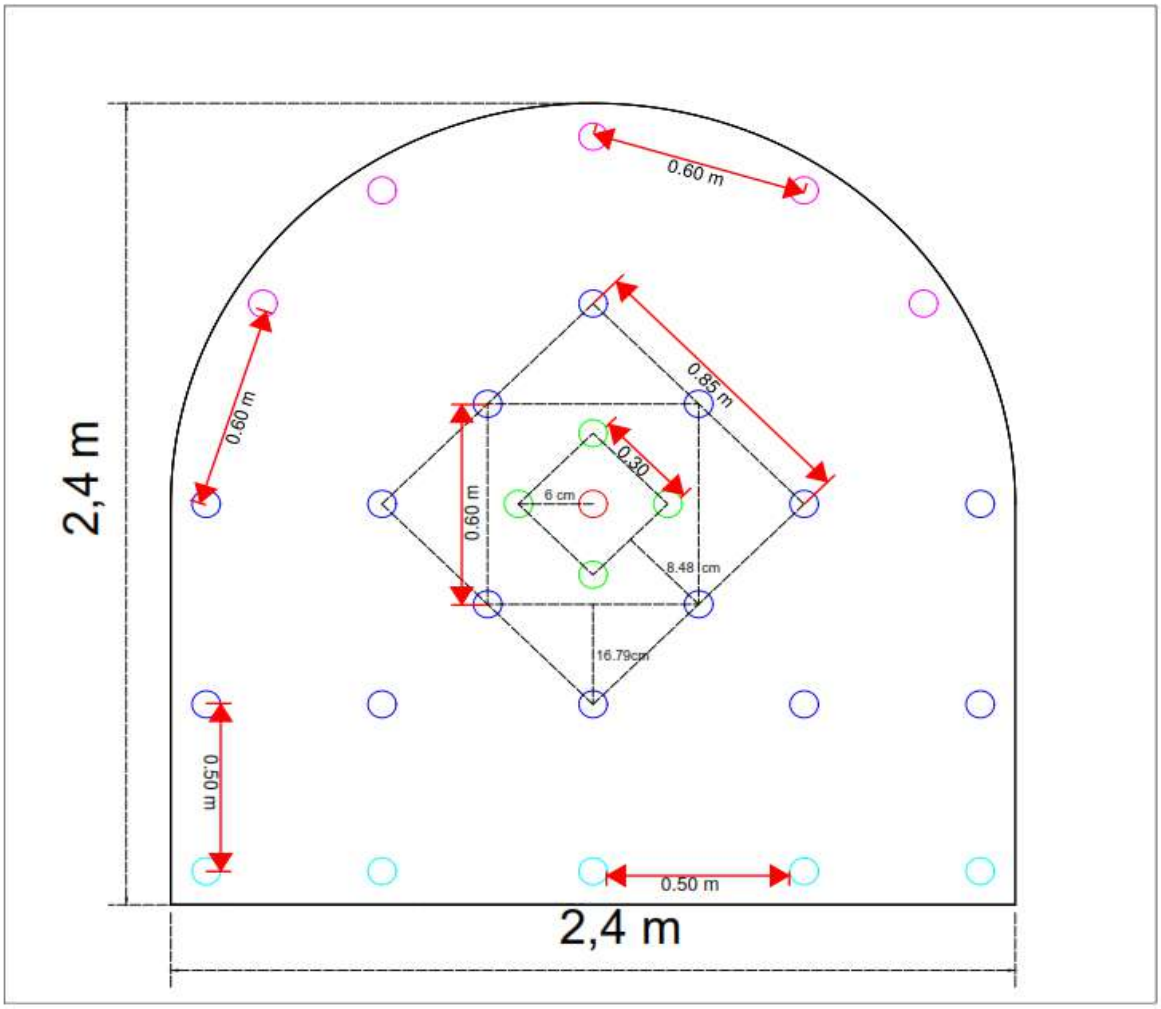


Figura N° 8 *Distribución de taladros*

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10 Calculo de burden

Sección del corte	Valor del burden	Resultado
Primera	$B_1=1.5 \times D_1$	6 cm
Segunda	$B_2=B_1 \times \sqrt{2}$	8.48 cm
Tercero	$B_3=1.4 \times B_2 \times \sqrt{2}$	16.79 cm

Fuente: Elaboración propia

Considerando a D_1 taladro de alivio (40 mm)

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Cálculo de cantidad de explosivo por disparo

Aplicando la ecuación 4.7 y la ecuación 4.8 tenemos:

$$dc = \frac{(1{,}12\ g/cm^3)(22 + 22\ X\ 0.1)^2(3.141592)}{4000}$$

$$dc = 0{,}515 Kg/m$$

Volumen total volado

Aplicando la ecuación 4.9

$$Vol.volado = 5.14 * 6 * 0.3048 * 0{,}91 * 0{,}94$$

Vol. volado=8.04 m^3/disparo

Toneladas voladas por disparo

Aplicando la ecuación 4.1

Ton. Voladas= 8,04 m^3/disparo*2,5Tn/m^3

$$Ton.voladas = 20{,}1\ Tn/disparo$$

Cálculo de carga de explosivo por cada taladro para Semexa 65%

Aplicando ecuación 4.11

Para este caso consideraremos Taco=0.6m (1/3 de la longitud del taladro)

$$\text{q. prom. Semexa } 65\% = 0{,}515\frac{\text{Kg}}{\text{m}} * ((6 * 0.3048\text{m}) - 0.6) * 0{,}94$$

$$\text{q. prom. Semexa } 65\% = 0{,}595\text{Kg/taladro}$$

Número de cartuchos por taladro

Aplicando ecuación 4.12

$$N° cartuchos/taladro = 7{,}34 \sim 7 \text{ Cartuchos/taladro}$$

Número de cartuchos por frente

Aplicando ecuación 4.13

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

$N°\ cartuchos/frente = 174\ cartuchos/frente$

Consumo de explosivos

Número de cajas por disparo

Aplicando ecuación 4.14

$$N°\ cajas/disparo = \frac{174\ cartuchos/Disparo}{308\ cartuchos/caja}$$

$N°\ cajas/disparo = 0.56\ cajas/disparo$

Cálculo de factor de carga

Aplicando ecuación 4.15

$$FC = \frac{174 cartuchos/frente * 81 gr/cartucho}{8{,}04\ m^3}$$

$$FC = \frac{14094\ gr/frente}{8.04\ m^3} * 1\ Kg/1000\ gr$$

$FC = 1{,}75\ Kg/m^3$

Cálculo de factor de potencia

Aplicando ecuación 4.16

$$FC = \frac{174\ cartuchos/frente * 81\ gr/cartucho}{20{,}1\ t}$$

$$FC = \frac{14094 gr/frente}{20{,}1\ t} * 1\ Kg/1000\ gr$$

$FC = 0{,}70\ Kg/t$

Número de disparos

Considerando una longitud de la estación de 20 m y una eficiencia de perforación del 94%, una eficiencia de voladura de 91% y Aplicando ecuación 4.17

$$NN°\ disparos = \frac{30\ m}{6 * 0{,}3048\ m * 0{,}91 * 0{,}94}$$

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

$N° \ disparos = 19{,}18 \sim \ 20 \ disparos$

Longitud total perforada

Aplicando ecuación 4.18

$Long.total\ perforada = 6 * 0{,}3048\ m * 29\ tal/disparo\ * 20$

$Long.total\ perforada = 1060{,}7\ m\ perforados$

Consumo total de cartuchos

Aplicando ecuación 4.19

$Consumo\ total\ cartuchos = 174\ cartuchos/disparo * 20\ disparos$

$Consumo\ total\ cartuchos = 3480\ cartuchos$

Consumo total de cajas de explosivo

Aplicando ecuación 4.20

$$Consumo\ total\ cajas = \frac{3480\ cartuchos}{308\ cartuchos/caja}$$

$$Consumo\ total\ cajas = 11.29\ cajas\ \sim\ 12\ cajas$$

Perforación-voladura de Chimeneas

Tabla N° 11 Perforación-voladura de Chimeneas

Datos	
Dimensión de chimenea	1,20 m x 1,20 m
Tipo de roca	Competente
Longitud de perforación	4 pies
Eficiencia de perforación	90%
Eficiencia de voladura	90%
Explosivo	Semexa 65 (7”x7/8”)
Longitud de chimenea	2 x 10 m
Peso específico del mineral	3,00 t/m^3
Peso específico del desmonte	2,50 t/m^3

Fuente: Propia

Para el cálculo de voladura de la chimeneas se harán uso de las fórmulas ya vistos anteriormente y las tablas de referencia

Cálculo del perímetro aplicando la ecuación 4.5

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Siendo: S = 1,20 * 1,20 = 1,44 m^2

Entonces: $P = 4 * \sqrt{1{,}20\ x\ 1{,}20}$

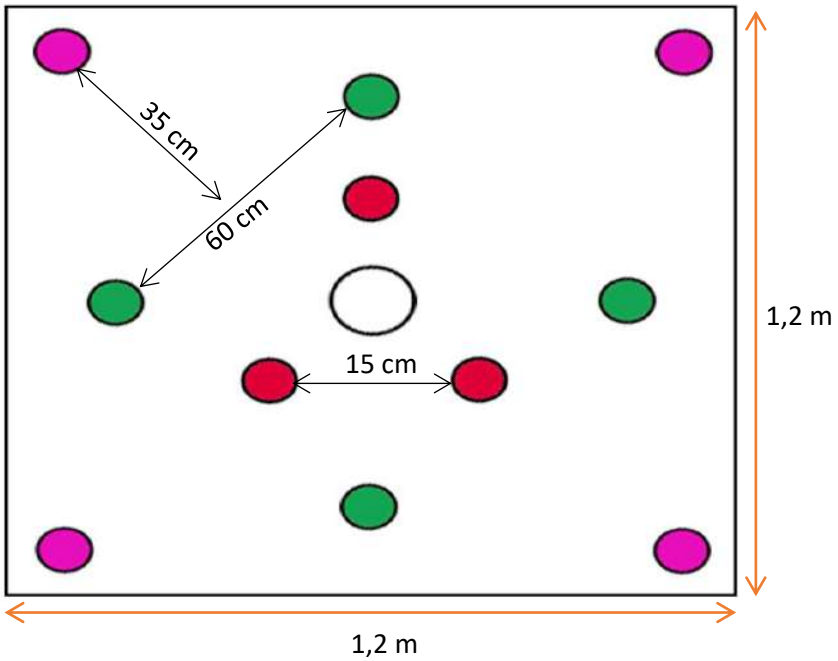


Figura N° 9 Diseño de malla chimenea
Fuente: Elaboración propia

$P = 4 * \sqrt{1{,}44}$

$P = 4 * 1{,}20$

$P = 4{,}80$ m

Cálculo de número de taladros aplicando la ecuación 4.1. Consideramos un tipo de roca competente, como se menciona anteriormente, con un RMR de 79, por lo cual tomaremos los valore para las constantes de:

Dt = 0,5 m

C = 2

Entonces:

$$N° \ taladros = \frac{4{,}8}{0{,}5} + 2 * 1{,}44$$

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

$N°\ taladros = \ 12{,}48 \sim 13\ taladros\ cargados$

Incluyendo los taladros de alivio:

Nro. Total de taladros = 13+1 = 14 taladros

Características del explosivo:

Explosivo : Semexa 65%

Longitud : 7” = 180 mm

Diámetro : 7/8” = 22 mm

Densidad : 1.12 g/cm3

Peso/cartucho : 81 gr

Cálculo de cantidad de explosivo por disparo

Aplicando la ecuación 4.7 y 4.8

$$dc = \frac{(1{,}12\ g/cm^3)(22 + 22\ X\ 0.1mm)^2(3{,}141592)}{4000}$$

$dc = 0{,}515\ Kg/m$

Volumen total volado

Aplicando la ecuación 4.9

$Vol.volado = 1{,}2 * 1{,}2 * 4 * 0{,}3048 * 0{,}90 * 0{,}90$

$Vol.volado = 1{,}423\ m3/disparo$

Toneladas voladas por disparo

Aplicando la ecuación 4.10

$Ton.voladas = 1{,}420\ m3/disparo * 2{,}5\ \ t/m3$

$Ton.voladas = 3{,}55\ t/disparo$

Cálculo de carga de explosivo por cada taladro para Semexa 65%

Aplicando la ecuación 4.11

Para este caso consideraremos Taco=0.4064 m (1/3 de la longitud del taladro)

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

$$\text{q. prom. Semexa } 65\% \;=\; 0{,}515 \text{ Kg/m}((4 * 0{,}3048) - 0{,}4064)\text{m} * 0{,}90$$

$$\text{q. prom. Semexa } 65\% \;=\; 0{,}377 \text{ Kg/taladro}$$

Número de cartuchos por taladro

Aplicando la ecuación 4.12

$$N° \; cartuchos/taladro = \frac{0.377 \; Kg/taladro}{81gr} * 1000(cartuchos/taladro)$$

$$N° \; cartuchos/taladro = 4.54 \sim 5 \text{ Cartuchos/taladro}$$

Debido a los buenos resultados obtenidos solo usaremos 4 cartuchos por taladro

Número de cartuchos por frente

Aplicando la ecuación 4.13

$$N° \; cartuchos/frente = 4 \; cartuchos/taladro \; * 13 \; taladros$$

$$N° \; cartuchos/frente = 52 \; cartuchos/frente$$

Consumo de explosivos

Caja SEMEXSA 7/8” x 7”	= 308 cartuchos/caja
Peso Neto	= 25 Kg
Peso Bruto	= 26.3 Kg
Dimensión de la caja	= 35 cm x 45 cm x 28 cm
Material	= Caja de cartón corrugado

Número de cajas por disparo

Aplicando la ecuación 4.14

$$N° \; cajas/disparo = \frac{52 \; cartuchos/Disparo}{308 \; cartuchos/caja}$$

$$N° \; cajas/disparo = 0.168 \;\; cajas/disparo$$

Cálculo de factor de carga

Aplicando la ecuación 4.15

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

$$FC = \frac{52\ cartuchos/frente * 81\ gr/cartucho}{1{,}423\ m^3}$$

$$FC = \frac{4212\ gr/frente}{1{,}423\ m^3} * 1\ Kg/1000\ gr$$

$$FC = 2{,}960\ Kg/m^3$$

Cálculo de factor de potencia

Aplicando la ecuación 4.16

$$FC = \frac{52\ cartuchos/frente * 81\ gr/cartucho}{3.558\ Tn}$$

$$FC = \frac{6162\ gr/frente}{3.558\ Tn} * 1\ Kg/1000\ gr$$

$$FC = 1.184\ Kg/tn$$

Número de disparos

Aplicando la ecuación 4.17

$$N°\ disparos = \frac{10\ m}{4 * 0{,}3048\ m * 0{,}90 * 0{,}90}$$

$$N°\ disparos = 10.119\ \sim\ 11\ disparos$$

Longitud total perforada

Aplicando la ecuación 4.18

Aplicando la ecuación 4,7 $Long.total\ perforada = 4 * 0{,}3048\ m * 14\ tal/disparo\ * 11$

$$Long.total\ perforada = 187{,}75\ m.perforados$$

Consumo total de cartuchos

Aplicando la ecuación 4.19

$$Consumo\ total\ cartuchos = 52\ cartuchos/disparo * 11\ disparos$$

$$Consumo\ total\ cartuchos = 572\ cartuchos$$

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Consumo total de cajas de explosivo

Aplicando la ecuación 4.20

$$Consumo\ total\ cajas = \frac{572 cartuchos}{308\ cartuchos/caja}$$

$$Consumo\ total\ cajas = 1.85\ cajas\ \sim\ 2\ cajas$$

Se realizarán 2 chimeneas, una en la parte superior y otra en la parte inferior, ambos con las mismas características, por lo que el cálculo de consumo para ambas chimeneas será el mismo.

Cálculo para las 2 chimeneas:

Total metros perforados: 375.5 m. perforados

Total disparos: 22

Consumo de explosivo: 1144 cartuchos

Consumo de cajas: 3.7 cajas ~ 4 cajas

B. Limpieza

El producto de la voladura, se limpiará al carro minero U35 a pulso empleando para ello 02 lamperos, que luego será izado por el inclinado, repitiéndose esta operación hasta concluir. El agua que podría acumularse se bombeará mediante una bomba neumática.

C. Sostenimiento

Esta etapa es solamente en caso de presentarse áreas puntuales inestables, donde colocará pernos con mallas.

D. Instalaciones

Después de la limpieza y cuando la distancia exija, la siguiente etapa comprende las instalaciones, los cuales permitirán seguir con la profundización del inclinado:

- Instalación de la línea riel provisional de avance.
- Colocación de longarinas de apoyo sobre el cual se pondrá la línea de cauville.
- Instalación de tuberías de aire y agua para la perforación.
- Instalación de la tubería de drenaje para el bombeo de agua producto de la perforación del inclinado.
- Aumento de la manga de ventilación.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

E. Mano de obra y equipos

- **Mano de obra:** La cantidad de personal por turno de 8 horas, que trabajará en la construcción del inclinado 8707 serán:

Primer turno:

Tabla N° 12 Mano de obra primer turno

Ocupación	Cantidad
Maestro perforista	1
Ayudante perforista	1
Winchero	1
Bombero	1
lamperos	2
Total =	**6**

Fuente: Elaboración Propia

Segundo turno:

Tabla N° 13 Mano de obra segundo turno

Ocupación	Cantidad
Maestro perforista	1
Ayudante perforista	1
Winchero	1
Bombero	1
lamperos	2
Total =	**6**

Fuente: Elaboración propia

- **Equipos: Se tiene**

Tabla N° 14 Relación de equipos que se tiene.

Equipo	Cantidad
Winche eléctrico	1
Perforadora Jackleg	2
Carro minero U35	1
Bomba neumática	1
Total =	**5**

Fuente: Elaboración propia

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

7.1.2.3 VENTILACIÓN DEL EN LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN DEL INCLINADO

Una adecuada ventilación hace los colaboradores tengan un confort en el medio de trabajo y manteniendo el lugar cargado de oxígeno y fresco.

a) Caudal requerido por persona.

La cantidad mínima necesaria para cada persona será de $3m^3$ hasta los 1500msnm. Y varía según la altitud.

- **PARA RESPIRACION DEL PERSONAL**

De 0.00 msnm	**a**	**1500 msnm**	**3.0m³/min.**
de 1501	"	"	3000	"	4.2	"
de 3001	"	"	4000	"	5.1	"
de 4001	"	"	+	"	6.0	"

Fuente: reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería D.S. 024-2016-EM con su modificatoria DS 023-2017-EM.

$$Q1=(x)*(n) \quad \text{...Ecuación 4.21}$$

Dónde:

Q1: Caudal necesario de aire por número de personal (m^3/ min.)

x: Consumo por Persona (m3/min.)

n: Número de personas

Tabla Nº 32 Número de personal

Tabla N° 15 Número de trabajadores

Ocupación	Cantidad
Maestro perforista	1
Ayudante perforista	1
Winchero	1
Bombero	1
lamperos	2
Total =	**6**

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Fuente: Elaboración propia

Q1 = (3 m^3/min)*(9), Q1= 27 m3/min factor de seguridad consideramos 1.5

Q1= m^3/min*1.5

Q1= 40,5 m^3/min

b) Caudal Requerido por Explosivos.

Los explosivos al detonar producen gran cantidad de gases. Comúnmente los explosivos están diseña dos para no producir gases tóxicos y únicamente CO (monóxido de carbono) y NO (óxido nitroso).

Grado de intoxicación debido a los Gases de explosivos.

Tabla N° 16 Grado de intoxicación debido a los Gases de explosivos.

Porcentaje de CO	Síntomas
0,02	No ocurre intoxicación, aunque se esté expuesto mucho tiempo.
0,03	Cantidad mínima para comenzar cualquier intoxicación
0,05	Desmayo después de 30 minutos a 2 horas de exposición
0,1	Dificultades al caminar
0,2-0,3	Gran intoxicación
0,8- 1,5	Muerte a cabo de 30 minutos a una hora de exposición
2-3	Muerte inmediata

Fuente: Compumet Eirl "Ventilación de Mina Subterránea".

La fórmula que se conoce para este cálculo puede ser criticada, ya que no toma en cuenta varios factores que se expondrán después de presentarla.

Al tratarse de minas metálicas, este método es el que más se usa. Toma en cuenta la formación de productos tóxicos por la detonación de explosivos, el tiempo que se estima para despejar las galerías de gases y la cantidad máxima permitida, según normas de seguridad, de gases en la atmósfera.

Para el cálculo de este caudal, se emplea la siguiente relación empírica según: Según Alejandro Novienski. Ventilación de Mina Pag.280.

$$Q = \frac{100 * A * a}{d * t} m^3/min \quad \text{...Ecuación 4.22}$$

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Dónde:

Q = Caudal de aire requerido por consumo de explosivo detonado (m^3/min.)

A= Cantidad de explosivo detonado, equivalente a dinamita 65% (Kg.)

a = Volumen de gases generados por cada Kg. de explosivo.

a = 0,04 (m^a/Kg. de explosivo); valor tomado como norma general

d = % de dilución de los gases en la atmósfera, deben ser diluidos a no menos de 0,008 % y se aproxima a 0,01 %

t = tiempo de dilución de los gases (minutos); generalmente, este tiempo no es mayor de 30 minutos, cuando se trata de detonaciones corrientes. Reemplazando en la fórmula tendremos:

$$\mathbf{Q = \frac{100*A*0.04}{30*0.008} m^3/min}$$

Entonces, tendríamos finalmente:

Q = 16,67 *A* m^3/min

La fórmula trata este caso como si fuera a diluir los gases dentro de un espacio cerrado, lo que no es el caso de una mina donde parte de los gases se eliminan continuamente de la frente por el volumen de aire que entra. Además, los gases tóxicos se diluyen continuamente con la nube de gases en movimiento con el aire limpio. Por último, cada gas tóxico que se produce tiene propiedades distintas a las demás, luego necesitan diferente porcentaje de dilución, entonces "d" dependerá del explosivo que se esté usando. En este caso es dinamita, la carga que se calculó anteriormente se tiene.11,72 kg

QZ = 16,67 * 11,72 m^3 /min

QZ = 195,37 m^3 /min

c) Caudal total requerido según condiciones donde se desarrollará el inclinado 8707.

De acuerdo a las condiciones donde se desarrollará el inclinado se consideran 2 caudales, el requerido por número de personas laborando y el requerido por explosivos, cabe aclarar que la temperatura no excede los 30 grados por lo que no es necesaria el caudal por temperatura.

Q3 = Q1+Q2= 40.5 m3 /min + 195,37 m3 /min

Q3 = 235,87 m3 /min también se debe considerarse la perdida en orificios (15%)

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Q3 = 235,87*1,15 m3 /min

Q3= 271,25 m3 /min

Transformando a CFM:

Q3 = 9579 cfm

7.1.3 DISEÑO DEL IZAJE

7.1.3.1 PESO Y TIPO DE MATERIAL POR VIAJE

La producción mensual planeada es de 3000 toneladas por mes, en otras palabras, considerando 25 días por mes, obtendremos una producción de 120 TMPD de mineral. De igual manera, se debe considerar en el izaje la extracción de desmonte, que va a ser de 120 TMPD.

Se calculará primero la capacidad de carga (en toneladas) que tienen los carros mineros para cargar mineral y desmonte, ya que este valor varía debido a que tienen diferentes densidades (masa/volumen). Después de esto, se calculará el peso a izar por viaje.

Capacidad de carga

Debido a que los carros mineros U35 tienen una capacidad nominal de $1m^3$, se procede calcular la capacidad de carga de los carros mineros mediante la siguiente fórmula:

$$c = \frac{Vc.p,fc}{(1+e)} \qquad \textit{...Ecuación 4.23}$$

Dónde:

C: Carga o capacidad de carga (t)
Vc: Volumen del carro minero U35 (m3)
P: densidad de la roca (t/m3)
fc: factor de carguío (%)
e: esponjamiento (%)

Se considera los siguientes valores para la fórmula, asumiendo una humedad para ambos casos de 3%.

$$\text{Pmineral} = 3\frac{t}{m^3} + 0{,}03\ x\ 3\frac{t}{m^3} = 3{,}09\frac{t}{m^3}$$

$$\text{Pdesmonte} = 2{,}5\frac{t}{m^3} + 0{,}03x\ 2{,}5\frac{t}{m^3} = 2.57\ \frac{t}{m^3}$$

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Su factor de carguío es: fc = 80%

El esponjamiento (e) varía para mineral y desmonte, entonces:

- e = 40% para mineral
- e = 50% para desmonte

Por tanto, reemplazando en la ecuación líneas arriba presentada:

Para mineral:

$$c = \frac{(1m^3)(\frac{3,09t}{m^3})(0.8)}{(1+0,4)} = 1,76\ t$$

Para desmonte:

$$c = \frac{(1m^3)(\frac{2,57t}{m^3})(0.8)}{(1+0,5)} = 1,37\ t$$

Si se va a izar 2 carros por viaje, el peso del material por viaje es el siguiente:

Entonces.

$$\text{Total de mineral por viaje } = 2\frac{\text{carritos m.}}{\text{viaje}}\ x\ 1,76\frac{\text{t}}{\text{carrito m.}} = 3,52\frac{\text{t}}{\text{viaje}}$$

$$\text{Total de desmonte por viaje } = 2\frac{\text{carritos m.}}{\text{viaje}}\ x\ 1,37\frac{\text{t}}{\text{carrito m.}} = 2,74\frac{\text{t}}{\text{viaje}}$$

7.1.3.2 PESO CARRO MINERO Y Nº DE CARROS MINEROS IZADOS POR VIAJE

El peso del carrito minero u 35 es de 700kg = 0,7 t, entonces el peso total de los carros mineros es de 1400kg = 1,4 t.

7.1.3.3 DIÁMETRO Y PESO DEL CABLE A UTILIZAR

Cables de alambre

- **Materiales**

  Existen varios tipos de materiales para los cables de alambres, pero el acero es el más usado para la minería.

- **Estructura**

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

La estructura o número y disposición de alambre en la cuerda depende del uso que se le va a dar. Usualmente se asigna numéricamente al poner el número de torones y el número de alambres por torón; entonces, un cable de 6 torones con 19 alambres por torón se denomina un cable de 6 x 19 y uno de 6 torones por 7 alambres por torón es un cable de 6 x 7.

Los torones de estos cables están puestos alrededor de un alma de cáñamo, el cual tiene la función de absorber y retener el lubricante, además que actúa como un cojín flexible en el cual los torones pueden ser incrustados, lo que previene un desgaste por fricción cuando se curva en los tambores de los winches.

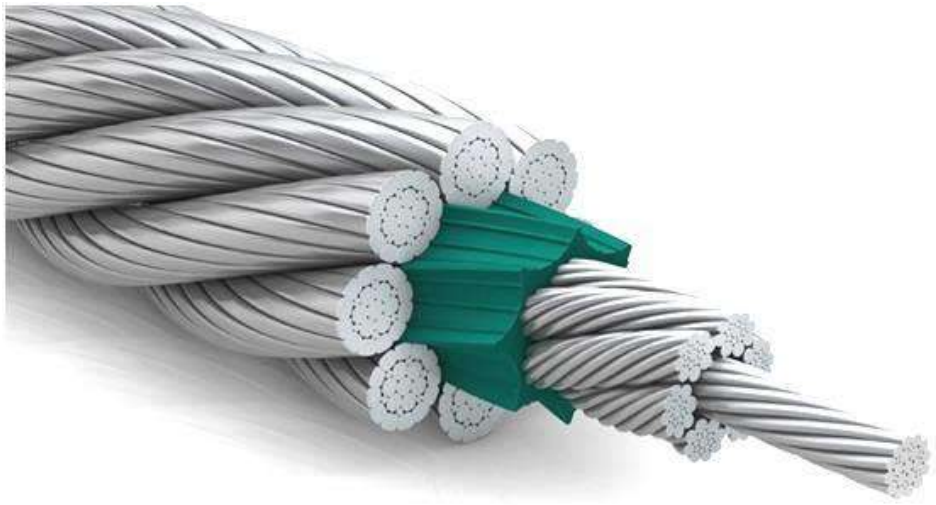


Figura N° 10 Cables de alambre
Fuente: simma.cl/producto/cables-de-acero

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

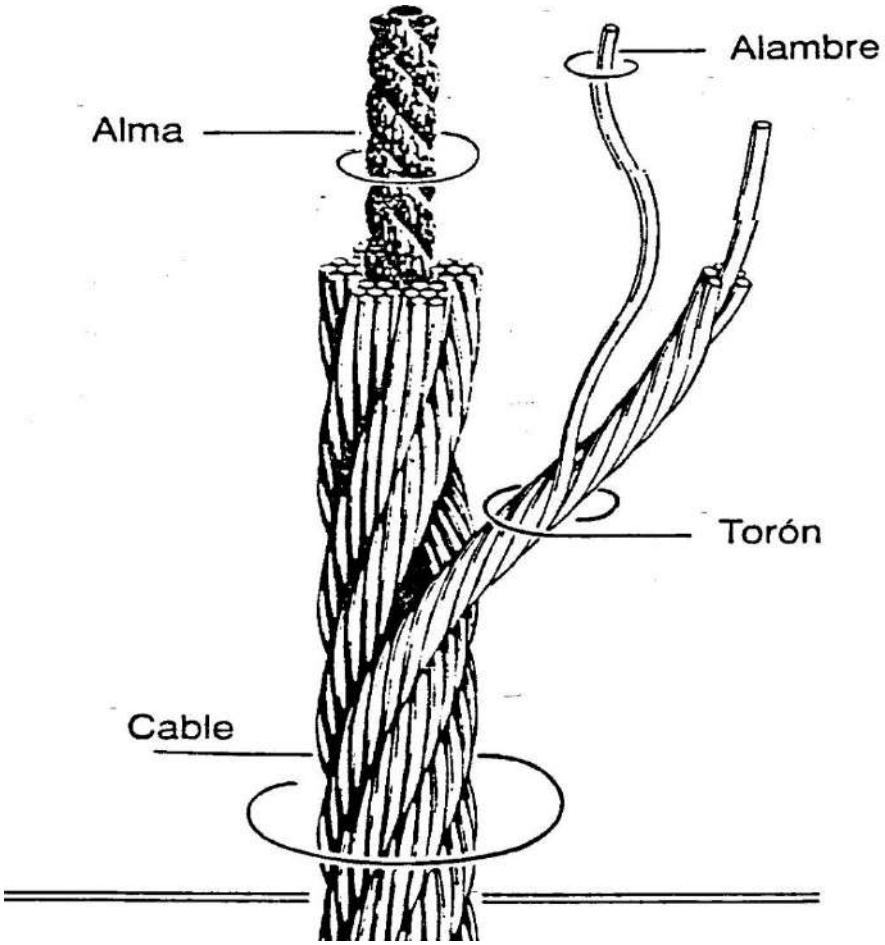


Figura N° 11 Descripción del cable
Fuente: simma.cl/producto/cables-de-acero

Los tipos de cables de alambre normalmente usados para acarreo son los de tipo “round strand” o “flattened strand”, ambos tienen 6 torones enrollados sobre un núcleo de fibra. El cable tipo “flattened strand” tiene claramente un mayor número de alambres en la circunferencia exterior, y por tanto, provee mucha mayor resistencia al desgaste superficial. Esta superficie de desgaste puede ser luego incrementada al retorcer los torones en el cable en la misma dirección que los alambres en el torón, a lo que se le conoce como “Lang’s lay”, sin embargo, una construcción más estable es la "ordinary Lay" o “regular lay”, en el cual los torones y el cable son retorcidas en direcciones opuestas. Pueden ser "left-hand" o "right-hand", de acuerdo a la dirección del enrollado de los torones a lo largo del núcleo.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Figura N° 12 Cable de acero
Fuente: simma.cl/producto/cables-de-acero

La masa y fuerza de los cables de alambre dependen, en gran medida, de la cantidad de acero en la sección transversal, los cuales son proporcionales al diámetro al cuadrado, pero en ambos casos son afectados por el diseño del cable, por lo que se le añade un constante.

Si la masa del cable es $m=kd^2$, donde k es una constante que depende del diseño del cable. El valor de masa resultante se corroborará con tablas de proveedores de cables.

El tipo de acero ampliamente utilizado para los cables de alambre tiene una resistencia a la ruptura alrededor de 1570 $MN/m^{2/}$ o ($160Kg/mm^2$), y la fuerza a la ruptura puede ser considerada como $s=kd^2$, donde k es una constante que depende del diseño del cable y la resistencia del alambre.

Si el diámetro del cable es d...cm, entonces la masa es m= $kd^{2\cdots}$.kg/m la fuerza es s= kd^2….kN

La tabla siguiente nos muestra los valores de k y K para varios tipos de cables, los valores de k son los que toma cuando su resistencia a la ruptura es de 1570 MN/m^2. El valor para aceros de otras resistencias puede ser hallado por proporción.

Tabla N° 17 Constantes de masas y esfuerzos de cables de alambre

Tipo de cable	k	K
Round Strand con alambre en el núcleo	0.36	52
	0.4	56
Flattened Strand con alambre en el núcleo	0.41	55
	0.45	58
Locked oil	0.564	85

Fuente: Elaboración propia

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

El tamaño del cable de alambre es usualmente dado en mm, pero el cm nos lleva a constantes más apropiadas.

Factor de seguridad del cable

El ratio de la fuerza de rotura entre la carga máxima se le denomina factor de seguridad. Para cables utilizados en acarreos la máxima carga es difícil de especificar y en muchos casos se determina por las fuerzas de inercia generadas debido a repentinas tensiones de los cables. La figura siguiente representa un tren de vagones (carros mineros) siendo jalados en ascenso por un inclinado de ángulo θ, de aceleración *a* mediante un cable de alambres. La masa del tren se representa como M_T, la masa total de las llantas es M_W, dé radio *r*, radio de giro *k*, y la masa total del cable es M_R. Las fuerzas que actúan se muestran donde

$$Masa\ total\ equivalente\ del\ tren\ M_E = M_T + M_W \frac{K^2}{r^2} \ldots \qquad \ldots Ecuación\ 4.24$$

Además, μ_T es el coeficiente de fricción del tren μ_R y es el coeficiente de fricción del cable.

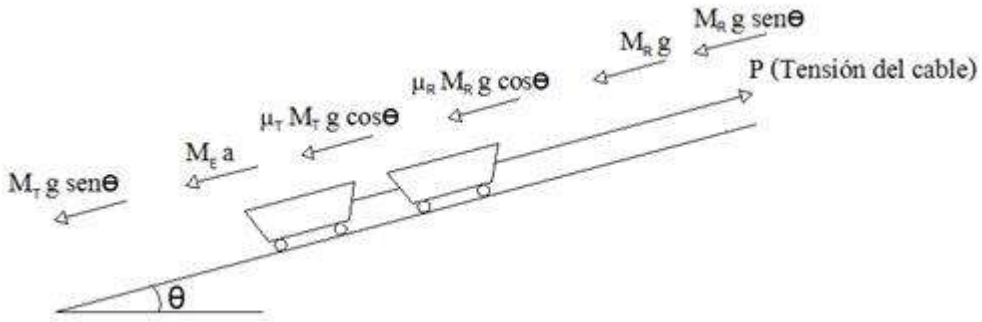


Figura N° 13 Fuerzas inclinadas de un tren acarreado por cable
Fuente: tesis DEL PINO, (1998)

Es conveniente considerar a todas estas fuerzas como coeficientes multiplicados por el peso correspondiente y a usar M_T g como el peso del tren para todos los coeficientes relacionados con el peso del tren, escribiendo M_T gA = M_E a, de tal manera que a, el coeficiente de aceleración es dado por A= M_E a/M_T g. De igual manera, el senα es igual a G, el coeficiente de gradiente, μ_t es igual a Rμ, el coeficiente de resistencia del tren, y μ_R es igual a Q, el coeficiente de fricción del cable, además él es muy cercano a 1 para gradientes típicas.

La figura 11 muestra el mismo tren que en la figura 12 con los coeficientes y las masas asociadas usadas en el sistema.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

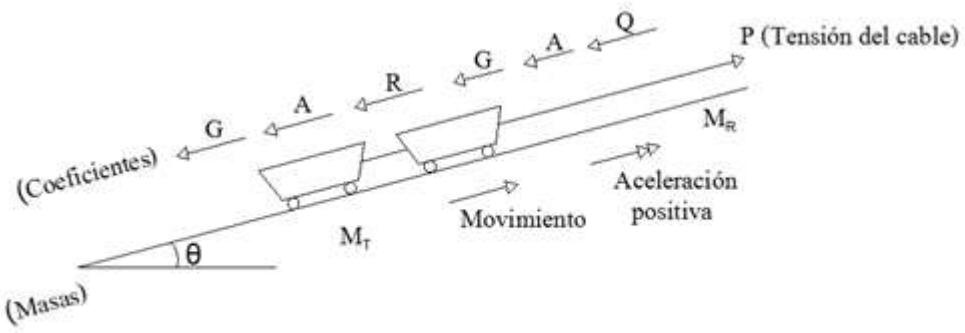


Figura N° 14 *Masas y coeficientes inclinados del acarreo de un tren con cable*
Fuente: tesis DEL PINO, (1998)

Las resistencias R y Q son siempre opuestas al sentido del movimiento y A es siempre opuesta a al sentido de la aceleración (Por el principio de D'Alembert), donde G siempre actúa hacia la gradiente. La fuerza de inercia asociada al cable es, en realidad, $M_R a$ y $M_r gA$. No como se muestra en la figura, pero, de hecho, algunos de los rodillos de soporte van a tener que acelerarse en un movimiento giratorio, por lo que se debe considerar esta condición.

La tensión del cable se calculará con la siguiente expresión:

$$P = M_T g (G+A+R) + M_R g (G+A+Q) \quad \text{...Ecuación 4.25}$$

Si es el coeficiente calculado de una máxima aceleración, esta ecuación puede ser usada para hallar la tensión máxima de la cuerda, pero en el arranque el valor máximo de no es, generalmente, conocido. Con el fin de considerar este criterio e incluir un tipo de factor de seguridad dinámico de 5 para la fuerza del cable, la ecuación puede ser simplificada como se ve a continuación:

S=Fuerza de ruptura de la cuerda

$$S = 5Mg(A+G) \quad \text{...Ecuación 4.26}$$

Donde $M = M_T + M_R$, y tanto R como Q son ignorados, ya que sus valores son mucho menores que A o G. El valor de A se asume que es 0.125 para cualquier propósito en general.

Esta parte es un reescrito de un método sugerido por Crook, A.E. Trans. Inst. Mining Engrs. 118, parte 4 (1959).

Asimismo, de acuerdo al art. 283 (cap. VII) del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, DS 023-2016, el factor de seguridad de carga de rotura/carga de

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

trabajo de los cables utilizados en minería será de 5, cuando el cable se usa para el transporte de mineral o materiales. Por tanto, esto concuerda con la teoría líneas arriba descrita.

Cálculo del cable óptimo y su peso

La determinación el cable óptimo a emplear se hará en base al izaje de mineral, ya que es donde se carga el mayor tonelaje (3,52 t) por viaje. Por tanto, se realizará un cálculo de la tensión que debe soportar el cable según las características de izaje:

Ya que cada vagón tiene 1,76 t de capacidad, se necesitará 2 carros mineros (3,52 t).

Debido a que se va a usar un cable tipo “flattened strand”, de diámetro “d” (cm), se utilizan las relaciones de masa y fuerza con el diámetro con las constantes de la tabla 21:

$$\text{Masa} \quad m(kg/m) = 0{,}41\ d^2$$

$$\text{Fuerza} \quad S(kN) = 55\ d^2$$

Entonces, se va considerar la ecuación 4.26 para realizar un cálculo más exacto pero adicionándole el factor de seguridad de 5, como se observa en la siguiente expresión:

$$S = 5(M_T\, g\,(G+A+R) + M_R\, g\,(G+A+Q)) \qquad \textit{... Ecuación 4.27}$$

Donde

$Mt = 2 \times (1.76\ t + 0.7\ t) = 4.92\ t$ y $M_R = 135\ M \times 0.41\ d^2 \times 1t/1000kg = 0.055\ d^2 \ldots T$

A = 0.125 y como G = sen 30 = 0.50, R 0 0.01, Q = 0.1 entonces:

$55\ d^2 \ldots Kn = 5 \times 9.81\ (4.92 \times (0.5 + 0.125 + 0.01) + 0.055\ d^2 \times (0.5 + 0.125 + 0.1))$

Dónde:

$153.242 = 53.044\ d^2$

D = 1.7 cm = 17 mm

El valor más cercano, de acuerdo a los tamaños estándares de cables de flattened o triangular strand, es de 18mm, por lo tanto se elige este tamaño de diámetro.

El valor de M_R, según la fórmula, para la longitud total de 135m de este cable es $0.055(1.8CM)^2 = 178.2\ KG = M_R$ es decir, el valor de la masa $m = 0.41\ d^2 = 1.328\ kg/m$

Por tanto, la fuerza de ruptura del cable $S = 55\ d^2\ 55\ (1.8cm)^2 = 178.2\ KN$, que a su vez también es la tensión máxima que se ejercerá sobre el cable.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tal como lo indica la bibliografía, para aplicar este resultado a un proyecto real se debe verificar la información con alguna tabla de un fabricante. En este caso, se corroborará estos resultados con el catálogo de una empresa australiana de fabricación de cables de alambres:

Para cables tipo “triangular strand”:

Tabla N° 18 Datos de cables de alambre para minería del catálogo Wire & Rope Strand de A. Noble & Son LTD.,

Diámetro nominal mm	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: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 22, se observa que el cable de 18mm tiene una masa de 1,32 kg/m y una fuerza de ruptura mínima de 206 kN. El valor de la masa del catálogo coincide con el calculado, y en cuanto a la fuerza, es mayor a la requerida por el sistema de extracción, exactamente, 27,8 kN más.

Entonces, en resumen se escogerá un cable con las siguientes características:

Tabla N° 19 Resumen de características de cable óptimo para el izaje

Tipo	Flattened -Triangular Strand (de torones perfilados - triangulares)
Distribución de alambres	6 x 23 (6 x 10/12/A)
Dirección del corchado (Lay)	Lang´s Lay (corchado directo)
Diámetro	18mm
Fuerza Mínima de Ruptura	206 KN

Fuente: Elaboración propia

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

7.1.3.4 MÁXIMO TONELAJE POR HORA Y POR TURNO, Nº DE HORAS DE IZAJE POR TURNO

Cuando se proyecta una instalación de extracción, se debe tener los siguientes parámetros para hallar la capacidad horaria de la instalación:

- Producción Anual (A) : 3000 t/mes x 12 meses: 36,000 t
- Profundidad del pozo (H): 100m

Entonces, la producción por hora de un pique para la extracción de carga (material) se obtiene por la siguiente fórmula:

$$Q_h = \frac{c(A+a)}{dt} \qquad \textit{...Ecuación 4.28}$$

Dónde:

Qh: Producción por hora
A: tonelaje anual de mineral a extraer
A: tonelaje anual del material estéril a extraer
d: número de días de trabajo por año
t: coeficiente de irregularidad de la producción; 1,15 para extracción con carros mineros

Entonces, se reemplaza los valores en la fórmula para conseguir la capacidad horaria de extracción:

$$Q_h = \frac{1{,}15(36000 + 15000)}{300 \text{ x } 10} = 19{,}55 \text{ t/h}$$

Máximo tonelaje por turno

Debido a que la operación trabaja en dos turnos de 12 h de duración cada uno, pero con un tiempo efectivo de izaje de 5h por turno:

$$\text{Max ton/turno} = \frac{19{,}55}{\text{hr}} \; x \; 5 \; \frac{h}{turno} = 97{,}75 \text{ t/turno}$$

Número de horas por turno en izaje

Número de turnos por día

La extracción de mineral y desmonte se realizará en dos turnos, cada uno de ellos con una duración de 12 horas, pero con tiempo de izaje efectivo de 5h.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

7.1.3.5 MÁXIMO N° DE VIAJE POR HORA EN EL NV. SUPERIOR Y VELOCIDAD DEL CABLE

Máximo N° de viajes por hora requeridos en el Nv. Superior

Para mineral:

$$\text{N°Máx de viajes por hr: } = \frac{19{,}55\ t}{h} X\ \frac{1viaje}{2\ c.m} X \frac{1\ c.m}{1{,}76\ t} = 5.55 = 6\ \frac{viajes}{h}$$

Por tanto, se demorará por viaje 0.167 hrs ó 10.02'

Para desmonte:

$$N\text{° Máx de viajes por hr: } \frac{19{,}55\ t}{h} X\ \frac{1viaje}{2\ c.m} X \frac{1\ c.m}{1{,}37\ t} = 7{,}13 = 8\ \frac{viajes}{h}$$

Por tanto, se demorará por viaje 0,125 hrs ó 7.5'

En este caso, se trabajará con la situación más crítica que es la de extracción con desmonte para la determinación de la velocidad de cuerda, es decir 7.5'. Pero a esta cantidad debemos restarle lo que se demora el equipo de extracción en el manipuleo de carros mineros, que en promedio se estimará en 45s tanto en el nivel superior como inferior. Por tanto, esto suma 1min 30s (1.5').

Entonces: 7.5' - 1.50' = 6'

Entonces, por cada viaje solamente se debe demorar 6' los carros mineros en recorrer el pique inclinado ida y vuelta, es decir, bajar carros vacíos y subir carros llenos. Entonces la distancia total L es 270m. Ahora se calcula la velocidad de cuerda

Velocidad cuerda: $^{L}/_{\text{tiempo total empleado por viaje}}$ = 270 *m/6* ruin =*45*m/min

Velocidad cuerda: = $^{45\ m}/_{m¡n}$ x $^{lpie}/_{0,3048m}$ x $^{lmin}/_{60s}$= *2,46 pies/s ó 0.75 m/s*

7.1.3.6 TIPO DE SISTEMA DE IZAJE

Los sistemas de izaje se dividen principalmente en dos tipos:

Izaje no balanceado.- Es aquel que se realiza a través de un pique de un solo compartimiento, donde no hay un peso descendiente producto de un carro minero, skip o jaula que ayude a izar a los carros o jaulas ascendentes. Es la forma más simple de izaje.

Izaje balanceado.-Se realiza en un pique de dos compartimientos, donde el peso ascendente del carro minero, skip o jaula es compensado por otro de éstos que desciende pero vacío por el otro compartimiento.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Para el caso del presente trabajo, el sistema de izaje es no balanceado, debido a que este es el más óptimo para minas de pequeña producción. Por lo tanto, el inclinado 8707 contará con un solo compartimiento, por donde se realizará el izaje de los carros mineros.

7.1.3.7 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DEL TAMBOR DEL WINCHE A SELECCIONAR

Dimensiones del tambor

Se usará un winche de tambor cilíndrico simple. Este tipo de tambor es el adecuado para izaje para un solo nivel.

De acuerdo al art. 277 (cap. III) del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, DS 024-2016; la relación entre el diámetro del tambor y el cable debe ser de 48 a 1 cuando el diámetro del cable es menor a 25.4mm o menos, es decir, el caso del proyecto, donde el diámetro del cable a usar es 18mm, se tiene la siguiente relación:

$$\frac{\text{Diametro cable}}{\text{doametro tambor}} = \frac{1}{48} = \frac{18\ \text{mm}}{864\ \text{mm}}$$

Entonces, el diámetro del tambor del winche que se seleccionará debe ser como mínimo de 0.864m.

7.1.3.8 CAPACIDAD DEL MOTOR DEL WINCHE ELÉCTRICO

En este punto se podrá calcular la potencia necesaria que requiere el winche eléctrico para realizar el izaje de manera eficiente. Con este dato podremos definir el modelo del winche a utilizar.

Esta potencia es determinada por el Root Mean Square o RMS (por sus siglas en inglés) del ciclo de trabajo, es decir, la raíz de la media al cuadrado del ciclo de trabajo. Este valor representa el requerimiento de izaje máximo continuo, el cual se determina mediante el uso de las letras correspondientes al diagrama de izaje de la figura 8, con la excepción que A y D incluyen la potencia requerida para acelerar y desacelerar el rotor del motor.

Para motores de winches que trabajan por con corriente alterna, que es el caso del presente proyecto, se utiliza la siguiente ecuación:

$$RMS\ (kW) = \frac{A^2 x\ t_a + \frac{B^2 + C^2 + BC}{3} x\ t_s + D^2 x\ t_b}{\frac{t_a}{2} + t_s + \frac{t_b}{2} + \frac{t_o}{4}}$$

... Ecuación 4.29

Dónde:

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

A, B, C Y D son puntos principales que representan los valores resultantes de las potencias requeridas por el izaje de acuerdo a los tiempos de trabajo

Reemplazando los valores de A, B, C y D obtenidos, obtenemos este resultado:

$$RMS\ (kW) = \frac{34.33^2 \times 7 + \frac{34.01^2 + 33.07^2 + (34.01x33.07)}{3} x\ 111 + 32.75^2 \times 7}{\frac{7}{2} + 111 + \frac{7}{2} + \frac{45}{4}} = 33kW$$

Ya que el RMS de un ciclo de trabajo junto con los requerimientos de sobrecarga establece el requerimiento del motor, no se puede determinar esta sobrecarga de manera precisa hasta que la inercia de la armadura (rotor) sea conocida, por tanto, es necesario estimar la inercia luego de haber calculado el RMS, ya sea por inspección del ciclo o por el RMS calculado sin haber considerado el efecto de la armadura. Este último se considerará para este caso, donde se multiplicará el RMS por un factor en porcentaje para incluir el valor de la inercia y obtener el resultado final.

Entonces, la máxima potencia requerida para acelerar el rotor del motor en 1 segundo se determina de la siguiente manera:

Para motores que trabajan con corriente alterna se multiplica el RMS por un 125%.

Por tanto:

Potencia máxima= 125 % x 33Kw = 42 kW

Se redondea a 45 kW, para ajustarlo a los valores comerciales de potencias de winches de izaje.

Entonces las características finales que deberá tener el winche eléctrico requerido son las siguientes:

Tabla N° 20 Características técnicas del winche eléctrico requeridas para el sistema de izaje

Peso total a izar	51
Capacidad de enrollamiento (velocidad de la cuerda)	68,4 m/min (1.14m/s)
Potencia requerida	45 kW (60 hp)
Diámetro mínimo de tambor	86,4 cm
Sistema del motor	Trifásico

Fuente: Propia

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

7.1.3.9 TRANSPORTE EN EL SISTEMA DE IZAJE

Debido a que la extracción comprende los trabajos en las estaciones del inclinado 8707 en los dos niveles, en el presente capítulo, se realizará el cálculo para la selección de las locomotoras a utilizar para en el ciclo de extracción de acuerdo a los requerimientos de producción de la mina, es decir, tanto en el nivel 516 y 566. Además, se realiza los diseños de las estaciones del inclinado para los dos niveles de trabajo.

A continuación, se describirá las tareas necesarias para la infraestructura del sistema de extracción.

I. Pique inclinado

la tarea a realizar es el pique inclinado, que cuenta con una longitud de 140 metros, con ángulo de inclinación de 30º y una sección típica de avance lineal de 2.4m x 2.4 m

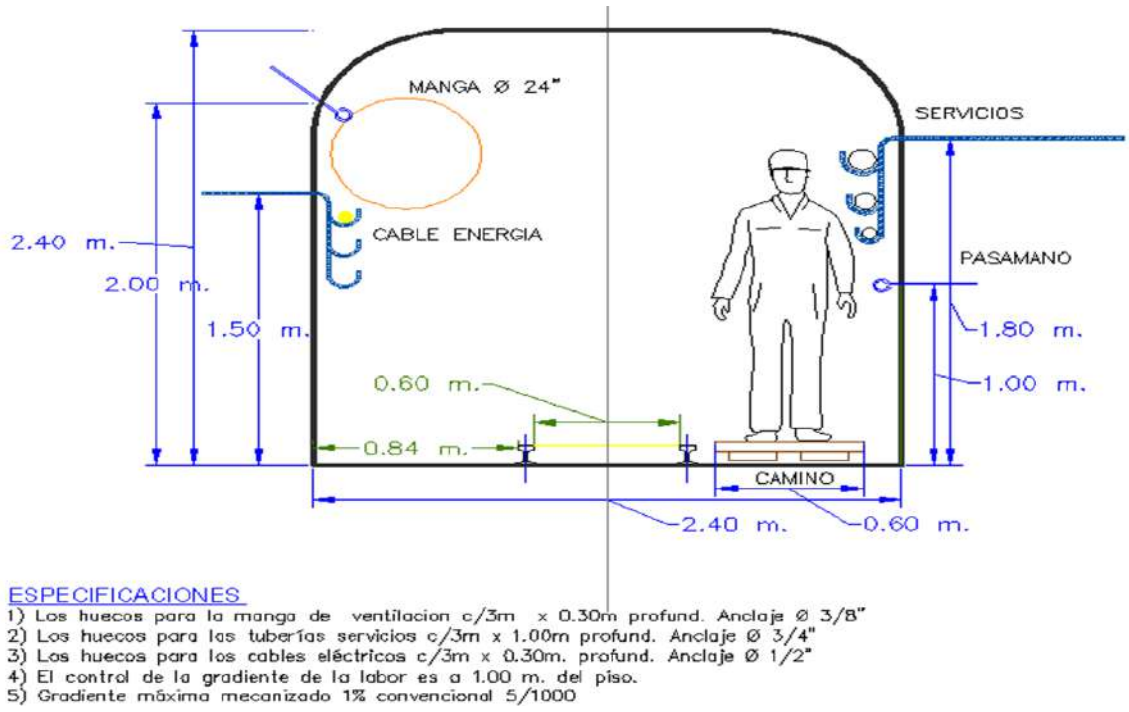


Figura N° 15 Diseño de sección del Pique inclinado
Fuente: Área de operaciones Unidad minera San Juan.

La ejecución de este pique se realizará en sentido descendente, con perforación con jackleg. Descripción de los resultados

II. Tendido de rieles en el pique inclinado

La siguiente tarea será el tendido de rieles a lo largo de toda la extensión del pique, para lo cual se utilizarán rieles de acero. Sus características se muestran a continuación:

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Tabla N° 21 Características técnicas del winche eléctrico requeridas

Peso total a izar	51
Capacidad de enrollamiento (velocidad de la cuerda)	68,4 m/min (1.14m/s)
Potencia requerida	45 kW (60 hp)
Diámetro mínimo de tambor	86,4 cm
Sistema del motor	Trifásico

Fuente: Elaboración propia

III. Armado de plataforma de winche de izaje

La siguiente tarea a realizar es el armado de plataforma del winche de izaje, el cual se elaborará con diferentes componentes de madera tales como longarinas, redondos, tablas, así como bloquetas de concreto. El detalle de estos materiales se puede apreciar en el análisis de precios unitarios

El desquinche realizado para esta cámara se ha contemplado dentro de los costos de desquinche y cuadrados de la estación superior del pique.

IV. Instalación, energizado y prueba de winche de izaje

Todo este trabajo lo realizará el proveedor del winche, además el costo que representa está incluido en el del equipo, por lo que esta tarea demanda tiempo pero no costo.

7.1.4 PLANEAMIENTO DE EJECUCIÓN DE TODAS LAS OBRAS EN LA CONSTRUCCIÓN

EL planeamiento propuesto para la ejecución e instalación del inclinado se encuentra en las tablas siguientes de este ítem.

No se desarrollarán trabajos en simultáneo, por lo que el tiempo de desarrollo será calculado sumando el tiempo de cada actividad.

Este cronograma de ejecución del sistema de extracción se presenta a continuación:

Desarrollo de labores:

Se realizarán 2 disparos por día, y considerando los datos obtenidos del cálculo realizado en perforación y voladura, tenemos lo siguiente:

Tabla N° 22 Avance total de actividades

Labor	Longitud (m)	Avance/disparo	N° disp./labor	N° disp./día	N° días
Inclinado	140	1,54	91	2	45

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Estación 1	30	1,54	20	2	10
Chimenea 1	10	0.97	11	2	5.5
Chimenea 2	10	0,97	11	2	5.5
TOTAL	**180**		**132**	**2**	**66**

Fuente: Elaboración propia

Instalación de colleras:

Tabla N° 23 Tiempo de instalación de colleras.

Longitud de collera	**6.00 m**
Rendimiento por guardia	9,00 m/gdia
Avance por día	18,00 m/día
Colleras instaladas por día	3 colleras/día
Cantidad total de colleras a instalar	26 colleras
Tiempo total de instalación	**8,67 ~ 9 días**

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el tiempo necesario para la realización del proyecto es de:

66 días + 9 días = 75 días redondeando 75 días.

Considerando algún imprevisto tomaremos un 10 % el tiempo estimado será de:

T = 75 x 1,1 = 82,5 = 83 dias

7.1.5 MONTO DE INVERSIÓN EN LA INFRAESTRUCTURA

7.1.5.1 COSTOS DE INCLINADO 30º, LIMPIEZA A PULSO E IZAJE CON WINCHE 30 HP, SECCIÓN 2.4MX2.4M

Tabla N° 24 Características de construcción de la roca.

Tipo de roca	**SEMIDURO**	
Nro Taladros	29	Tal.
Longitud de barreno	4	Pies
Eficiencia de perforación	94,00%	
Eficiencia de voladura	91,00%	
Avance por disparo	1,04	m.

Fuente: Propia

Mano de obra

Tabla N° 25 Costo de mano de obra en limpieza.

Obreros	**Horas**	**Tareas**	**Jornal S/.**	**Jornal $**	**Costo S/. x Disp**	**Costo S/./ m**
Perforista Palero	8	1.00	60,00		60,00	
Ayudante perforista	8	1.00	55,00		55,00	
Winchero	8	1.00	60,00		60,00	

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Ayudante winchero	8	1.00	55,00		55,00	
Limpieza servicio	8	1.00	50,00		50,00	
Limpieza servicio	8	1.00	50,00		50,00	
Sub- total	**48**	**6,00**			**330,00**	
Leyes Sociales	101,81%				335,96	
Total Obreros					**665,96**	**638,56**

Costos fijos y GG	**28,33**

Fuente: Elaboración propia

Materiales perforación

Tabla N° 26 Costo de materiales de perforación en limpieza

Barrenos	**Cant.**	**Precio S/.**	**V. Util**	**p.p.**	**Costo S/. x Disp**	**Costo S/./ m**
Barra Cónica de 5 pies	1	317,52	1200	116,00	30,69	
Broca de 38 mm	1	79,50	400	116,00	23,06	
Total barrenos					**53,75**	**51,54**

Mangueras y accesorios:	**Unidad**	**Cant.**	**Precio S/.**	**V. Util**	**Costo S/. x Disp**	**Costo S/./ m**
Manguera de 1/2"	Metros	30	4,75	110.00	1,30	
Manguera de 1"	Metros	30	9,50	90.00	3,17	-
Aceite de perforación	Galones	0,24	40,70	1.00	9,84	
Total mangueras y accesorios					**14,30**	**13,71**

Fuente: Elaboración propia

Implementos de seguridad

Tabla N° 27 Costo de implementos de seguridad en limpieza.

Descripción	**Unidad**	**Cant.**	**Precio S/.**	**V. Util**	**Costo S/. x Disp**	**Costo S/./ m**
Protector	Pza.	6,00	49,70	320,00	0,93	
Guantes de Cuero	Par	6,00	11,50	20,00	3,45	
Guantes de jebe neoprene	Par	6,00	16,95	25,00	4,07	
Correas portalámparas	Pza.	6,00	11,72	350,00	0,20	
Lentes de seguridad de malla	Pza.	6,00	21,85	90,00	1,46	
Botas de jebe	Par	6,00	55,10	120,00	2,76	
Mameluco camisa pantalón	Pza.	6,00	57,20	120,00	2,86	
Respiradores 3M	Pza.	6,00	71,00	120,00	3,55	
Filtro de respirador 3M	Par	6,00	25,08	20,00	7,52	
Tapón de oídos	Par	6,00	4,36	115,00	0,23	
Pantalón de jebe	Pza.	6,00	33,90	85,00	2,39	
Saco de jebe	Pza.	6,00	33,90	85,00	2,39	
Sujetador de casco/carrilera	Pza.	6,00	3,62	90,00	0,24	
Tafilete de protector	Pza.	6,00	10,28	120,00	0,51	
Lampara de baterías KLM + cargador	Pza.	6,00	219,62	500,00	2,64	
Arnés tipo paracaídas	Pza.	0,00	172,30	180,00	0,00	
Línea de vida	Pza.	0,00	61,20	180,00	0,00	

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Total Implementos de Seguridad	**35,20**	**33,75**

Fuente: Elaboración propia

Herramientas y otros materiales

Tabla N° 28 Costo de herramientas y materiales en limpieza.

Materiales	Unidad	Cant.	Precio S/.	V. Util	Costo S/. x Disp	Costo S/./ m
Lampas	Pza.	1.00	33.80	35	0.97	
Picos	Pza.	1.00	30.02	70	0.43	
Llave Styilson 24"	Pza.	1.00	77.32	150	0.52	
Llave Francesa 16"	Pza.	1.00	58.10	150	0.39	
Saca barrenos	Pza.	1.00	38.54	150	0.26	
Alambre de amarre No 16	Kg.	0.25	5.68	1	1.42	
Alambre de amarre No 18	Kg.	0.10	5.68	1	0.57	
Barretillas	Pza.	2.00	63.00	100	1.26	
Cucharilla	Pza.	1.00	11.15	180	0.06	
Punzón de cobre	Pza.	1.00	10.35	180	0.06	
Soplete para barrido de taladros	Pza.	1.00	52.00	180	0.29	
Guiadores para perforación	Pza.	5.00	3.30	45	0.37	
Atacador de madera	Pza.	1.00	8.10	45	0.18	
Flexómetro 5mt	Pza.	1.00	8.70	45	0.19	
Cachimba (Hechizo) de 10 a 6	Pza.	1.00	25.20	180	0.14	
Cachimba (Hechizo) de 12 a 6	Pza.	1.00	32.60	180	0.18	
Pata de cabra (Hechizo)	Pza.	1.00	45.81	300	0.15	
Adaptador (split set completo)	Pza.	0.00	380.10	150	0.00	
Santiago para rieles	Pza.	1.00	1324.00	1800	0.74	
Gamarrilla de agua	Pza.	1.00	120.00	180	0.67	
Arco de sierra	Pza.	1.00	17.00	150	0.11	
Hoja de sierra	Pza.	1.00	5.00	12	0.42	
Balón de gas de 10 kg	Gl.	1.00	42.00	45	0.93	
Alicate	Pza.	1.00	15.00	150	0.10	
Pintura	Pza.	0.02	21.00	1	0.42	
Total herramientas					**10.81**	**10.37**

Fuente: Elaboración propia

Equipo de perforación:

Tabla N° 29 Costo de perforación y voladura en limpieza.

Descripción	P.U. S/.	Repuestos	V. Util	Costo S/. x Pie Perf.	Pies Perforad.	Costo S/./ m
Máquina Perforadora Pala Eimco 12-B	14,616	80%	90,000	0.29	116	
Total maquina				**0.29**	**116**	**32.51**

SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS		**808.77**
Utilidad	10%	80.88
Imprevistos	0%	0.00

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

COSTO POR METRO LINEAL	**889.65**

COSTO POR METRO LINEAL	**889.65**

Fuente: Elaboración propia

Considerando que la distancia total del inclinado es de 140 m, entonces el costo total por la toda la labor será:

COSTO POR LABOR	**S/. 124 551.00**

7.1.5.2 COSTOS DE INSTALACIÓN RIELES EN INCLINADO

Rendimiento por guardia	9,00	Metros
	1,5	Colleras
Mano de obra		

Tabla N° 30 Costo de herramientas y materiales en instalación de rieles.

Obreros	Horas	Tareas	Jorna S/.	Jorna $	Costo S/. x gdia	Costo S/. / Pza
Maestro carrilano	8	1.00	60.00		60.00	
Ayte carrilano	8	1.00	55.00		55.00	
Peón	8	1.00	50.00		50.00	
Sub- total	**24**	**3**			**165.00**	
Leyes Sociales	101.81%				167.98	
Total Obreros					**332.98**	**37.00**

Costos fijos y GG	**2.77**

Fuente: Elaboración propia

Implementos de seguridad

Tabla N° 31 Costo de implementos de seguridad en instalación de rieles.

Descripción	Unidad	Unidad	Precio S/.	V. Util	Costo S/. x gdia	Costo S/. / Pza
Protector	Pza.	3.00	49.70	320.00	0.47	
Guantes de Cuero	Par	3.00	11.50	20.00	1.73	
Guantes de jebe neoprene	Par	0.00	16.95	25.00	0.00	
Correas portalámparas	Pza.	3.00	11.72	350.00	0.10	
Lentes de seguridad de malla	Pza.	3.00	21.85	90.00	0.73	
Botas de jebe	Par	3.00	55.10	120.00	1.38	
Mameluco camisa pantalón	Pza.	3.00	57.20	120.00	1.43	
Respiradores 3M	Pza.	3.00	71.00	120.00	1.78	
Filtro de respirador 3M	Par	3.00	25.08	20.00	3.76	
Tapón de oídos	Par	3.00	4.36	115.00	0.11	

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Pantalón de jebe	Pza.	3.00	33.90	85.00	1.20	
Saco de jebe	Pza.	3.00	33.90	85.00	1.20	
Sujetador de casco/carrilera	Pza.	3.00	3.62	90.00	0.12	
Tafilete de protector	Pza.	3.00	10.28	120.00	0.26	
Lampara de baterías KLM + cargador	Pza.	3.00	219.62	500.00	1.32	
Arnés tipo paracaídas	Pza.	3.00	172.30	180.00	2.87	
Línea de vida	Pza.	3.00	61.20	180.00	1.02	
Total Implementos de Seguridad					**19.46**	**2.16**

Fuente: Propia

Herramientas y otros materiales

Tabla N° 32 Costo de herramientas y otros materiales en instalación de rieles.

Materiales	Unidad	Cant.	Precio S/.	V. Util	Costo S/. x gdia	Costo S/. / Pza
Lampas	Pza.	1.00	33.80	35	0.97	
Picos	Pza.	1.00	30.02	70	0.43	-
Barretillas	Pza.	2.00	63.00	100	1.26	
Corvina de 36"	Pza.	1.00	285.30	150	1.90	
Azuela	Pza.	1.00	32.00	150	0.21	
Comba de 8 lbs.	Pza.	1.00	56.85	120	0.47	
Puntas (ahusadas)	Pza.	1.00	13.54	15	0.90	
Punta diamantada	Pza.	0.00	70.20	60	0.00	
Formón	Pza.	1.00	1.93	50	0.04	
Flexómetro 5mt	Pza.	1.00	8.70	45	0.19	
Cachimba (Hechizo) de 10 a 6	Pza.	1.00	25.20	180	0.14	
Cachimba (Hechizo) de 12 a 6	Pza.	1.00	32.60	180	0.18	
Pata de cabra (Hechizo)	Pza.	1.00	45.81	300	0.15	
Adaptador (split set completo)	Pza.	0.00	380.10	150	0.00	
Santiago para rieles	Pza.	1.00	1324.00	1800	0.74	
Total herramientas					**7.59**	**0.84**

Fuente: Propia

Madera

Tabla N° 33 Costo de implementos de seguridad en instalación de rieles.

Materiales	Unidad	Cant.	Precio S/.	V. Util	Costo S/. x gdia	Costo S/. / Pza
Rieles de 30 Libras	Unidad	2.00	280.96	1	561.93	93.65
Eclisas	Pza.	4.00	5.49	1	21.97	3.66
Durmientes	Pza.	8.00	15.58	1	124.60	20.77
Pernos y tuercas	Pza.	8.00	1.95	1	15.60	2.60
Clavos rieleros	Pza.	32.00	0.50	1	16.00	2.67

SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS		**166.13**
Utilidad	10%	4.28
COSTO POR INSTALACION DE RIELES RECTOS /m. collera	**S/.**	**170.40**

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Considerando que la collera tiene una longitud de 6.00 m, y se realizará la instalación de ésta en toda la longitud del inclinado, además de 15 m en la estación superior, el costo total por la instalación de esta será:

Costo por collera (6.00 m)	**170.40**
Cantidad de colleras a usar (en inclinado y estaciones)	**26**
Costo total	**4430.4**

Fuente: Elaboración propia

7.1.5.3 CÁLCULO DE COSTOS CHIMENEAS

Incluye Puntal de Avance de Sección 4' x 4' (1.20 m x 1.20 m)

Tipo de roca	**COMPETENTE**	
Nro. Taladros	14.00	Tal.
Longitud de barreno	4.00	Pies
Eficiencia de perforación	90.00%	
Eficiencia de voladura	90.00%	
Avance por disparo	0.99	m.

Mano de obra

Tabla N° 34 Costo de implementos de seguridad en Construcción de chimeneas.

Obreros	Horas	Tareas	Jornal S/.	Jornal $	Costo S/. x Disp	Costo S/./ m
Perforista	8	1.00	60.00		60.00	
Ayudante perforista	8	1.00	55.00		55.00	
		0.00	50.00		0.00	
Sub- total	**16**	**2.00**			**115.00**	
Leyes Sociales	101.81%				117.08	
Total Obreros					**232.08**	**235.00**

Costos fijos y GG	**28.33**

Fuente: Elaboración Propia

Materiales perforación

Tabla N° 35 Costo de materiales de seguridad en Construcción de chimeneas.

Barrenos	Cant.	Precio S/.	V. Util	p.p.	Costo S/. x Disp	Costo S/./ m
Barra Cónica de 5 pies	1	317.52	1200	56.00	14.82	
Broca de 38 mm	1	79.50	400	56.00	11.13	
Total barrenos					**25.95**	**26.27**

Mangueras y accesorios:	Unidad	Cant.	Precio S/.	V. Util	Costo S/. x Disp	Costo S/./ m
Manguera de 1/2"	Metros	30	4.75	110.00	1.30	
Manguera de 1"	Metros	30	9.50	90.00	3.17	-
Aceite de perforación	Galones	0.12	40.70	1.00	4.75	
Total mangueras y accesorios					**9.21**	**9.33**

Fuente: Elaboración propia

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Implementos de seguridad

Tabla N° 36 Costo de implementos de seguridad en Construcción de chimeneas.

Descripción	Unidad	Unidad	Precio S/.	V. Util	Costo S/. x Disp	Costo S/./ m
Protector	Pza.	2.00	49.70	320.00	0.31	
Guantes de Cuero	Par	2.00	11.50	20.00	1.15	
Guantes de jebe neoprene	Par	0.00	16.95	25.00	0.00	
Correas portalámparas	Pza.	2.00	11.72	350.00	0.07	
Lentes de seguridad de malla	Pza.	2.00	21.85	90.00	0.49	
Botas de jebe	Par	2.00	55.10	120.00	0.92	
Mameluco camisa pantalón	Pza.	2.00	57.20	120.00	0.95	
Respiradores 3M	Pza.	2.00	71.00	120.00	1.18	
Filtro de respirador 3M	Par	2.00	25.08	20.00	2.51	
Tapón de oídos	Par	2.00	4.36	115.00	0.08	
Pantalón de jebe	Pza.	2.00	33.90	85.00	0.80	
Saco de jebe	Pza.	2.00	33.90	85.00	0.80	
Sujetador de casco/carrilera	Pza.	2.00	3.62	90.00	0.08	
Tafilete de protector	Pza.	2.00	10.28	120.00	0.17	
Lampara de baterías KLM + cargador	Pza.	2.00	219.62	500.00	0.88	
Arnés tipo paracaídas	Pza.	2.00	172.30	180.00	1.91	
Línea de vida	Pza.	2.00	61.20	180.00	0.68	
Total Implementos de Seguridad					**12.97**	**13.14**

Fuente: Elaboración propia

Herramientas y otros materiales

Tabla N° 37 Costo de herramientas y materiales en Construcción de chimeneas.

Materiales	Unidad	Cant.	Precio S/.	V. Util	Costo S/. x Disp	Costo S/./ m
Lampas	Pza.	0.00	33.80	35	0.00	
Picos	Pza.	0.00	30.02	70	0.00	
Llave Styilson 24"	Pza.	1.00	77.32	150	0.52	
Llave Francesa 16"	Pza.	1.00	58.10	150	0.39	
Sacabarrenos	Pza.	1.00	38.54	150	0.26	
Alambre de amarre No 16	Kg.	0.25	5.68	1	1.42	
Alambre de amarre No 18	Kg.	0.10	5.68	1	0.57	
Barretillas	Pza.	2.00	63.00	100	1.26	
Cucharilla	Pza.	1.00	11.15	180	0.06	
Punzón de cobre	Pza.	1.00	10.35	180	0.06	

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Soplete para barrido de taladros	Pza.	0.00	52.00	180	0.00	
Guiadores para perforación	Pza.	4.00	3.30	45	0.29	
Atacador de madera	Pza.	1.00	8.10	45	0.18	
Corvina de 36"	Pza.	1.00	285.30	150	1.90	
Azuela	Pza.	1.00	32.00	150	0.21	
Comba de 8 lbs.	Pza.	1.00	56.85	120	0.47	
Puntas (ahusadas)	Pza.	1.00	13.54	15	0.90	
Punta diamantada	Pza.	1.00	70.20	60	1.17	
Formón	Pza.	1.00	1.93	50	0.04	
Flexómetro 5mt	Pza.	1.00	8.70	45	0.19	
Gamarrilla de agua	Pza.	1.00	120.00	180	0.67	
Arco de sierra	Pza.	1.00	17.00	150	0.11	
Hoja de sierra	Pza.	1.00	5.00	12	0.42	
Balón de gas de 10 kg	Gl.	1.00	42.00	45	0.93	
Alicate	Pza.	1.00	15.00	150	0.10	
Pintura	Pza.	0.02	21.00	1	0.42	
Total herramientas					**12.54**	**12.70**

Fuente: Elaboración propia

Equipo de perforación:

Tabla N° 38 Costo de equipos de perforación en Construcción de chimeneas.

Considerando que se tiene 2 chimeneas, ambas de las mismas características y mismas dimensiones, e 10 metros de longitud, podemos calcular el costo total:

COSTO DE 2 CHIMENEAS	**750.96**

Descripción	P.U. S/.	Repuestos	V. Util	Costo S/. x Pie Perf.	Pies Perforad.	Costo S/./ m
Máquina Perforadora	14,616	80%	90,000	0.29	56	
Total maquina				**0.29**	**56**	**16.58**

SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS		**341.35**
Utilidad	10%	34.13
Imprevistos	0%	0.00
COSTO POR METRO LINEAL		**375.48**

COSTO POR METRO LINEAL	**375.48**

Fuente: Elaboración propia

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

7.1.5.4 COSTO DE CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE IZAJE

Tipo de roca	**COMPETENTE**	
Nro Taladros	39.00	Tal.
Longitud de barreno	4.00	Pies
Eficiencia de perforación	94.00%	
Eficiencia de voladura	91.00%	
Avance por disparo	1.40	m

Mano de obra

Tabla N° 39 Costo de mano de obra Construcción de estación de izaje.

Obreros	Horas	Tareas	Jornal S/.	Jornal $	Costo S/. x Disp	Costo S/./ m
Perforista Palero	8	1.00	60.00		60.00	
Ayudante	8	1.00	55.00		55.00	
Carrero	8	1.00	55.00		55.00	
Rieles + servicios	8	1.00	50.00		50.00	
Sub- total	**32**	**4.00**			**220.00**	
Leyes Sociales	101.81%				223.97	
Total Obreros					**443.97**	**425.71**

Costos fijos y GG	**28.33**

Fuente: Elaboración propia

Materiales perforación

Tabla N° 40 Costo de materiales de perforación Construcción de estación de izaje.

Barrenos	Cant.	Precio S/.	V. Util	p.p.	Costo S/. x Disp	Costo S/./ m
Barra Cónica de 5 pies	1	317.52	1200	116.00	30.69	
Broca de 38 mm	1	79.50	400	116.00	23.06	
Total barrenos					**53.75**	**51.54**

Mangueras y accesorios:	Unidad	Cant.	Precio S/.	V. Util	Costo S/. x Disp	Costo S/./ m
Manguera de 1/2"	Metros	30	4.75	110.00	1.30	
Manguera de 1"	Metros	30	9.50	90.00	3.17	-
Aceite de perforación	Galones	0.24	40.70	1.00	9.84	
Total mangueras y accesorios					**14.30**	**13.71**

Fuente: Elaboración propia

Implementos de seguridad

Tabla N° 41 Costo de implementos de seguridad en Construcción de estación de izaje.

Descripción	Unidad	Unidad	Precio S/.	V. Util	Costo S/. x Disp	Costo S/./ m
Protector	Pza.	4.00	49.70	320.00	0.62	
Guantes de Cuero	Par	4.00	11.50	20.00	2.30	
Guantes de jebe neoprene	Par	4.00	16.95	25.00	2.71	
Correas portalámparas	Pza.	4.00	11.72	350.00	0.13	
Lentes de seguridad de malla	Pza.	4.00	21.85	90.00	0.97	
Botas de jebe	Par	4.00	55.10	120.00	1.84	
Mameluco camisa pantalón	Pza.	4.00	57.20	120.00	1.91	

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Respiradores 3M	Pza.	4.00	71.00	120.00	2.37	
Filtro de respirador 3M	Par	4.00	25.08	20.00	5.02	
Tapón de oídos	Par	4.00	4.36	115.00	0.15	
Pantalón de jebe	Pza.	4.00	33.90	85.00	1.60	
Saco de jebe	Pza.	4.00	33.90	85.00	1.60	
Sujetador de casco/carrilera	Pza.	4.00	3.62	90.00	0.16	
Tafilete de protector	Pza.	4.00	10.28	120.00	0.34	
Lampara de baterías KLM + cargador	Pza.	4.00	219.62	500.00	1.76	
Arnés tipo paracaídas	Pza.	0.00	172.30	180.00	0.00	
Línea de vida	Pza.	0.00	61.20	180.00	0.00	
Total Implementos de Seguridad					**23.47**	**22.50**

Fuente: Elaboración propia

Herramientas y otros materiales

Tabla N° 42 Costo de Herramientas y otros equipos en Construcción de estación de izaje.

Materiales	**Unidad**	**Cant.**	**Precio S/.**	**V. Útil**	**Costo S/. x Disp**	**Costo S/./ m**
Lampas	Pza.	1.00	33.80	35	0.97	
Picos	Pza.	1.00	30.02	70	0.43	
Llave Styilson 24"	Pza.	1.00	77.32	150	0.52	
Llave Francesa 16"	Pza.	1.00	58.10	150	0.39	
Saca barrenos	Pza.	1.00	38.54	150	0.26	
Alambre de amarre No 16	Kg.	0.25	5.68	1	1.42	
Alambre de amarre No 18	Kg.	0.10	5.68	1	0.57	
Barretillas	Pza.	2.00	63.00	100	1.26	
Cucharilla	Pza.	1.00	11.15	180	0.06	
Punzón de cobre	Pza.	1.00	10.35	180	0.06	
Soplete para barrido de taladros	Pza.	1.00	52.00	180	0.29	
Guiadores para perforación	Pza.	5.00	3.30	45	0.37	
Atacador de madera	Pza.	1.00	8.10	45	0.18	
Flexómetro 5mt	Pza.	1.00	8.70	45	0.19	
Cachimba (Hechizo) de 10 a 6	Pza.	1.00	25.20	180	0.14	
Cachimba (Hechizo) de 12 a 6	Pza.	1.00	32.60	180	0.18	
Pata de cabra (Hechizo)	Pza.	1.00	45.81	300	0.15	
Adaptador (split set completo)	Pza.	0.00	380.10	150	0.00	
Santiago para rieles	Pza.	1.00	1324.00	1800	0.74	
Gamarrilla de agua	Pza.	1.00	120.00	180	0.67	
Arco de sierra	Pza.	1.00	17.00	150	0.11	
Hoja de sierra	Pza.	1.00	5.00	12	0.42	
Balón de gas de 10 kg	Gl.	1.00	42.00	45	0.93	
Alicate	Pza.	1.00	15.00	150	0.10	
Pintura	Pza.	0.02	21.00	1	0.42	
Total herramientas					**10.81**	**10.37**

Fuente: Elaboración propia

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Equipo de perforación:

Tabla N° 43 Costo de Equipo de perforación en Construcción de estación de izaje.

|Descripción	P.U. S/.	Repuestos	V. Util	Costo S/. x Pie Perf.	Pies Perforad.	Costo S/./ m
Máquina Perforadora Pala Eimco 12-B	14,616	80%	90,000	0.29	116 52.95	
Total maquina				**0.29**	**116**	**85.46**

SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS		**637.62**
Utilidad	10%	63.76
Imprevistos	0%	0.00
COSTO POR METRO LINEAL		**701.38**

COSTO POR METRO LINEAL	**701.38**

Fuente: Propia

Tenemos 1 estación, en la superior, con una longitud de 20 m. por la te el costo total de esta será:

COSTO POR ESTACIONES		**14027.6**

Entonces, calculamos el costo total para la realización tanto del inclinado, las estaciones y las chimeneas:

Tabla N° 44 Resumen de costos.

	COSTO S/. / m	LONGITUD (m)	TOTAL (S/.)
COSTO POR INCLINADO	889.65	140	124 551.00
COSTO POR CHIMENEAS	375.48	20	70509.60
COSTO POR ESTACIONES	701.38	30	21 041.40
COSTO DE COLLERAS	170.40	155	26 412.00
			242 514.00

Fuente: Elaboración propia

7.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

- Las operaciones unitarias en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 contribuyen con el incremento de las reservas de mineral y prolongar la vida de la mina de la empresa minera CENTURY MINING SAC-2018
- Se realizó diseños óptimos en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 para el incremento de reservas en la empresa minera CENTURY MINING PERÚ SAC – 2018
- Se lograron determinar los factores geo-mecánicos que influyan en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 de la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SA-2018
- Se realizó Evaluaciones de los costos operativos en la profundización de la mina san juan con el inclinado 8707 de la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SAC-2018

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

7.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Lino David Arias Calla en su tesis PLANEAMIENTO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DEL PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DE LA U.O SAN BRAULIO UNO, plantea esta tesis A raíz del agotamiento de las reservas actuales de la mina y con el objetivo de extraer en el menor tiempo posible los el mineral de los bloques generados entre el Nv. 3880 y 3950 de las cuatro vetas principales, es decir, Magaly, Verónica, Daniela y Carol, sumado a la imposibilidad de poder ejecutar laboreos subterráneos desde el mismo Nv. 3880 debido a las demoras en acuerdos con la comunidad, surge la necesidad de realizar un pique inclinado desde el nivel 3950 hacia el nivel 3880. En el caso nuestro la tesis titula PROFUNDIZACIÓN DE LA MINA SAN JUAN, MEDIANTE EL INCLINADO 8707, PARA INCREMENTO DE RESERVAS DE LA EMPRESA MINERA CENTURY MINING PERU SAC-2018, debidos a que la reservas de la las labores superficiales vienen agotándose, coincidiendo en esta parte, pero sin embargo la propuesta principal es incrementar las reservas puesto que estos trabajo nos sirven como labores de exploración, teniendo ese fin se logró encontrar más reservas para la continuidad de las operaciones mineras.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

Con la profundización de la mina san juan mediante el inclinado 8707 se logró incrementar las reservas de mineral y prolongar la vida de la mina de la empresa minera CENTURY MINING SAC-2018, debido a que la estructura mineral continua para ello se sigue construyendo labores de exploración en el nivel 516 y a la vez se extrae el mineral recuperado.

Las operaciones unitarias en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 contribuyeron con el incremento de las reservas de mineral y de esa manera prolongar la vida de la mina de la empresa minera CENTURY MINING SAC-2018 debido a que actualmente se sigue incrementado las reservas con las labores de exploración.

Se realizaron diseños óptimos en la profundización del inclinado 8707 para el incremento de reservas en la empresa minera CENTURY MINING PERÚ SAC – 2018, estos diseños son los más apropiados pues elimina el doble manipuleo ya que la carga de mineral a los carros U35 del inclinado se realizan mediante tolvas y la descarga del mismo a un echadero que conecta a una tolva en el nivel 566

Se lograron determinar los factores geo-mecánicos que influyeron en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 de la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SA-2018, estas rocas son competentes tal como se muestra en el mapeo geo-mecánico realizado para la construcción del inclinado.

Se realizaron Evaluaciones de los costos operativos en la profundización de la mina san juan con el inclinado 8707 de la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SAC-2018 donde se determinó los precios unitarios de cada actividad y el costo total en la construcción del inclinado.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

8.2 RECOMENDACIONES

Para construcción del inclinado 8707 se recomienda contar con colaboradores idóneos que conozcan muy bien estos trabajos y así evitar incidentes o eventos no deseados que pudieran paralizar las actividades de construcción del mismo.

Para las operaciones unitarias en la profundización de la mina mediante el inclinado 8707 se recomienda tener mucha pericia y experiencia puesto que estos trabajos deben de ser precisos y que garanticen su propósito sin tener imprevistos.

Se recomienda realizar diseños adecuados de labores de exploración en el nivel 516 para poder preparar los tajeos y así tener garantizada la continuidad de la producción y lograr extraer el tonelaje programado.

Se recomienda actualizar las recomendaciones geo-mecánicas en las labores de exploración del nivel 516 de la Empresa Minera CENTURY MINING PERÚ SA-2018

Analizar la evaluación económica y ver la probabilidad de construir otro inclinado para incrementar el tonelaje programado y de esa manera incrementar las utilidades que es la razón que toda empresa minera busca

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS, Calla Lino David. 2013. P*laneamiento y Diseño del Sistema de Extracción del Proyecto de Profundización de la U.O San Braulio Uno,* http://tesis.pucp.edu.pe/. *http://tesis.pucp.edu.pe/.* [En línea] Pontificia Universidad Católica del Perú , 24 de Marzo de 2013. [Citado el: 15 de Julio de 2019.] http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4500/ARIAS_LINO_SISTEMA_EXTRACCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

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- Abancay : Ed. Unamba, 2016.

BERNAOLA, Alonso José. 2013 . *Perforacion y voladura de rocas en mineria oa.upm.es. oa.upm.es. [En línea] Universidad Politécnica de Madrid, 2013*. [Citado el: 2 de Diciembre de 2019.] http://oa.upm.es/21848/1/20131007_PERFORACION_Y_VOLADURA.pdf.

CARPIO, Vera Dolfer Joseph. 2016. *Construcción del pique 35 del nivel 7 al 12 veta tres ranchos ecuador repositorio,.unsa.edu.pe.* repositorio.unsa.edu.pe. [En línea] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2016. [Citado el: 19 de Septiembre de 2019.] http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3248/MIcavedj02.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CONSEMINCO. 2018. Control-de-Operaciones-Mineras. es.scribd. *es.scribd.* [En línea] 25 de diciembre de 2018. https://es.scribd.com/presentation/223953325/Control-de-Operaciones-Mineras.

COSTOS, MINEROS. 2018. slideshare. *slideshare.* [En línea] 22 de Noviembre de 2018. [Citado el: 22 de Noviembre de 2018.] https://es.slideshare.net/jesucit0/costos-mineros.

CUADROS, Salcedo. 2018. *Arequipa, Estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 370 niveles 4370 al 4270 veta Juanita – mina Casapalca :* Ed. Universidad Nacional San Agustin, 2018.

DEL PINO, Ávila D. R. 1998. *Profundización del Pique 801 Mina Mercedes S. A.* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 1998.

EMCMPSAC, Empresa Minera Century Mining Peru SAC. 2017. *Geologia del Proyecto.* Arequipa : Ed. Century Mining Peru SAC, 2017.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

EMPSAC, Estudios Mineros del Peru SAC. 2011. *Manual de Mineria.* Lima : Ed. Polo, 2011.

HUARACA, guerrero balty david. 2018. http://repositorio.unsch.edu.pe/. *http://repositorio.unsch.edu.pe/.* [En línea] Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2018. [Citado el: 24 de Junio de 2019.] http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/2790/TESIS%20M794_Hua.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

IGME, Instituto Geológico y Minero de España. 2018. *Manual de perforación y voladur.* Madrid : Ed. IGME, 2018.

KONYA, Calvin J. 2017. *Diseño de voladuras.* España : LV, 2017.

LOPEZ, GIMENO Carlos. 2017. *Manual de Perforacion, Explosivos y Voladuras. Minería y Obras Públicas.* Lima : UNI, 2017.

LOYOLA, malqui Gerardo. 2013. *Construcción del pique 158E para la optimización del laboreo minero en la unidad de Paula – Cedimin S.A.C. h*ttp://repositorio.uncp.edu.pe/. *http://repositorio.uncp.edu.pe/.* [En línea] Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2013. [Citado el: 27 de Abril de 2019.] http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2175/Loyola%20Mallqui.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SALAS, HURTADO Luis Alberto. 2013. *Estudio de KPIs en en los Equipos de Perforacion cargui y acarreo para el incremento de produccion de 3000 a 3600 TN/Dia.* Arequipa : tesis, 2013.

SALAZAR, Bruno. 2019. www.academia.edu. *www.academia.edu.* [En línea] Academia.Edu, 2019. [Citado el: 10 de Agosto de 2019.] https://www.academia.edu/11018348/06_-_Cuadernillo_Elementos_de_Izaje_Eslingas_-_Cables_-_Aparejos_Rev_0_1_.

URÍZAR, Rodrigo. 2018. www.academia.edu. *www.academia.edu.* [En línea] Academia.Edu, 2018. [Citado el: 15 de Agosto de 2019.] https://www.academia.edu/36348555/M%C3%89TODO_DE_CORTE_Y_RELLENO_ASCENDENTE_Over_Cut_and_f%C3%ADll.

VELA, Castro Manuel Iván. 2013. *Profundización De La Mina Casapalca Mediante El Diseño Y Construcción Del Pique Inclinado 016.* Arequipa : Ed. UNSA, 2013.

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Anexos

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ANEXO I: CUADRO DE EVALUACIÓN GEOMECÁNICA DEL INCLINADO 8707

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R)																			
CLASIFICACION DE BIENIASWSKI																			
PARAMETROS		RANGO DE VALORES VALOR ESTIMADO																VALORACION	
R.COMPRE. UNIAXIAL (Mpa)			>250	(15)	X	100-250	(12)		50-100	(7)		25-50	(4)		<25(2) <5(1) <1	(0)	1	12
RQD (%)			90-100	(20)	X	75-90	(17)		50-75	(13)		25-50	(8)		<25	(3)	2	17
ESPACIAMIENTO (m)		X	>2	(20)		0.6-2	(15)		0.2-0.6	(10)		0.06-0.2	(8)		<0.06	(5)	3	20
CONDICION DE JUNTAS	PERSISTENCIA		<1 m Long.	(6)	X	1-3 m Long.	(4)		3-10 m Long.	(2)		10-20 m Long.	(1)		>20 m Long	(0)	4A	4
	APERTURA		Cerrada	(6)		<1 mm aper.	(5)	X	0.1-1.0 mm	(4)		1-5 mm	(1)		>5 mm	(0)	4A	4
	RUGOSIDAD		Muy rugosa	(6)		Rugosa	(5)	X	Lig. Rugosa	(3)		Lisa	(1)		Espejo de falla	(0)	4C	3
	RELLENO		Limpia	(6)		Duro <5 mm	(4)	X	Duro >5 mm	(2)		Suave <5 mm	(1)		Suave >5 mm	(0)	4D	2
	IMTEMPERIZA		Sana	(6)		Lig. Intem.	(5)	X	Mod. Intem.	(3)		Muy intem.	(2)		Descompuesta	(0)	4E	3
AGUA SUBTERRANEA			Seco	(15)	X	Humedo	(10)		Mojado	(7)		Goteo	(4)		Flujo	(0)	5	10
AJUSTE POR ORIENTACION		X	Muy favorable	(0)		Favorable	(-2)		Regular	(-5)		Desfavorable	(-10)		Muy desfavorable	(-12)	6	0
VALOR TOTAL RMR																			75
CLASE DE MACIZO ROCOSO																			
R.M.R			100-81		X	80-61			60-41			40-21			20-0			IIB	
DESCRIPCION			I MUY BUENO			II BUENA			III REGULAR			IV MALA			V MUY MALA				

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ANEXO II: INCIDENCIAS DE COSTOS PARA ESTRUCTURA DE PRECIOS UNITARIOS

Rendimiento / mes:	Avance por mes	m.	400.00
	Rotura por Mes	m3	108.00
	Limpieza Mineral por Mes	Tm	324.00
	Relleno de Tajeos x Mes	m3	75.60
	Sostenimiento mco por mes	pza.	30.00
	Sostenimiento con madera	pza.	245.00
	Tarea cuenta cia por mes	tar.	60.00
	Extraccion por mes	ton.	1743.84
	Instalación de rieles por mes	m.	160.00
	Instalación de cambio	pza.	1.00
% de incidencia de valorización:	Avances		62.26%
	Rotura por Mes		5.10%
	Limpieza Mineral por Mes		3.52%
	Relleno de Tajeos x Mes		0.75%
	Sostenimiento mco.		0.18%
	Sostenimiento con madera		3.63%
	Tarea cta. Cia.		1.47%
	Extracción		20.57%
	Instalación de rieles		2.44%
	Instalación de cambio		0.09%
Costos: Costo fijo + Gasto general	Costo / m de avance	S/. / m.	28.33
	Costo / m3 rotura	S/. /m3	8.59
	Costo / Tm limpieza mineral	S/. /Tm	1.98
	Costo / m3 relleno de Tajeos	S/. /m3	1.80
	Costo / pza. sostenimiento mco.	S/. / pza .	1.07
	Costo / pza. sostenimiento con madera	S/. / pza .	2.70
	Costo / tar. tarea cta. cia.	S/. / Tm	4.47
	Costo / ton. Extracción a pulso	S/. / ton	2.15
	Costo / m. inst. rieles	S/. / m collera	2.77
	Costo / pza. instalación de cambio	S/. / pza .	15.66

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ANEXO III - REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA EJECUCIÓN DEL INCLINADO 8707

Foto Nº 01: Perforación del inclinado 8707

Fuente: *Propia.*

Foto Nº 02: Carguío del frente con explosivos del inclinado 8707.

.

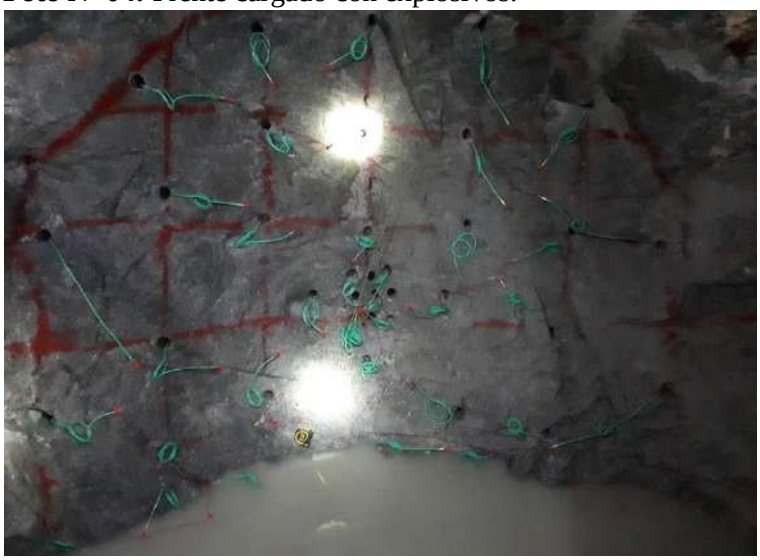
Fuente: *Propia.*

Foto Nº 03: Personal que labora en el inclinado 8707.

Fuente: *Propia.*

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Foto Nº 04: Frente cargado con explosivos.



Fuente: *Propia.*

Foto Nº 05: Instalación de malla electopsoldada.

Fuente: *Propia.*

Foto Nº 06: Winche de izaje de 30 hp.

Fuente: *Propia.*

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

Foto Nº 07: Vista del inclinado de arriba hacia abajo.

Fuente: *Propia.*

Foto Nº 08: Polín y trocha de madera para evitar el desgaste del cable.

Fuente: *Propia.*

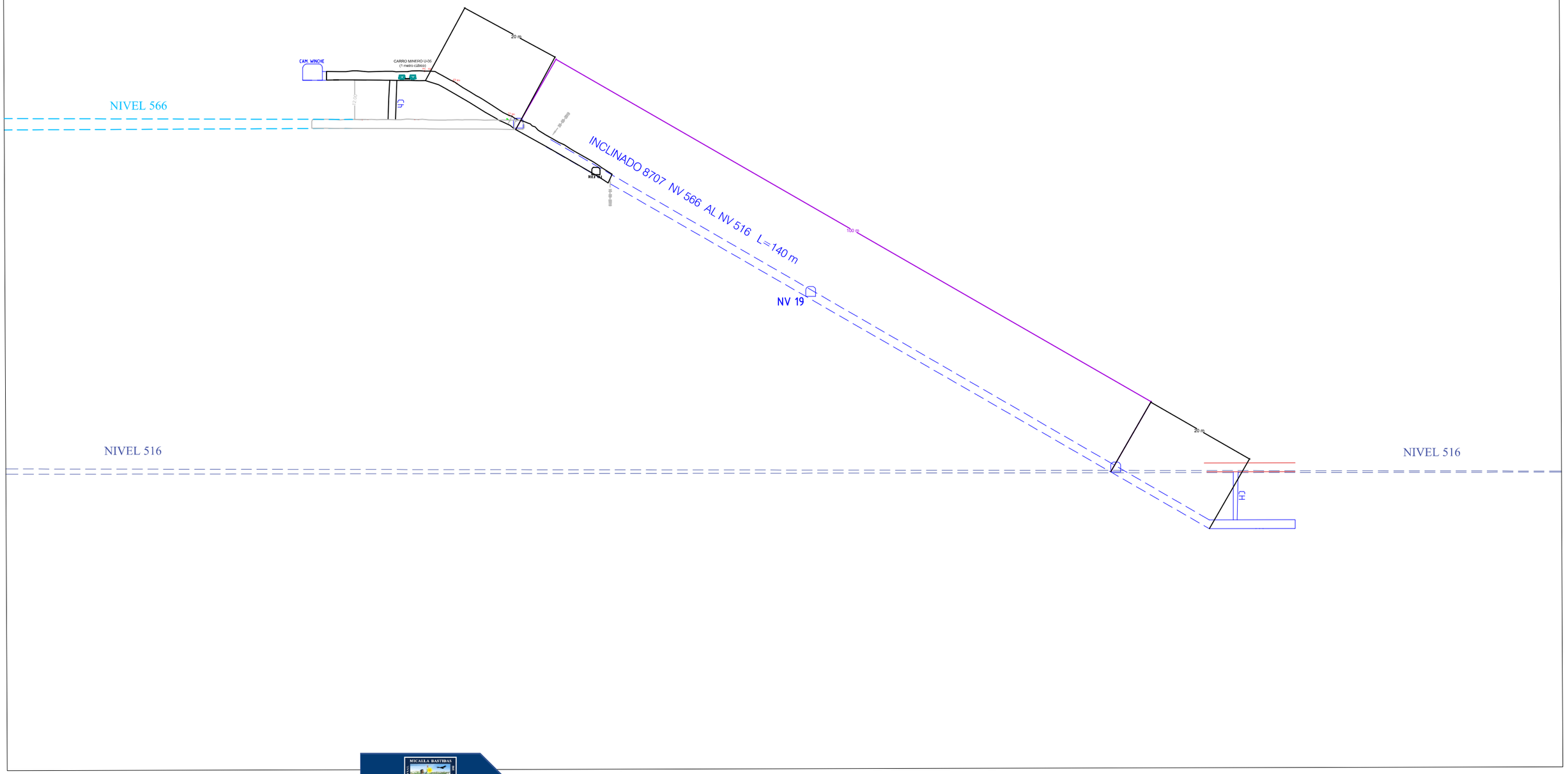
Foto Nº 09: Vista de la estación 01, volteo de carga.

Fuente: *Propia.*

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

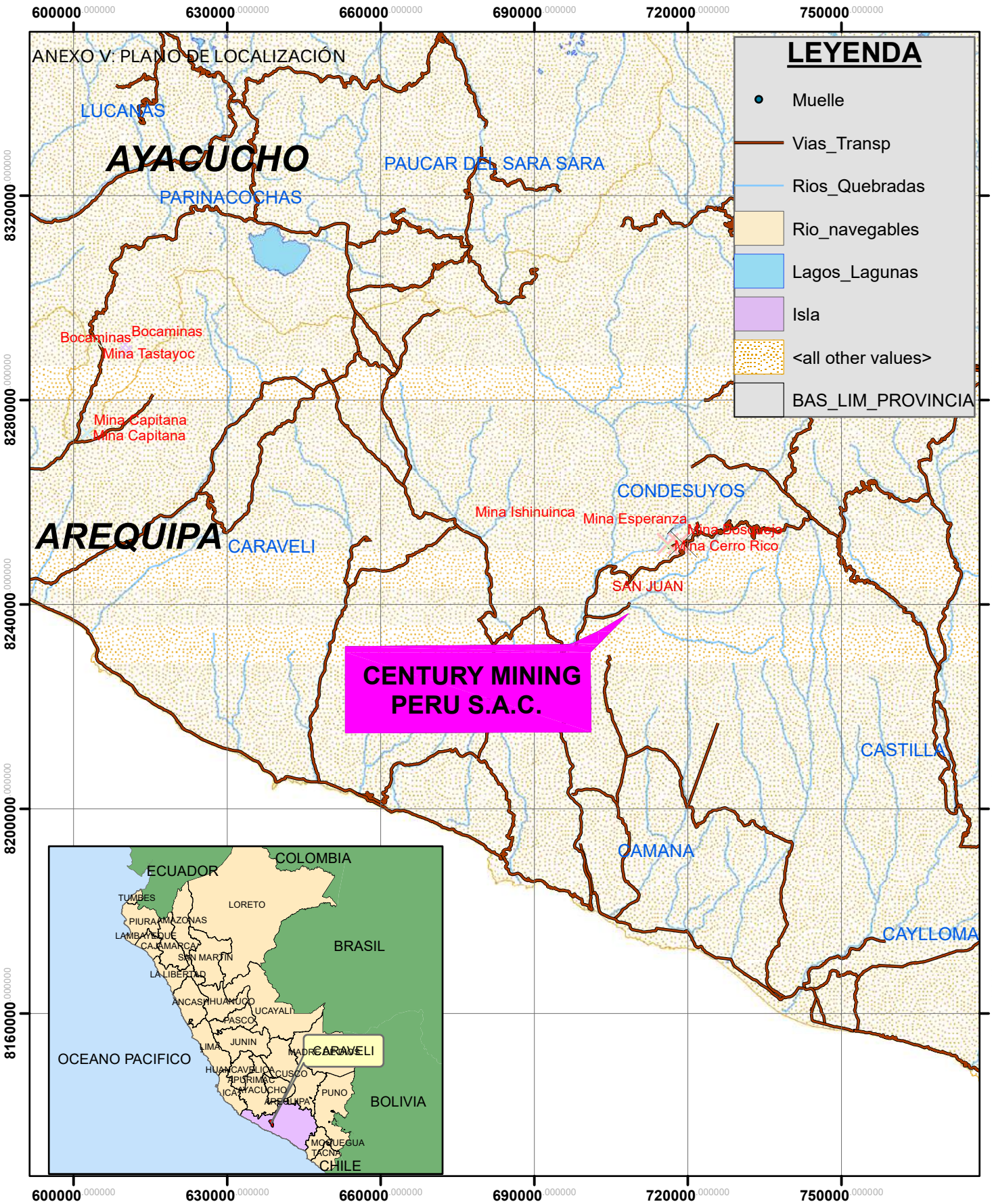
ANEXO IV: FIGURA N° 16 DISEÑO DEL INCLINADO 8707

PROYECTO INCLINADO 8707



Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

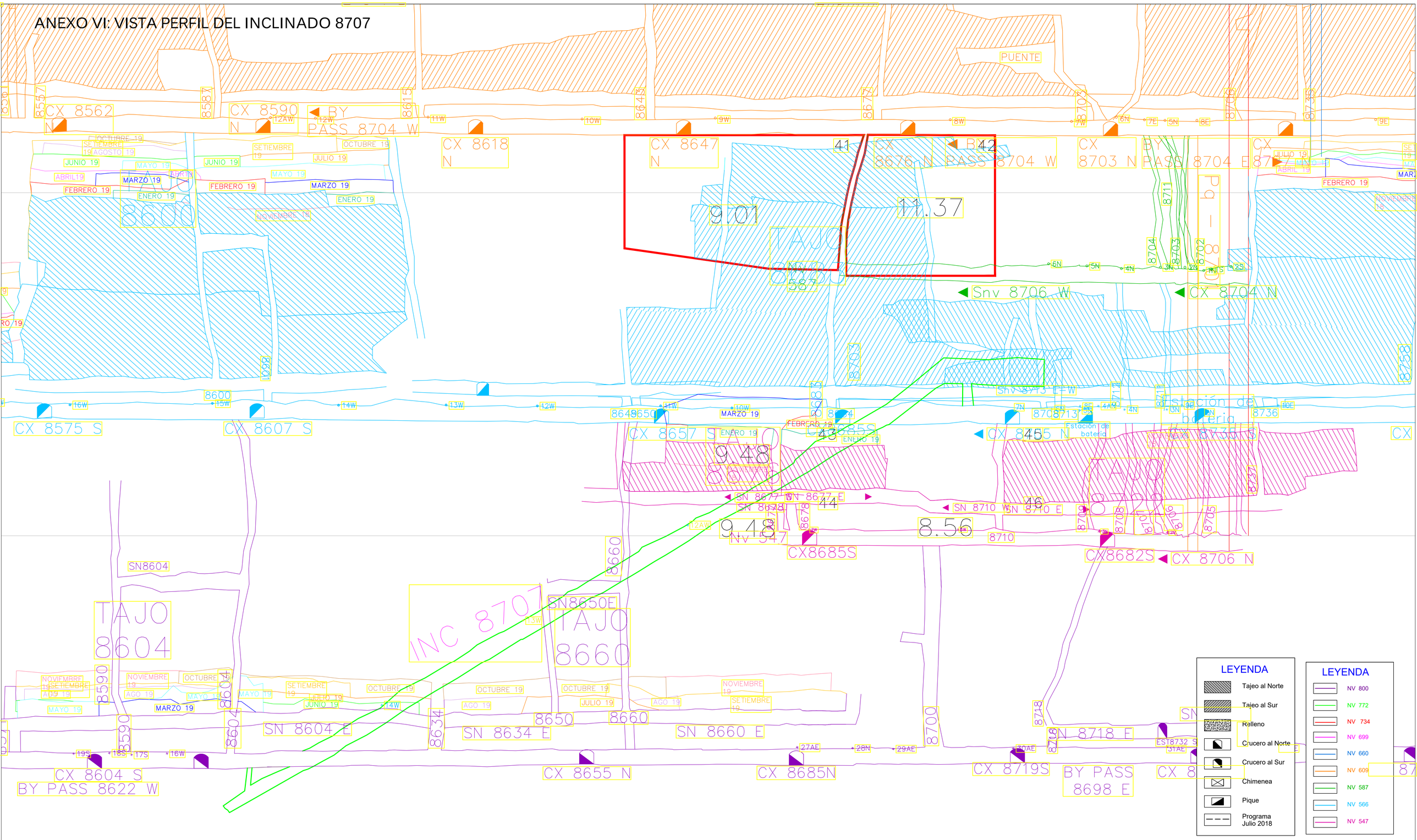
ANEXO V: PLANO DE LOCALIZACIÓN



CENTURY MINING PERU S.A.C.	CENTURY MINING PERU S.A.C. UNIDAD MINERA "SAN JUAN DE AREQUIPA"			
UBICACION : DPTO. AREQUIPA PROV. CONDESUYOS DIST. RIO GRANDE	PLANO : PLANO DE UBICACION Y ACCESO			
REVISADO : H.CONDORI Q.				
APROBADO : P.CHAMOCHUMBI L.				
DIBUJO : BACH. M.SALCEDO CH.	ESCALA : 1 / 100 000	DATUM : UTM PSAD '56	NOVIEMBRE 2019	PLANO 01

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ

ANEXO VI: VISTA PERFIL DEL INCLINADO 8707



CORONAS

- ENERO
- FEBRERO
- MARZO
- ABRIL
- MAYO
- JUNIO
- JULIO
- AGOSTO
- SETIEMBRE
- OCTUBRE
- NOVIEMBRE
- DICIEMBRE

LEYENDA	
RESERVAS	RECURSOS
5 PROBADO	30 MEDIDO
300 PROBABLE	12 INDICADO
800 BAJA LEY	800 INFERIDO

Top. :	C.B.Q.
Dib. :	C.B.Q.
Rev. :	E.C.L
Apr. :	F.A.C.
V°B°.:	J.G.D.
Fecha:	JULIO 2018

CENTURY MINING PERÚ S.A.C.

CENTURY MINING PERÚ S.A.C.

UNIDAD DE PRODUCCIÓN SAN JUAN DE AREQUIPA

PLANEAMIENTO & TOPOGRAFÍA

NIVEL 566 - NIVEL 516

VETA : SAN JUAN

ZONA : ESPERANZA

Lámina N°: 01

UTM : PSAD´56 -Z 18 S

Formato : A 3

Escala : 1/1000

Repositorio Institucional – UNAMBA - PERÚ