

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el
incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad**

Minera Esperanza – 2022

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Frank Arnold PALOMINO ROJAS

Asesor:

Mg. Vicente César DÁVILA CÓRDOVA

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el
incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad
Minera Esperanza – 2022**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTO
PRESIDENTE

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA
MIEMBRO

Mg. Edgar ALCANTARA TRUJILLO
MIEMBRO

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado con todo el cariño para mi familia, eje fundamental para mi desarrollo profesional, por darme todo el apoyo, creer y confiar en mí.

A nuestro creador, Dios, por darme esa fortaleza de seguir luchando día a día por mis metas y sueños. Por darme la bendición de tener una familia que me motiva a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por darme la vida y apoyo incondicional en cada momento.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería de Minas, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas, por brindarme ser parte de esta hermosa carrera.

A la Empresa Minera Titan del Perú S.R.L por darme a oportunidad de desarrollar y adquirir conocimientos en la Unidad Minera Esperanza.

También agradezco a mi asesor al **Mg. Vicente César DÁVILA CÓRDOVA** por el asesoramiento, apoyo y motivación para poder realizar este proyecto de investigación.

RESUMEN

Mediante el presente trabajo de investigación: “**Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad Minera Esperanza – 2022**” se va a establecer un incremento en la capacidad de izaje mediante un diseño y planeamiento del sistema de extracción de desmonte y de mineral. Para este trabajo se ha considerado como investigación aplicada, de enfoque cuantitativo, de diseño experimental. La muestra estuvo conformada por los controles de tiempo de izaje de cada nivel, evaluación de los cables de izaje y evaluación de la manipulación del personal. Los instrumentos usados para este fin fueron: cuaderno de campo para la recolección de datos, cronometro y una cámara fotográfica, se debe considerar que el análisis se hizo con una recolección de datos de 4 meses para analizar todos los puntos de desbalance que existe cada día. Los resultados que se obtuvieron demostraron que la implementación de este diseño y planeamiento del sistema de extracción aumentaron en un 52% el izaje de los carros mineros con un total de 504 toneladas/día, teniendo así un aumento de 150 ton/día Además de ello el desarrollo de este trabajo expone la determinación de todas las características el sistema de extracción, así como el cálculo de la capacidad del motor del winche eléctrico requerido, el diámetro y tipo de cable requerido. Al termino de esta investigación se concluyó que con el aumento de capacidad del winche de izaje del inclinado 420 se optimiza significativamente la extracción de mineral y desmonte, reduciendo así los costos de extracción del inclinado en 0.93 \$/ton, teniendo así una rentabilidad en la extracción mensual de 3,363 \$ del costo total de izaje.

Palabras Clave: Optimización de extracción, evaluación y planeamiento.

ABSTRACT

By means of this research work: "Optimization of the hoisting system of Incline 420 for the increase of the main extraction capacity of the Esperanza Mining Unit - 2022", an increase in the hoisting capacity will be established by means of a design and planning of the waste and ore extraction system. For this work, it has been considered as applied research, quantitative approach, experimental design. The sample consisted of the hoisting time controls for each level, evaluation of the hoisting ropes and evaluation of the personnel handling. The instruments used for this purpose were: field notebook for data collection, stopwatch and a photographic camera, it should be considered that the analysis was done with a data collection of two months to analyze all the points of imbalance that exist every day. The results obtained showed that the implementation of this design and planning of the extraction system increased by 42% the hoisting of the mining cars with a total of 504 ton/day, thus having an increase of 150 ton/day. In addition to this, the development of this work exposes the determination of all the characteristics of the extraction system, as well therefore, the hoisting work cycle, the calculation of the capacity of the electric winch motor required, the diameter and type of cable required are presented. At the end of this research, it was concluded that with the increase of the winch capacity of the 420 incline hoisting winch, the hoisting of the mining cars is significantly optimized, thus reducing the extraction costs of the incline by 0.93 \$/ton, thus having a profitability in the monthly extraction of 3,363 \$ of the total hoisting cost.

Keywords: Mining optimization, evaluation and planning.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de optimización y planificación de un sistema de túnel es demasiado sustancioso para el aumento de la capacidad de extracción del inclinado principal, aumento de producción diario, semanal y mensual. Sobre todo, reducción de costos, donde se extrae más, costeando con valores bajos.

Para el desarrollo del proyecto de investigación, se ha detallado los siguientes capítulos: Capítulo I: manejo sobre el problema de la investigación; adonde se detalla la identificación, determinación del problema, delimitación, formulación, objetivos, documentación y limitaciones del proceso de investigación. Capítulo II: se encarga sobre el marco teórico; donde se detalla las referencias para el caso de estudio y posteriormente la información teórica que se usará para el estudio ya mencionado (Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal). Capítulo III: comprende el marco metodológico, en donde se detalla el tipo, método, proyecto, población y muestra, asimismo de las técnicas de recolección de datos y su procesamiento. Asimismo, la presentación de datos estadísticos, análisis y confiabilidad. El capítulo IV: comprende la presentación, interpretación y discusión de los resultados. Al término del proyecto se complementa las conclusiones, recomendaciones, informes bibliográficos según el estilo APA, y los respectivos anexos que conciernen a este trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

INDICE DE CUADROS

INDICE DE GRAFICOS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Generalidades de la mina	2
1.2.2. Geología regional Ambiente geológico	7
1.2.3. Geología Local	8
1.2.4. Geología estructural	9
1.2.5. Geología económica.....	11
1.2.6. Mineralogía	11
1.2.7. Información Geomecánica	12
1.2.8. Información Topográfica	15
1.2.9. Información Operativa	17
1.3. Formulación del problema	26
1.3.1. Problema general.....	26
1.3.2. Problemas específicos	26

1.4.	Formulación de objetivos.....	26
1.4.1.	Objetivo general	26
1.4.2.	Objetivos específicos	26
1.5.	Justificación de la investigación	27
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	27

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	28
2.1.1.	Antecedentes nacionales	28
2.1.2.	Antecedentes Internacionales.....	33
2.2.	Bases teóricas – científicas	34
2.2.1.	Diseño de Sistema de Extracción e infraestructura.....	34
2.2.2.	Tipos de Izaje	37
2.2.3.	Tipo de cable de izaje.....	37
2.2.4.	Winche de izaje	39
2.2.5.	Modelos matemáticos para el cálculo de la capacidad del winche	40
2.2.6.	Productividad	45
2.2.7.	Optimización	45
2.3.	Definición de términos básicos	46
2.4.	Formulación de hipótesis	47
2.4.1.	Hipótesis general	47
2.4.2.	Hipótesis específicas	47
2.5.	Identificación de variables	47
2.5.1.	Variable independiente.....	47
2.5.2.	Variable dependiente.....	48

2.6. Definición operacional de variables e indicadores	49
--	----

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación.....	50
3.2. Nivel de investigación.....	51
3.3. Métodos de Investigación	51
3.4. Diseño de investigación	51
3.5. Población y muestra.....	51
3.5.1. Población.....	51
3.5.2. Muestra.....	52
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Técnica de recolección.....	52
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	53
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	54
3.9. Tratamiento estadístico	54
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	55

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	56
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	63
4.2.1. Procesamiento de datos y desarrollo del aumento de izaje propuesto	63
4.2.3. Resultados comparativos entre la producción anterior y la propuesta	83
4.3. Prueba de hipótesis.....	108
4.3.1. Prueba de normalidad.....	108
4.4. Discusión de resultados.....	112
4.4.1. Discusión de hipótesis general	112

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: Tabla de la Carta Nacional del IGN.....	4
CUADRO N° 2: Coordenadas UTM de la concesión Minera Esperanza	4
CUADRO N° 3: Tabla de accesibilidad hacia la mina Esperanza	4
CUADRO N° 4: Metodología Nicholas – Unidad Minera Esperanza	17
CUADRO N° 5: Análisis de resultados actuales – Inclinado 420	59
CUADRO N° 6: Análisis de Producción Actual – Inclinado 420.....	61
CUADRO N° 7: Programa de Producción Mensual actual Promedio	62
CUADRO N° 8: Datos de campo tomados para el análisis y evaluación del sistema de Izaje 420.....	64
CUADRO N° 9: Resultados de evaluación Inclinado 420.....	65
CUADRO N° 10: Demoras operativas del Inclinado 420.....	65
CUADRO N° 11: Tabla de datos generales Iniciales.....	66
CUADRO N° 12: Constantes por Tipo de Cable	67
CUADRO N° 13: Datos comparativos del tipo de cable obtenido vs catalogo	70
CUADRO N° 14: Datos propuestos para el cálculo.....	70
CUADRO N° 15: Datos generales propuestos - Winche de izaje 420.....	72
CUADRO N° 16: Resumen primera parte – cálculo de componentes.....	77
CUADRO N° 17: Resumen segunda parte – cálculo final de potencias.....	80
CUADRO N° 18: Comparativo del control de tiempos de izaje actual vs propuesto....	84
CUADRO N° 19: Comparativo Producción actual vs Producción Propuesto	85
CUADRO N° 20: Análisis del inclinado 415 actual	86
CUADRO N° 21: Demoras Operativas Actuales del Inclinado 415	87
CUADRO N° 22: Comparativo Actual vs Propuesto Inclinado 415	88
CUADRO N° 23: Comparativo actual incl. 420 vs 415.....	88
CUADRO N° 24: Comparativo Propuesto incl. 420 vs 415	99
CUADRO N° 25: Plan de producción Minera Esperanza 2022.....	101
CUADRO N° 26: Comparativo resultados actuales vs resultados propuestos	102
CUADRO N° 27: Estadístico de la Capacidad de extracción del inclinado 420	103
CUADRO N° 28: Comparativo Precios unitarios actual vs propuesto	107
CUADRO N° 29: Estadístico del Precio unitario (\$/TM) Actual vs Propuesto	107
CUADRO N° 30: Prueba de Normalidad de la Capacidad de extracción Antes y Después.	108

CUADRO N° 31: Prueba de Normalidad de Reducción de los Precios Unitarios Antes y Después.....	109
CUADRO N° 32: Análisis de la Capacidad de Extracción con la prueba t de Student para muestras relacionadas.....	110
CUADRO N° 33: Análisis del Precio unitario con la prueba t de Student para muestras relacionadas.....	112

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1: Recopilación de producción de los meses del 2021	3
Gráfico N° 2: Ubicación y Acceso a la Mina Esperanza.....	5
Gráfico N° 3: Ubicación de las pozas de agua en la unidad minera.....	6
Gráfico N° 4: Inclinado 420 – Sistema de izaje	16
Gráfico N° 5: Sistema de explotación de vetas	18
Gráfico N° 6: Explosivo usado para voladura.....	20
Gráfico N° 7: Sostenimiento en tajeos	21
Gráfico N° 8: Winche de Arrastre	22
Gráfico N° 9: Locomotoras de extracción.....	23
Gráfico N° 10: Fase de rellenado del tajo para voladura.....	24
Gráfico N° 11: Ciclo de Trabajo	24
Gráfico N° 12: Método de Minado Breasting – Zona Mariela.....	25
Gráfico N° 13: Cable usado para izaje – Inclinado 415	39
Gráfico N° 14: Winche de izaje con una sola tambora – Inclinado 300	40
Gráfico N° 15: Ciclo de Potencia en Función del tiempo	40
Gráfico N° 16: Distribución de zonas de Productivas Mina Esperanza.....	58
Gráfico N° 17: Sistema de Izaje actual – Inclinado 420	60
Gráfico N° 18: Datos Históricos del Programa de Producción Mensual	60
Gráfico N° 19: Datos Históricos Producción Anual	61
Gráfico N° 20: Diagrama de Pareto de las Demoras operativas del inclinado 420.....	65
Gráfico N° 21: Partes fundamentales del winche de izaje	71
Gráfico N° 22: Medidas de las Partes fundamentales del winche de izaje	73
Gráfico N° 23: Diagrama de las potencias de izaje de acuerdo al tiempo de izaje en minas subterránea y superficial	74

Gráfico N° 24: Resultado del Diagrama de las potencias de Novitzky.....	81
Gráfico N° 25: Abaco para el cálculo del libraje de un riel	83
Gráfico N° 26: Grafico de barras Control de tiempos del Sistema de Izaje 420.....	84
Gráfico N° 27: Diagrama de Pareto – Demoras Operativas Inclinado 415 Actual	87
Gráfico N° 28: Zona actual de almacenamiento de carros	90
Gráfico N° 29: Zona propuesta de almacenamiento de carros - 1	92
Gráfico N° 30: Mapeo Geomecánico – Zona de Enganche del Nv - 1770	94
Gráfico N° 31: Zona propuesta de almacenamiento de carros - 1	96
Gráfico N° 32: Zona propuesta final de almacenamiento de carros.....	98
Gráfico N° 33: Aumento de Producción Mensual Propuesto.....	100
Gráfico N° 34: P.U. izaje actual desde el Nv 1770 a Superficie (Incl. 420)	104
Gráfico N° 35: P.U. izaje Propuesto desde el Nv 1770 a Superficie (Incl. 420).....	106
Gráfico N° 36: Comparativo costos Actual vs Propuestos.....	107

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

En la minería el diseño del sistema de extracción de mineral y desmonte es considerado el factor fundamental para la reducción de costos de minado y el incremento de utilidades, teniendo de esta manera factores intervinientes como la capacidad del winche de izaje, peso del mineral o desmonte, distancia inclinada, ángulo de inclinación, tipo de cable, diámetro de cable, horas de izaje total y programación mensual de extracción , de tal manera que el sistema de extracción variará con respecto a estas.

A nivel nacional se ha dado a conocer que diferentes unidades mineras presentan problemas para poder realizar un correcto sistema de izaje a medida que se profundiza; ya que esto hace que se produzca mayor tonelaje de desmonte o mineral en un tiempo mayor a lo anterior. Así mismo en la Mina las bravas, Velarde Llamoca (2019), presenta un perfil técnico económico del diseño y construcción del pique inclinado 310 niveles 1820 al 1700, para la explotación de reservas veta cambio.

En el presente la Compañía Minera Titán del Perú en su Unidad de Producción Esperanza usa 3 sistemas de extracción para izar la carga hacia las canchas de almacenamiento de mineral o a la desmontera respectivamente, el cual se ha podido verificar y observar que no logra el rendimiento esperado; ya que no están previstos para el incremento de la producción.

A medida que se empiece a profundizar y a desarrollar otros proyectos se tiene planteado subir la producción de mineral a más de 6200 tn/ mes, pero actualmente la capacidad de izaje solo llega a 5800 tn/mes produciendo así un incumplimiento de nuestro programa, ya que está 7% debajo de lo requerido.

Surgiendo de esta manera la necesidad de elaborar un nuevo proyecto de extracción para que se pueda cumplir las metas mensuales y no generar pérdidas.

1.2. Delimitación de la investigación

Para poder optimizar los parámetros de cumplimiento del programa mensual de producción y reducción de costos, los cuales son: capacidad del winche de izaje, distancia inclinada y eficiencia de horas trabajadas. El presente proyecto de investigación ha centrado el estudio y análisis en los inclinados 420 (inclinado principal), inclinado 415 e inclinado 300, estos ubicados en la Unidad Minera Esperanza, trabajada por la Minera Croacia E.I.R.L. perteneciente a la Minera Titán del Perú S.R.L. Situado a 774 km de la ciudad de Lima hasta la Unidad minera, ubicada en el distrito Atico, provincia de Caravelí y Departamento de Arequipa.

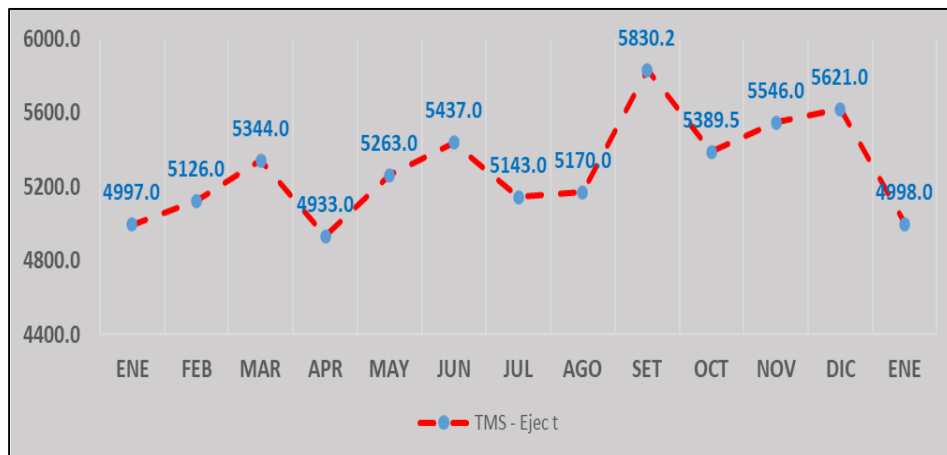
1.2.1. Generalidades de la mina

Introducción

La unidad minera Esperanza es un productor primario de Oro y cobre en el Perú (33 kg de oro equivalente al mes). La mineralización está en vetas angostas (de 0.15 a 0.80 m de espesor), con contenido de oro, cobre y valores subordinados

de plata. Se han identificado 19 vetas de las cuales 3 están en operación. Se plantea aumentar la producción de mineral de 5800 toneladas al mes a más0 de 6, 200 toneladas al mes, aprovechando que se cuenta con una planta con capacidad instalada y autorizada para tratar 6, 000 toneladas de mineral al mes y para esto se requiero realizar un buen sistema de extracción que brinde el cumplimiento mensual de extracción.

Gráfico N° 1: Recopilación de producción de los meses del 2021



Fuente: Planeamiento Mina Esperanza

✓ **Ubicación**

Se encuentra ubicada en el departamento de Arequipa, provincia de Caravelí, distrito Ático. Así mismo, se encuentra ubicada dentro de la Carta Nacional del IGN denominada 32-O (Chaparra). Los derechos mineros comprenden una extensión de 1800 hectáreas.

CUADRO N° 1: Tabla de la Carta Nacional del IGN

CODIGO	NOMBRE DE CONCESION	AREA (Has)
10103006	Esperanza de Caraveli Este	200
10116901	Esperanza de Caraveli	1000
10285207	Esperanza de Caraveli Norte	600

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 2: Coordenadas UTM de la concesión Minera Esperanza

Vértices	Coordenadas UTM
	Norte
1	8244000
2	8244000
3	8242000
4	8242000

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Accesibilidad**

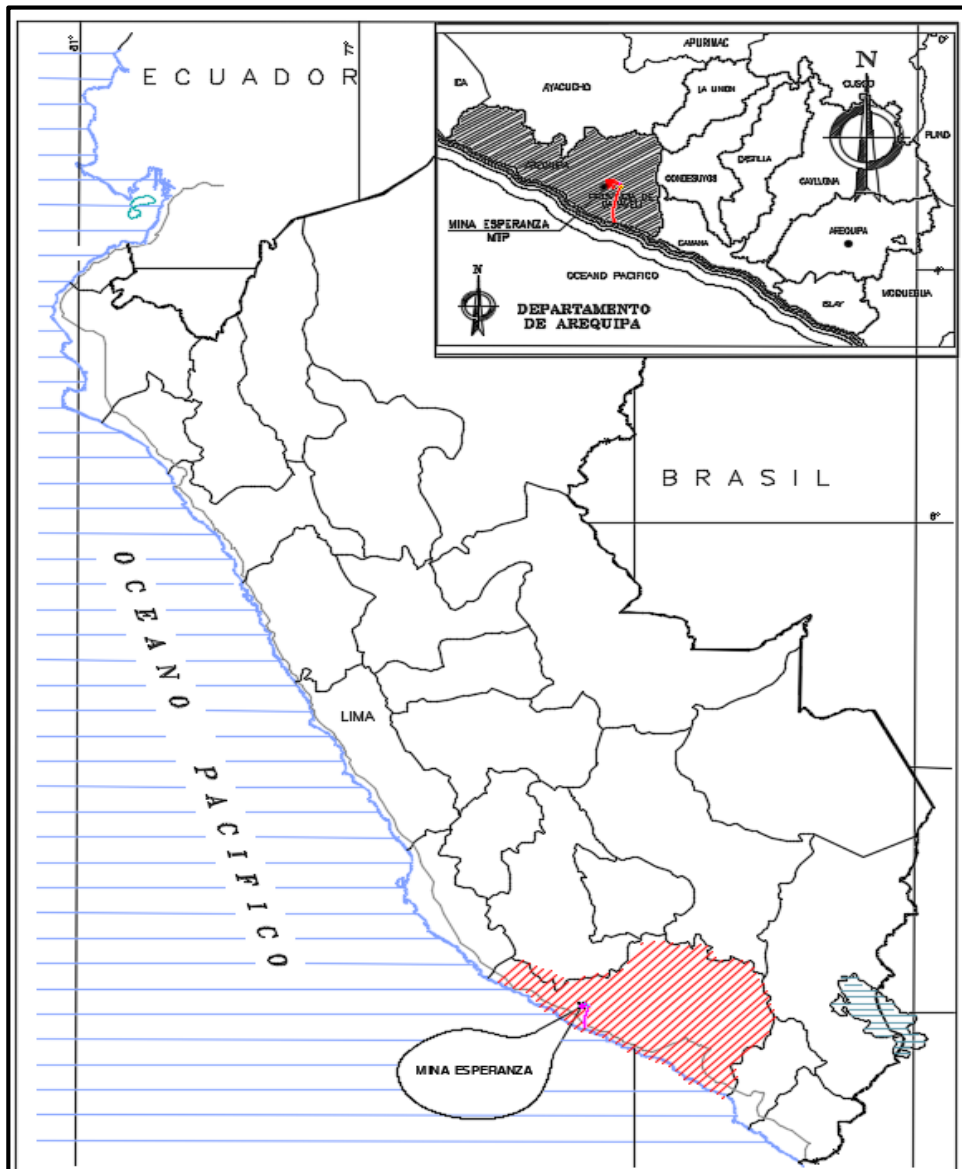
El área donde se ubica la concesión minera es accesible desde la Ciudad de Arequipa y/o Lima, El acceso a la mina se realiza a través de la carretera Panamericana Sur siguiendo la ruta del siguiente cuadro.


CUADRO N° 3: Tabla de accesibilidad hacia la mina Esperanza

Vía	(Km)	Tiempo (Hrs)
Lima - Chala	618	8
Chala - Ático	82	2
Ático – Km 40	40	1
Km 40 - Mina	34	1
Total	774	12

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 2: Ubicación y Acceso a la Mina Esperanza



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION FACULTAD DE INGENIERIA DE MINA ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE MINAS TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS</p>		
Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad Minera Esperanza – 2022		
Presentado por: Bach. Frank Arnold PALOMINO ROJAS		
Título: Mapa de ubicación y acceso	Escala: -----	PLANO 01
Fuente: Área de geología	Fecha: Nov - 2021	

Fuente: Geología Mina Esperanza

✓ **Clima**


El clima es seco, desértico, con algunas hierbas presentes y las épocas de lluvia solo se presencia al iniciar el año. En los meses de noviembre a abril, las temperaturas llegan de día a los 30° y por las noches a 10°, presentando escasas lluvias y vientos alisios provenientes del mar. A mitad de año hasta octubre el clima es más seco, con vientos helados en las noches provenientes de las partes altas, en el día la temperatura llega a los 25° y por las noches llega a 5°C.

✓ **Recursos**

- **Hidrológico:** En la unidad minera no se cuenta con el servicio de agua propias. El agua se trae en cisternas desde el distrito de Atico tanto para las operaciones y para consumo humano. Diariamente se usan 48 m3 de agua. Actualmente se cuentan con 6 pozos para todas las operaciones mineras y para el personal.

Gráfico N° 3: Ubicación de las pozas de agua en la unidad minera



	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION FACULTAD DE INGENIERIA DE MINA ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE MINAS TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS	
	Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad Minera Esperanza – 2022	
Presentado por: Bach. Frank Arnold PALOMINO ROJAS		
Título: Mapa de ubicación de las pozas de agua	Escala: 1/5000	PLANO 02
Fuente: Elaboración Propia	Fecha: Nov - 2021	

Fuente: Elaboración Propia

- **Aire Comprimido:** Actualmente se cuenta con 04 compresoras Diesel: Una INGERSOLL RAND XP 750 DE 750 CFM, INGERSOLL RAND 375 de 375 CFM, INGERSOLL RAND 260 de 260 CFM, ATLAS COPCO XAMS 1050 CD de 1050 CFM y una Compresora eléctrica ATLAS COPCO GA90 de 500 22 CFM. Estos permiten que se operen 24 perforadoras en simultáneo y 8 palas neumáticas.
- **Energía Eléctrica:** Contamos con 04 grupos electrógenos, de los cuales 3 de ellos están activos y 1 como stand by. Se tiene Volvo de 230 KW, Wilson de 220 KW, 2 Modasa de 37 KW y 75 KW, esto para manejar los winches de izaje de cada inclinado (420, 415, 300 y 600), compresora eléctrica, así como para los campamentos, casa de lámparas y zona de operación; que en total suman un requerimiento de energía eléctrica de 7500 KW/día.
- **Recursos Humano:** Actualmente se cuenta con una fuerza laboral aproximada de 600 Trabajadores; entre maestros, ayudantes y peones, la mayor parte de ellos proveniente de la zona sur del País. Por la parte de compañía se cuenta con 70 empleados que conforman la parte de administración, logística, ingeniería, geología y centro médico.

1.2.2. Geología regional Ambiente geológico

Geológicamente la mina Esperanza está dentro de una faja de cobre-oro, que sigue un alineamiento Este-Oeste y en ella se encuentran yacimientos de oro de mediana y pequeña escala como Ocoña, Calpa, Caravelí, Ishihuinca, Bonanza, Orión, Eugenia, Clavelinas.

Las rocas predominantes son volcánicas e hipabisales de composición andesítica pertenecientes al complejo Bella Unión (Cretáceo medio), también se

presentan rocas intrusivas de composición diorítica y monzonitas de grano medio a fino.

1.2.3. Geología Local

La unidad minera aurífera Esperanza de Caravelí está ubicada a 77 Kms. de la ciudad de capital del Perú, al SE- de la ciudad de Chala, en el distrito de Atico, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa, a una altura media de 2, 000 m.s.n.m., y se encuentra en la Carta 32-O. Está compuesta por un área de 5, 800 hectáreas.

La mina está dentro de una faja que forma parte del cinturón aurífero Nazca-Ocoña, el cual está situada en la parte central de la faja y su potencial corresponde a un yacimiento de mediana escala minera.

Que corresponde a vetas angostas (de 0.15 a 0.80 m de espesor), con contenido de oro, cobre y valores subordinados de plata. Se han identificado 19 vetas de las cuales 3 están en operación, la mineralogía de las vetas está constituida por minerales de cobre como: calcosina, calcopirita, covelina, cuprita, malaquita y crisocola. El oro se presenta en estado nativo y como inclusiones en la pirita y la cuprita

Es un yacimiento epitermal de baja sulfuración con alcance mesotermal; emplazadas en rocas intrusivas a sub-volcánicas. El potencial aurífero de cada veta es variable debido a la irregularidad de leyes. El promedio de leyes en las vetas oscila de 04 a 27 gr/ton.

Existe la presencia de aureolas de alteración propílica e intensa cloritización en las cajas cercanas a las vetas y aureolas de alteración mayores en las intersecciones de los cimoides.

1.2.4. Geología estructural

Debido a los movimientos orogénicos de la corteza terrestre y dentro de la deformación de plegamientos de la zona costera en esta parte del territorio por las fuerzas compresionales de la orogenia Andina es que se podría indicar que existen dos fallas regionales de rumbo que se ubicarían en los lineamientos estructurales NE (actuando como corredor tectónico) dentro de las Quebradas de los Ríos Ático y Cháparra respectivamente; que controlan la ocurrencia de las vetas de La Mina Esperanza de Caravelí; así como la mineralización periférica con la misma o similar orientación de las vetas de las otras minas cercanas como son: Torrecillas, Virgen de Chapi, Cambio-Gallinazo, Rey Salomón, Tierra Prometida y Mina Cortadera 7 (Altura del Km 30 a Caravelí (margen derecha del río Ático).

✓ Fallas

En la zona de trabajo existen fallas pre-minerales que ocurren entre estas dos fallas principales de rumbo y que podrían corresponder al Modelo Riedel; con un rumbo desde N60°W hasta N85°W y casi E-W y con buzamientos de 60° a 75° hacia el SW y a veces llegan a 90° acercándose a la verticalidad y en otros con buzamiento local hacia el sur o norte y en el caso de la Veta Aurora, que es hacia el norte. Este tipo de fracturas se emplazaron primero en las rocas andesíticas e intrusivas del Complejo Bella Unión junto con el Batolito de la Costa y posteriormente ocurrió la mineralización de las diferentes vetas auríferas meso termales conocidas como:

- Miriam.
- Carmen.
- Karina.

Entre otras menores que existen en la zona desde el lindero Este hasta el lindero Oeste de las concesiones mineras de la mina Esperanza de Caravelí y todas más o menos con las direcciones o rumbo descritos anteriormente. Las fallas post-minerales presentan dos juegos de movimiento o sistemas:

- El primero tiene un rumbo de N05°E a N10°E y con buzamientos de 74° hasta 85° hacia el NW y con movimiento de desplazamiento normal-dextral y en bloques.
- El segundo tiene un rumbo de N10°W, con buzamientos desde 78° hasta 82° hacia el NE y también con movimientos de desplazamiento del tipo normal-dextral debido a los efectos de compresión de esta parte de la cadena plegada de la costa. La Falla Sud-América tiene una componente diferente con buzamientos primero hacia el SW en el extremo norte y cambia luego más al sur del yacimiento hacia el NE teniendo un movimiento del tipo normal-dextral también hacia esta parte y con movimiento en bloques.

Todas estas fallas desplazan a las diferentes vetas en el orden de 5 a 15 metros en el peor de los casos. Durante la Era Terciaria a fines del Plioceno durante la Fase “Quichuana”, ocurren movimientos orogénicos que desplaza a la superficie de erosión del Mioceno Superior (Complejo Bella Unión) y pone en contacto con los conglomerados pliocénicos de la Formación Millo.

Finalmente, y en forma sin tectónica con el fallamiento de la Falla Médano se activan algunas de las fracturas ya mineralizadas como es la veta Gisela y al actuar las fallas Miriam y Pampini (a lo largo de la Veta Gisela con material de brecha de falla) ocasionan algunos desplazamientos de los bloques, así como generando arrastre de mineralización de algunas vetas que las cortan como

Esperanza, Pique Tuerto, etc., dentro de la falla Miriam que hasta hace poco la llamaban Veta Miriam.

1.2.5. Geología económica

La mineralización se encuentra en vetas epitermales de baja sulfuración (adularia-sericita). Las principales alteraciones hidrotermales que afectan a las rocas encajonantes son la propilitica (clorita, epidota, calcita) y la argilica (caolinita). Las vetas destacan por su contenido de oro y cobre, con valores subordinados de plata. A su vez se encuentran vetas del tipo cuarzo sericita con alto contenido de oro (veta Karla, Noelia, Mariela, Karina, Carmen).

1.2.6. Mineralogía

Están constituidas por minerales de cobre como: Calcosina, calcopirita, covelina, cuprita, malaquita y crisocola. En ocasiones el oro se encuentra en estado nativo, y en mayor parte se encuentra como inclusiones en la pirita y la cuprita.

En Esperanza las vetas tienen los siguientes ensambles mineralógicos:

- Óxido de hierro, limpio, con contenido de oro para ser tratado por cianuración.
- Mineral con óxidos de hierro y cobre con contenido de oro.
- Mineral con sulfuros de cobre con contenido de oro.

A profundidades de 50 m (veta Aurora) y 65 m (veta Gisela) se observan altas concentraciones de calcosina y covelina, minerales característicos de las zonas de enriquecimiento secundario, en la mayoría de los casos estas altas concentraciones de cobre (>10 %) van acompañada con altos valores de oro (>1 onza).

✓ Minerales de Ganga

Cuarzo, calcita, yeso, pirita, óxido de manganeso, limonita, hematita y oligisto.

1.2.7. Información Geomecánica

✓ Mapeo Geomecánico

El mapeo Geomecánico se realiza en base al Índice GSI (Geological Strength Index), teniendo como referencia las tablas geomecánicas de la mina Esperanza. Este índice se relaciona con los Índices de Barton (Q) y el de Bieniawski (RMR).

Se determinan áreas con iguales características geomecánicas (dureza de la roca, número de fracturas por metro lineal, alteración, zonas de falla, rugosidad de las fracturas, relleno de fracturas, etc.) tanto en las zonas mineralizadas como en las cajas. De esta manera se tiene el tajeo zonificado desde el punto de vista Geomecánico, y para hacerlo comprensible se tienen diferentes colores para cada tipo de roca.

En base al mapeo se realizan los cálculos de aberturas máximas, tiempos de auto soporte y tipo de sostenimiento recomendado. A fin de satisfacer estos requerimientos propuso que la Clasificación Geomecánica debería incorporar los siguientes parámetros:

- Designación de la calidad de la roca (RQD).
- Grado de meteorización.
- Resistencia compresiva uniaxial de la roca intacta.
- Espaciamiento de juntas, estratos y discontinuidades en general.
- Elementos de orientación de las discontinuidades.
- Separación de las discontinuidades.
- Extensión de las discontinuidades.
- Flujo de aguas subterránea.

✓ **Caracterización Geomecánica**

La Aplicación de Metodologías para la caracterización de los macizos rocosos son muy determinantes en la mina Esperanza de Caravelí, por lo cual siempre serán útiles y referenciales para iniciar cualquier excavación minera, que permitirán determinar LOS MODELOS GEOMECHANICOS.

Para poder determinar el comportamiento de las posibles cuñas en las labores subterráneas se realizará un mapeo Geomecánico Estructural que nos permita identificar las posibles cuñas o zonas con gran potencialidad al desprendimiento de rocas.

Para determinar la estabilidad de las labores, así como determinar tendencias de fracturamiento y análisis de esfuerzos se hace uso de Programas matemáticos de modelamiento como el Phases_2, Dips y Unwedge.

Para el sostenimiento de las labores mineras se tomarán en cuenta los parámetros de cálculo que nos indicarán el tipo de sostenimiento adecuado para cada estructura del macizo rocoso.

Con la finalidad de desarrollar la Geomecánica en la mina se realizan las siguientes actividades:

- Reconocimiento del área de estudio y el área de operación actual.
- Obtención y revisión de la información Geológica
- Medición in situ de las características Geomecánicas de la roca.
- Reuniones de trabajo con el personal profesional y técnico de la empresa para coordinar labores a desarrolla

✓ **Tabla Geomecánica Mina Esperanza**

La cartilla geomecánica para la Mina Esperanza está basada en la clasificación GSI de Hoek y Brown. Esta cartilla ha sido modificada de acuerdo a los criterios de las clasificaciones RMR de Bieniawski y Q de Barton para la determinación del tipo de roca.

Estas tablas tienen las siguientes características:

- Definición sencilla y rápida del tipo de sostenimiento a aplicar.
- Puede ser utilizada por cualquier trabajador, ya que solo se necesita una picota y un flexómetro.
- Definición del tiempo de auto soporte en forma inmediata.
- Definición de las aberturas máximas en el mismo terreno.
- Todo trabajador debe de estar en condiciones de definir el sostenimiento.
- Estandarizar los tipos de sostenimiento.
- Hacer sencilla la definición del sostenimiento a aplicar en las labores mineras.

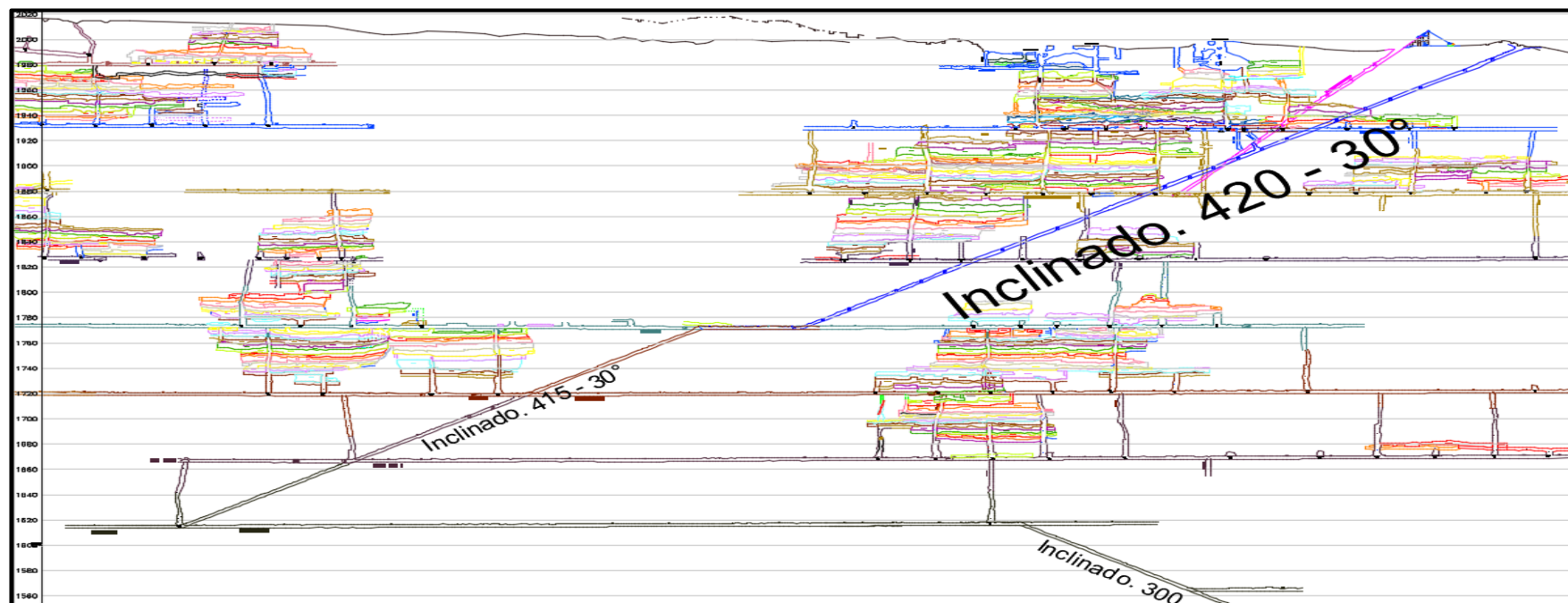
✓ **Tiempo Autosoporte Mina Esperanza**


En la tabla se muestra la relación los RMR máximos y mínimos, la máxima abertura (span) con sus respectivos tiempos de Autosoporte determinados a partir de la figura. Dicho cuadro debe ser empleado en el plan de minado para poder determinar la longitud de tajeos a ser llevados sin comprometer la estabilidad del macizo rocoso realizando un sostenimiento oportuno antes de la culminación del tiempo de autosoporte.

1.2.8. Información Topográfica

Con la información topográfica actualizada podemos verificar la ubicación exacta del inclinado donde se va a realizar el proyecto.

Gráfico N° 4: Inclinado 420 – Sistema de izaje



 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION FACULTAD DE INGENIERIA DE MINA ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE MINAS TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS</p>		
Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad Minera Esperanza – 2022		
Presentado por: Bach. Frank Arnold PALOMINO ROJAS		
Título: SISTEMA DE IZAJE - INCLINADO GENERAL	Escala: 1/5000	PLANO 03
Fuente: Área de Topografía Mina	Fecha: Abril - 2022	

Fuente: Área de Topografía Mina

En el plano se puede verificar que existen 3 inclinados actualmente por donde se realiza la extracción de todos los materiales, personales y cargas. Esto tiene que ser un sistema continuo para que puedan aprovecharse en toda su capacidad cada inclinado.

1.2.9. Información Operativa

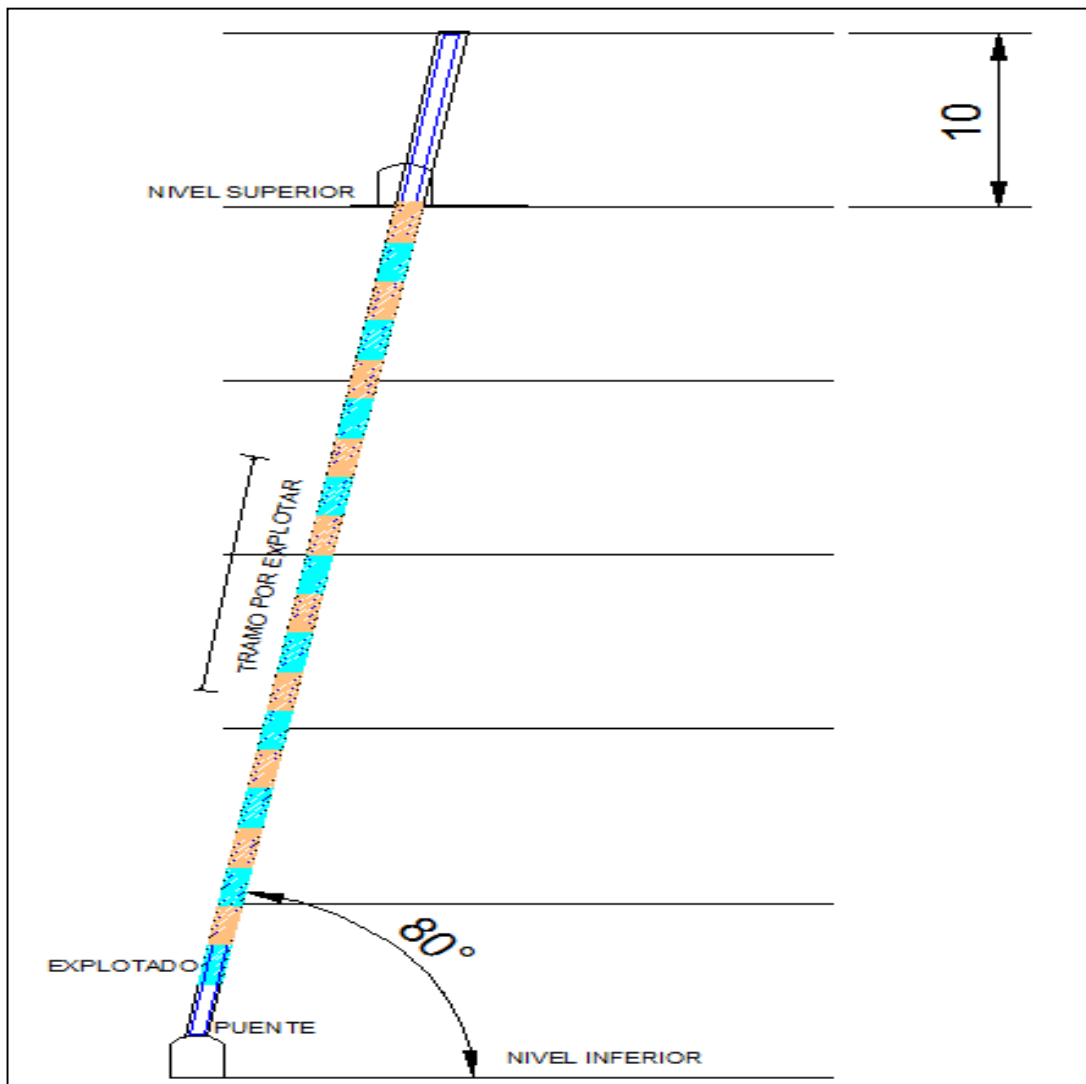
Aplicando la metodología de Nicholas para la selección del Método de minado que toma en cuenta la geometría del yacimiento, distribución de leyes y la calidad de la roca se encontró que el método de explotación Cut and Fill o Corte y Relleno ascendente es el más adecuado para estas consideraciones.


CUADRO N° 4: Metodología Nicholas – Unidad Minera Esperanza

METODO EXPLOTACION	YACIMIENTO	MINERAL	CAJA TECHO	CAJA PISO	TOTAL
Block caving	-45	6	4.8	3.42	-30.78
Sublevel Stoping	7	3.75	3	1.14	14.89
Sublevel Caving	-44	5.25	4.8	1.9	-32.05
Longwall Mining	-94	6	4.8	3.04	-80.16
Room and Pillar	9	4.5	3.6	2.28	19.38
Shrinkage Stoping	7	4.5	4.8	3.04	19.34
Cut and Fill Stoping	13	6	4.8	3.8	27.60
Top Slicing	-47	4.5	4.2	3.04	-35.26

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 5: Sistema de explotación de vetas



	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION FACULTAD DE INGENIERIA DE MINA ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE MINAS TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS	
	Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad Minera Esperanza – 2022	
Presentado por: Bach. Frank Arnold PALOMINO ROJAS		
Título: SISTEMA DE EXPLOTACION - VETAS 80°	Escala: _____	PLANO 04
Fuente: Área de Planeamiento y Productividad	Fecha: Abril - 2022	

Fuente: Área de Planeamiento y Productividad

Las vetas de mina Esperanza presentan fracturamiento, siendo los más importantes los paralelos a la estructura, razón por la cual la altura de corte en un tajo de explotación es muy importante y determinante en su estabilidad. Cuando se presentan estos casos se recomienda no tener aberturas superiores a 3.00 m.

✓ **Descripción del sistema operativo**

El método de explotación empleado es de Corte y Relleno Ascendente (Over Cut and Fill), el cual garantiza una adecuada recuperación, estabilidad y selectividad del mineral. Todos los trabajos se realizan convencionalmente. Para los casos de vetas muy angostas e irregulares en potencia y mineralización se emplea el “circado” como un sub método de explotación, que tiene la particularidad de ser muy selectivo. El método consiste en disparar solamente la caja y luego se tiende este material como relleno y luego se dispara mineral puro. Las labores donde se realizan la explotación de mineral, está compuesto por uno o más blocks, las dimensiones del block son de promedio 30 m x 50 m.

El ciclo de minado consiste en:

- **PERFORACIÓN**

La perforación de taladros se realiza con máquinas perforadoras neumáticas tipo Jack Leg y Sttoper con barreros cónicos de 2, 4 y 5 pies de longitud y brocas de 38 mm de diámetro, malla de perforación tipo hilera y zigzag, con burden 0.25 m. á 0.30 m. y espaciamiento de 0.30 m.

- **VOLADURA**

Se realiza voladura controlada con explosivos tipo emulsión encartuchada y dinamita semigelatina de 45% para terrenos suaves y dinamita semigelatina de 65%, para rocas duras y como accesorios utilizamos el carmex y mecha rápida.

Gráfico N° 6: Explosivo usado para voladura



Fuente: Elaboración Propia

- **SOSTENIMIENTO**

Para el sostenimiento en los tajeos de explotación se utiliza la madera como elemento principal, con puntales de seguridad en toda la longitud Split set con plantillas, el sostenimiento en buzones camino se realiza con madera con sobre cuadros de madera que dan acceso a los tajeos. Cuando las cajas se encuentren fracturadas o inestables se utiliza un sostenimiento temporal con puntales de seguridad y dejando pilares que luego son recuperados, si las características geo mecánicas de la labor lo requieren se utilizan cuadros de madera y pernos Split set, esto permite al trabajador realizar su tarea en forma segura durante la limpieza del mineral y luego del cual se procede al relleno detrítico respectivo del tajeo que constituye el sostenimiento definitivo.

Gráfico N° 7: Sostenimiento en tajeos



Fuente: Elaboración Propia

- **LIMPIEZA DE MINERAL**

La limpieza de mineral en los tajeos de explotación se realiza mediante dos métodos uno a pulso con carretillas tipo Buggy, y con winches de arrastre de 10 HP con scrapers de 18” de ancho y capacidad de 4.5 pies³. Este mineral es depositado en las tolvas de madera instalados en los extremos de cada tajeo.

Gráfico N° 8: Winche de Arrastre



Fuente: Elaboración Propia

- **TRANSPORTE**

El transporte del mineral, una vez descargados de las tolvas a los carros mineros U-35, que luego en transportando con locomotora de batería de 1.5 TM, 2.5 TM y 4.5 TM hasta el ore pass, para luego ser extraído mediando winches de izaje por inclinados hasta superficie.

Gráfico N° 9: Locomotoras de extracción



Fuente: Elaboración Propia

- **RELLENO**

El espacio dejado por la rotura y limpieza de mineral es rellenado con desmonte producido en las labores mineras de exploraciones y desarrollo, permitiendo reciclar el material estéril dentro del interior de mina, también se utiliza como relleno la rotura de la corona pobre. Para esto se procede al descaje del tajeo, con la finalidad de dar el ancho ergonómico para el perforista, para luego hacer el pampillado dejando una altura de 2.20 m del piso al techo de la labor, hasta formar un piso que permita realizar la perforación del siguiente corte, luego de la perforación se realiza otro relleno del tajeo hasta una altura de 1.5 metros que es la altura de voladura.

Gráfico N° 10: Fase de relleno del tajo para voladura



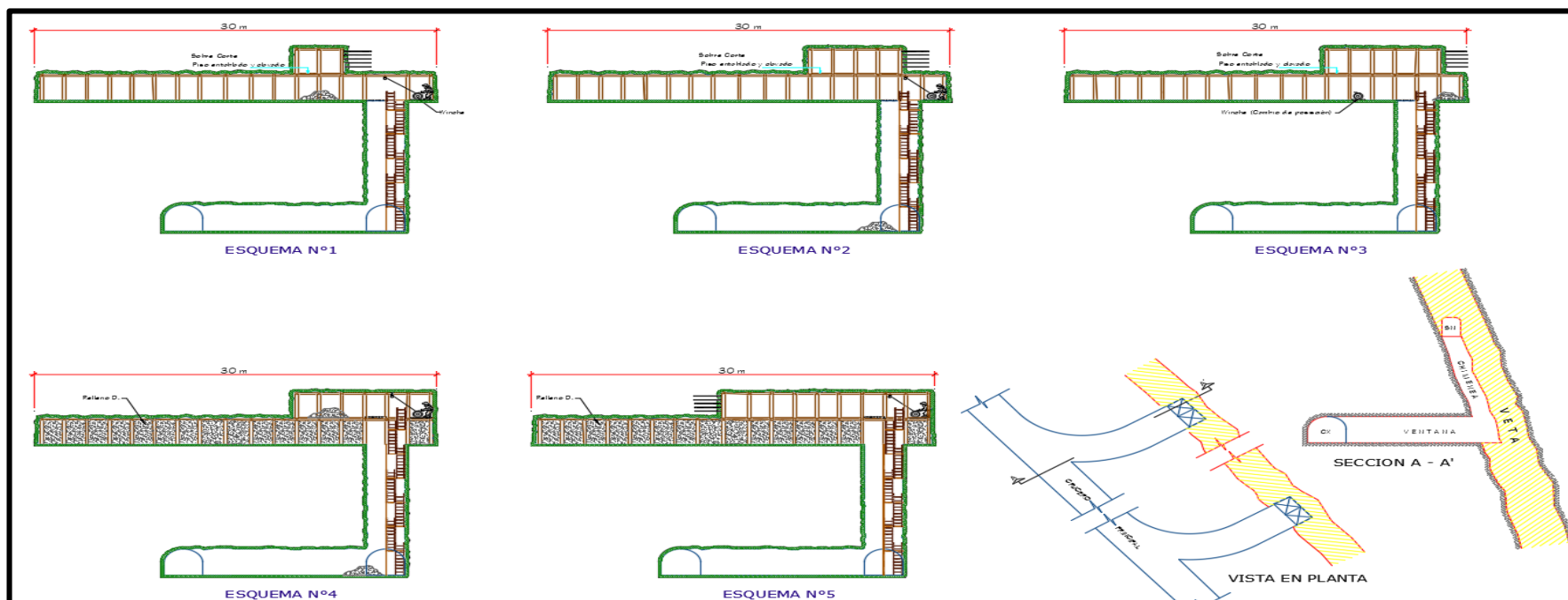
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 11: Ciclo de Trabajo

ACTIVIDADES	HRS	CICLO									
Ingreso hasta la labor	00:20	[Yellow bar]									
Inspección de la Labor	00:20	[Yellow bar]									
Regado	00:10	[Yellow bar]									
Desatado de Rocas	00:30	[Yellow bar]									
Sostenimiento	02:00	[Light blue bar]									
Limpieza	02:00	[Blue bar]									
Perforación	03:00	[Red bar]									
Carguío y Voladura	00:30	[Purple bar]									
Salida	00:10	00:20	00:20	00:10	00:30	02:00	02:00	03:00	00:30		
	09:00										

Fuente: Área de Planeamiento y Productividad

Gráfico N° 12: Método de Minado Breasting – Zona Mariela



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE MINAS
TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad Minera Esperanza – 2022

Presentado por: Bach. Frank Arnold PALOMINO ROJAS

Título: METODO DE MINADO - BREASTING

Escala: -----

Fuente: Elaboracion Propia

Fecha: Abril - 2022

PLANO 05

Fuente: Elaboración Propia

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Es posible que optimizando el sistema de extracción actual del inclinado 420 aumentando la potencia del winche de izaje contribuya al incremento del tonelaje extraído y reduzca el costo de extracción en la Unidad Minera Esperanza de la Minera Croacia E.I.R. L?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿La implementación de un nuevo sistema de izaje aumentando la potencia del winche del inclinado 420 optimizará la producción y las labores de operación, mejorando así su rendimiento en la Unidad Minera Esperanza de la Minera Croacia E.I.R. L?
- ¿La implementación de un nuevo sistema de izaje aumentando la potencia del winche del inclinado 420 reducirá los costos de extracción total en la Unidad Minera Esperanza de la Minera Croacia E.I.R. L?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Optimizar el sistema de extracción del inclinado 420 aumentando la capacidad del motor del winche de izaje a 200 HP, incrementando así la extracción de mineral y de la misma forma reduciendo el costo de extracción de la Unidad Minera Esperanza de la Minera Croacia E.I.R.L.

1.4.2. Objetivos específicos

- Incrementar y optimizar la capacidad de izaje de mineral y desmonte pudiendo así aumentar la producción y labores de operación de avance sin tener limitaciones en la extracción mejorando su rendimiento en la Unidad Minera Esperanza de la Minera Croacia E.I.R. L.

- Reducir los costos de extracción e incrementando la rentabilidad de la en la Unidad Minera Esperanza de la Minera Croacia E.I.R. L

1.5. Justificación de la investigación

Actualmente a medida que una mina profundiza se requieren mejorar o tener un buen sistema de extracción que cumplan las expectativas planeadas. Ya que tener un buen diseño de un sistema de extracción nos garantiza la continuidad de un proyecto; porque es este medio donde se ingresa y sale el mineral roto de interior mina el cual justifica el costo de toda la operación minera.

Teniendo este incremento de capacidad se verá aprovechada la reducción de costos de izaje y mayor tonelaje izado.

Asimismo, incrementar la capacidad del sistema de extracción principal nos garantiza el incremento proporcional de las labores de producción y las de avance, pudiendo así cumplir con las metas a corto y mediano plazo.

1.6. Limitaciones de la investigación

Durante la evaluación, toma de muestras y análisis de resultados no se verificó que exista un estudio realizado al sistema de extracción ya desarrollado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes nacionales

- ✓ **Velarde P. (2019)**, En la Tesis: “*PERFIL TÉCNICO ECONOMICO DEL DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL PIQUE INCLINADO 310 NIVELES 1820 AL 1700, PARA LA EXPLOTACION DE RESERVAS VETA CAMBIO – MINA LAS BRAVAS*” Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, su objetivo principal fue Demostrar la Factibilidad Económica de diseño y construcción del pique inclinado entre los niveles 1820 al 1700 de la veta Cambio. El resultado fue la factibilidad económica de diseño y construcción del pique inclinado 310 entre los niveles 1820 al 1700 de la veta Cambio Mina Las Bravas, con dicho estudio Técnico se determinó un VAN positivo de 2, 241,078.47 US\$, y un TIR de 198,29% para una tasa anual de descuento de 15% y 1.17% de tasa efectiva mensual.

La investigación tiene como objetivo explicar la profundización de la

veta Cambio Unidad Minera Las Bravas, entre los niveles 1820 y 1700, mediante el diseño y construcción del pique inclinado 310, con el fin de extraer las reservas minerales existentes, acorde con la expansión de la mina. En un inicio se definió el problema y los objetivos de la presente investigación, para poder plantear la hipótesis en el desarrollo del tema de tesis se realizó el mapeo Geomecánico de la zona donde se va a construir el pique inclinado 310, entre los niveles 1820 y 1700 de la veta Cambio, con el fin de diseñar las labores de profundización. Al igual que también se hizo un diseño y la construcción del pique inclinado 310 para la profundización de la veta Cambio, siguiendo los lineamientos descritos en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, tipificado en el Decreto Supremo N.º 024-2016 E.M. con su modificatoria Decreto Supremo N° 023-2017 E.M. Respecto al planeamiento de la ejecución de la infraestructura necesaria para el sistema de extracción del proyecto de profundización, se estimó un tiempo aproximado 225 días para realizar todas las obras, pique inclinado 310, los desquiches de las estaciones de pique se realizaron en los niveles 1820 y 1700, 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. En el capítulo de análisis y resultados se determinó el costo por metro de ejecución del pique inclinado, el cual asciende a 753.34 US\$/m, en base indicadores económicos como es el VAN y el TIR, se determina la viabilidad del pique, con resultados positivos con un VAN de 2, 241,078.47 US\$, y un TIR de 198,29% con una inversión de 90,300

US\$, con un tiempo aproximado de 9 meses.

- ✓ **Tuero J. (2019)**, En su investigación “*DISEÑO DE PIQUE INCLINADO Y PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE MINERAL EN LA UNIDAD MINERA CUATRO HORAS MACDESA S.A.*” Universidad Nacional del Altiplano - Puno, cuyo objetivo principal fue diseñar el pique inclinado y planificar el sistema extracción e incrementar la producción de mineral en la Unidad Minera Cuatro Horas – MACDESA S.A. El tipo de investigación aplicada fue descriptivo. Para poder explotar los recursos minerales que se encuentran a profundidad, es necesario construir el pique inclinado mediante el cual ingresarán tres carros mineros U-35 del nivel superior accionados por el winche, El objetivo de la presente tesis fue diseñar un pique inclinado que sirve para el transporte de mineral y desmonte, y de esta manera se desarrolló una planificación adecuada para su ejecución en el proceso de profundización e incrementar la producción de mineral. La metodología de investigación es descriptiva que consiste en describir y analizar el proceso de extracción mediante el diseño del pique inclinado y su sistema de izaje. Los resultados determinaron que el pique inclinado tendrá una sección de 2.40 x 2.40 con una longitud de 200 metros y una inclinación de 40°, para lo cual se hizo cálculos de la maquinaria de extracción a utilizar: winche con potencia de motor 80 HP, cable Flattened – Triangular Strand de 22 mm de diámetro, la producción de mineral anual calculado es de 54 000 toneladas;

Asimismo, el planeamiento de la ejecución del pique inclinado tendrá una duración de 5 meses, además se presentó una evaluación económica, donde el costo de inversión asciende una suma de 218 028 U\$ dólares americanos que comprende el laboreo, perforación y voladura, equipos de izaje y equipos de transporte entre otros que permitirán un incremento de la producción y productividad en un 412% haciendo de este proyecto altamente rentable.

- ✓ **Arias L. (2013)**, En su investigación “*PLANEAMIENTO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DEL PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DE LA U.O SAN BRAULIO UNO.*” Pontificia Universidad Católica del Perú, cuyo objetivo principal fue realizar el planeamiento y diseño del sistema de extracción del proyecto de profundización de la mina san Braulio Uno, que comprende el izaje y transporte del material hacia superficie. Esto incluye determinar los equipos óptimos, ciclos de trabajo y costos de capital y operación para el izaje y transporte.

Los resultados fueron que el monto de la inversión total de la infraestructura necesaria para el sistema de extracción de la profundización asciende a US\$345,620. La influencia de esta inversión con respecto a la inversión total a realizar para el proyecto de profundización de mina es de 26%. La inversión total para el sistema de extracción por tonelada da un valor de 10.85 \$/t.

- ✓ **Jauregui I. (2015)**, En su tesis: “*ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROFUNDIZACIÓN MEDIANTE EL PIQUE INCLINADO 043 NIVELES 18 AL 20 VETA*

ESPERANZA – MINA CASAPALCA”, realizada en la universidad nacional de San Agustín de Arequipa. Debido al agotamiento actual de los recursos de la mina de la veta Carmen, encima del nivel 18 y teniendo como objetivo la extracción de minerales de los bloques formados entre Nv. 18 y Nv. 20, de la Esperanza, es donde surge la necesidad de realizar un pique inclinado 043. De acuerdo con el plan de producción anual, el objetivo de producción será de 10 000 toneladas por año (400 toneladas por día) dentro de 3 años. En cuanto al diseño del sistema de elevación, se encontró que estaría desequilibrado y se necesita un winche de izaje de 261 kW (350 hp) para levantar tres vagones mineros U35 con un peso total de 4,95 toneladas. El winche de izaje deberá de tener un tambor cilíndrico de un diámetro mínimo de 0.96 m en una sección transversal 2,4m x 2,4m, ángulo de inclinación 30°, longitud total 367,8 m, además, el cabrestante debe tener tambor cilíndrico, diámetro mínimo 0,96m. Como accesorio del winche, se ha determinado que el diámetro óptimo del cable de acero utilizado es de 20 mm del “flattened strand” (triángulo), el cual soportará una tensión máxima de 220,0 kN, teniendo en cuenta el factor de seguridad 5.

Debido a la planificación de la infraestructura requerida para la operación sistemática del proyecto de extracción, se calculan 225 días para realizar todos los trabajos, pique inclinado 043, los desquinches y descajes en los niveles 18 y 20, tender los rieles en estas estaciones y a lo largo del pique y finalmente ensambla la plataforma e instala el winche. La inversión total en infraestructura

requerida para el sistema de extracción se fija en \$1.388.425. Mediante una evaluación económica que el valor actual neto (VAN) del proyecto de profundización es de \$1,652,903.78 y una tasa interna de retorno (TIR) de 79.29% para una tasa de descuento anual de 15%.

- ✓ **Medina A. (2014)**, según la tesis titulada: “SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MINERAL DEL PIQUE 718 CON WINCHE DE IZAJE E INCREMENTO DE PRODUCCIÓN EN LA MINA CALPA - AREQUIPA”, realizada en la Universidad Nacional del Antiplano.

Se logró incrementar la producción en menor tiempo con winche de izaje a través del pique 718 en la Mina Calpa reduciendo el tiempo extracción, además de ello se redujo el desgaste físico, así como también el personal empleado en esta operación unitaria. Con respecto al sistema de extracción de mineral mecanizado con winche de izaje en el pique de 718 en la Mina Calpa se logró una producción de 37.608 TM/turno en comparación con el sistema de izaje manual que produjo solo 7.1918 TM/turno, lo que representa un aumento en la producción de 30.4162 toneladas/guardia.

La instalación de pique 718 permitió la instalación, implementación y funcionamiento de la operación de un sistema de extracción de minerales de winche mecanizado.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

- ✓ **Martínez B. (2016)**, En su tesis titulado; “INCREMENTO DE PRODUCCION A PARTIR DE LA GESTION DEL EL

TRANSPORTE DE MINERAL EN EL SECTOR NICOLE, CONCESION MINERA ESPERANZA II, EMPRESA MINERA MINECSA, ZARUMA ECUADOR”, en sus aspectos más destacados incluyen la eliminación del tiempo de inactividad de acuerdo con el plan de gestión del tiempo, el aumento de la productividad y, por lo tanto, el aumento del tonelaje.

Los retrasos operativos se reducen debido a los programas de mantenimiento técnico o eléctrico o la condición de los mineros. El seguimiento continuo de las actividades de transporte ayudará a mejorar la eficiencia del plan de gestión, que servirá de base para su uso en otros sectores para aumentar la producción en la mayoría de las áreas actualmente en desarrollo.

En base al tonelaje obtenido antes del estudio (30 t/día), se aumentó la producción en un 20% al agregar 2 vagones o 3 t/día. turno, 6 horas por día y 180 t por mes.

2.2. Bases teóricas – científicas

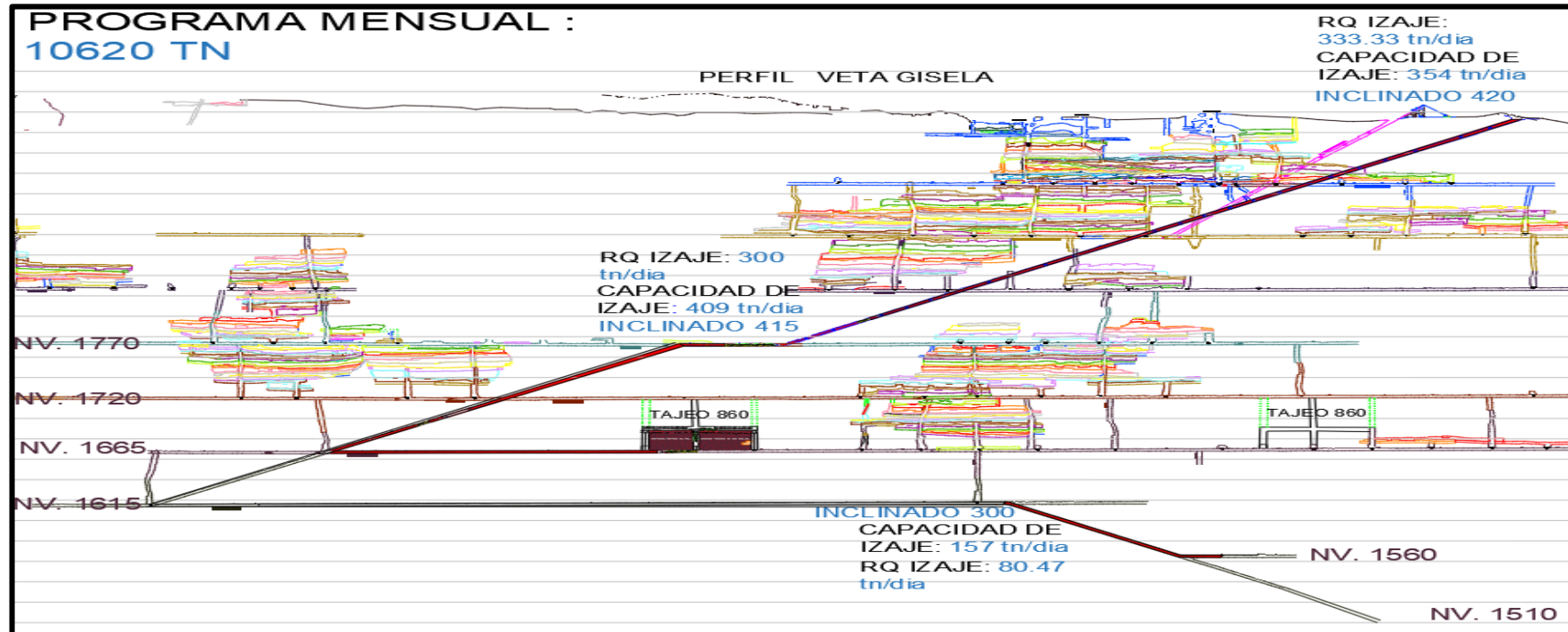
2.2.1. Diseño de Sistema de Extracción e infraestructura

Para determinar las dimensiones, capacidad y tamaño de los componentes mecánicos, de deben de tener en cuenta criterios básicos como:

- ✓ Velocidad de elevación incluyendo la de aceleración, desaceleración o frenado y la velocidad máxima.
- ✓ Producción en T/h.
- ✓ Peso máximo que debe de ser elevado.
- ✓ Peso de la carga y de los equipos de elevación.
- ✓ Diámetro del cable de izaje.

Con estos datos se pueden determinar la potencia del motor eléctrico necesario para poder realizar el izaje. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas (2007).

Gráfico N° 13: Sistema de izaje actual



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINA

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE MINAS

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad Minera Esperanza – 2022

Presentado por: Bach. Frank Arnold PALOMINO ROJAS

Título: CAPACIDAD DEL SISTEMA ACTUAL DE IZAJE

Escala: 1/5000

Fuente: Elaboracion Propia

Fecha: Abril - 2022

PLANO 06

Fuente: Elaboración Propia

Actualmente sistema de extracción que se usa es por los inclinados de 30° ubicados en los niveles principales de izaje. Tanto en Superficie, en el Nv – 1770 y Nv – 1615. A su vez estos Inclinados están diseñados para izar una distancia de 4 niveles como máximo; ya que, si se supera estos niveles, la eficiencia de izaje disminuiría.

2.2.2. Tipos de Izaje

Hoy en día hay dos tipos básicos de izaje disponibles en cualquier parte del mundo; el izaje con winche de tambora, el cual enrolla el cable a la tambora, y el sistema koepe o de fricción en donde simplemente el cable pasa sobre la rueda durante el proceso de izaje. El izaje por tambor y fricción son dos términos genéricos que describen las dos categorías básicas, pudiendo haber variaciones dentro de cada categoría. Las aplicaciones en sistema de izaje con winche de tambora, fricción o koepe se resumen en las partes principales del sistema de izaje. Hartman & Britton (1992).

2.2.3. Tipo de cable de izaje

La seguridad y la fiabilidad son condiciones previas indispensables para los cables de alambre de acero utilizados en las minas. Los requisitos de capacidad de carga y de tiempo operacional en constante crecimiento exigen una calidad extraordinariamente alta y prestación de servicios durante la vida útil de los cables. TEUFELBERGER (2020).

✓ Tipos de cables

- **Trenzado o cruzado:** Los torones se enrollan al contrario que los hilos para obtener cables más rígidos. Tienen buena resistencia a los golpes y no se desenrollan y aguantan bien los aplastamientos y distorsiones.
- **Tipo Lang:** Los cables están torcidos en la misma dirección para cables

más flexibles. Estos cables son los más usados en la extracción, ya que tienen mayor resistencia a la abrasión y se alojan mejor en los tambores. Por su tendencia a destrenzarse no se emplean si las cargas no van guiadas

- **Cables Compuestos Nuflex:** Se realizan con dos capas de torones de hilos de acero más finos. Son flexibles y antigiratorios. Existen cables formados por torones de sección triangular, aplastados en la última capa.

✓ **Estructura de los Cables**

- **Núcleo o Alma:** Sirve como soporte a los torones que están enrollados a su alrededor y se fabrica con diferentes materiales, dependiendo del trabajo al cual se va a destinar el cable, siendo lo más usual el de alambre de acero. Además, existen de fibras vegetales o fibras sintéticas (Compumet, 2006). El alma de acero se utiliza para zonas donde el cable este sujeto a severos aplastamientos o cuando el cable trabaja en lugares donde existen temperaturas muy elevadas. También este tipo de alma proporciona una resistencia a la ruptura, de aproximadamente un 10%.
- **Torones:** Un cable está formado por un conjunto de torones y cada torón, está formado por un conjunto de hilos de diámetros comprendidos entre 2 y 3 mm.

Gráfico N° 14: Cable usado para izaje – Inclinado 415



Fuente: Elaboración Propia

2.2.4. Winche de izaje

Es una maquinaria utilizada para izar personal, materiales, equipos o herramientas al interior de la mina; siempre que cumpla con exigencias mínimas de seguridad (Compumet, 2006). En la Unidad Minera esperanza se tiene actualmente 3 inclinados, donde existen winches de 125 HP y de 75 Hp. En los niveles principales se encuentran el de mayor capacidad y en el lugar donde aún está comenzando la profundización se tiene el de 75hp

Gráfico N° 15: Winche de izaje con una sola tambora – Inclinado 300



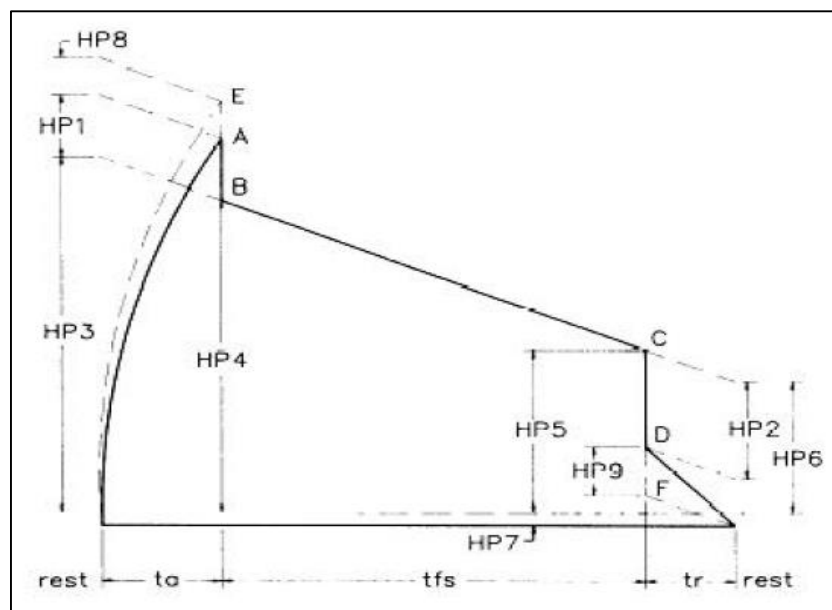
Fuente: Elaboración Propia

2.2.5. Modelos matemáticos para el cálculo de la capacidad del winche

➤ Modelo Matemático Harmon (1973)

Las ecuaciones necesarias para calcular la potencia necesaria en todos los puntos de A a F de las curvas de potencia/tiempo son las siguientes:

Gráfico N° 16: Ciclo de Potencia en Función del tiempo



Fuente: Harmon (1973)

- **Potencia requerida para acelerar al sistema (La inercia del motor no incluida)**

$$HP1 = \frac{TSL * V^2}{T_a} (Kw)$$

Donde:

TSL: Es la masa total suspendida y las masas de las partes en rotación que son aceleradas.

$$TSL = EEW + SL + 2SW + 2R$$

Donde:

EEW (Equivalent Effective Weight): Peso efectivo equivalente de los elementos giratorios.

W*r²: Es el momento de inercia de las partes mecánicas que giran excluido el motor.

r²: Es el radio del tambor

SL (Skip Load): Masa cargada en el skip (Kg)

SW (Skip Weight): Masa del Skip (Kg)

R (Rope Weight): Masa del Cable (Kg)

V: Velocidad del cable (m/s)

T_a: Tiempo total de aceleración, compuesta por el tiempo de marcha lenta más el tiempo de aceleración para alcanzar la máxima extracción.

- **Potencia o energía recuperada por la red debido a la desaceleración o frenado del sistema (Energía negativa)**

$$HP2 = \frac{-TSL * V^2}{T_r} (Kw)$$

Donde:

Tr: Tiempo de frenado, el cual incluye la marcha lenta.

- **Potencia de funcionamiento en el fondo del pozo sin aceleración**

Esto es la potencia necesaria para elevar una carga del skip lleno y que se mueve a una velocidad máxima.

$$HP3 = (SL + R) * V * g$$

Donde:

No se considera SW porque se compensa con el otro skip, y no es 2R porque el otro skip está arriba y su parte de cable enrollado

g: Aceleración de la gravedad

- **Potencia de funcionamiento al final del periodo de aceleración al alcanzar la plena velocidad**

$$HP4 = SLB * V * g$$

Donde:

SLB: Carga total suspendida en el fondo del pozo al final de la aceleración.

Pc: Peso por metro de cable

$$\begin{aligned} SLB &= \left(SL + R - \frac{1}{2} * V * Ta * Pc \right) - \left(\frac{1}{2} * V * Ta * Pc \right) \\ &= (SL + R) - (V * Ta * Pc) \end{aligned}$$

- **Potencia de funcionamiento al final de su carrera a plena o máxima velocidad**

Justo en el inicio del frenado o desaceleración

$$HP5 = SLT * V * g$$

Donde:

SLT: Carga total suspendida arriba al final de la carrera, pero antes del inicio del frenado.

$$SLT = \left(SL - R - \frac{1}{2} * V * Tr * Pc \right) + \left(\frac{1}{2} * V * Tr * Pc \right) \\ = (SL - R) + (V * Tr * Pc)$$

- **Potencia de funcionamiento al final de la desaceleración**

$$HP6 = (SL - R) * V * g$$

- **Factor de corrección de potencia por ser la eficiencia del motor y de la transmisión menor que el 100%**

$$HP7 = SL * V * g * 0.176$$

- **PICO DE POTENCIA DURANTE LA ACELERACION**

$$A = HP1 + HP7 + \frac{HP4 + 2HP3}{3}$$

- **POTENCIA A PLENA VELOCIDAD FINAL DEL PERIODO DE ACELERACION**

$$B = HP4 + HP7$$

- **POTENCIA EN EL INICIO DEL FRENADO**

$$C = HP5 + HP7$$

- **POTENCIA PARA LA DESACELERACION O FRENADO**

$$D = HP2 + HP7 + \frac{HP5 + 2HP6}{3}$$

- **POTENCIA REQUERIDA PARA ACELERAR EL ROTOR DEL MOTOR**

$$HP8 = \frac{0.6 * A * 1.2}{ta}$$

- **POTENCIA REQUERIDA PARA FRENAR EL ROTOR DEL MOTOR**

$$HP9 = \frac{-0.6 * A * 1.2}{tr}$$

- **POTENCIA TOTAL PARA ACELERAR EL ROTOR**

$$E = A + HP8$$

- **POTENCIA TOTAL PARA DESACELERAR EL ROTOR**

$$F = D + HP9$$

Finalmente, las ecuaciones para calcular la potencia RMS (Root Mean Square Power Equivalent) del motor eléctrico de la máquina de extracción son:

- **Motor de corriente continua**

$$RMS(Kw) = \sqrt{\frac{E^2 * Ta + \frac{B^2 + C^2 + B * C}{3} * Ts + F^2 * Tr}{0.75 * Ta + Tfs + 0.75 * Tr + 0.5 * Tp}}$$

- **Motor de corriente alterna**

$$RMS(Kw) = \sqrt{\frac{E^2 * Ta + \frac{B^2 + C^2 + B * C}{2} * Ts + F^2 * Tr}{0.5 * Ta + Tfs + 0.5 * Tr + 0.25 * Tp}}$$

Donde:

Tfs: Es el tiempo a plena velocidad (Full Speed)

Tp: Es el tiempo de parada

2.2.6. Productividad

La productividad en la minería es un factor clave para la racionalización de los recursos minerales, humanos y de maquinaria. Existe la preocupación permanente por mejorar la productividad. Pero para ello, es importante también conocer en forma objetiva la situación actual, en otras palabras, encontrar una forma acertada de medir la productividad. El trabajo a realizar consiste en una comparación de costos, permitiendo identificar posibles factores, etapas y procesos en los cuales se presentan los mayores sobrecostos en la operación de mina. Solminihac & Daga (2018).

2.2.7. Optimización

Gran parte de los problemas en el mundo real poseen distintas soluciones y algunas innumerables soluciones. La finalidad de la optimización es hallar o reconocer la mejor solución posible, entre la totalidad de soluciones probables, para un problema dado, en términos de algún o algunos juicios de efectividad o rendimiento Taylor (1971).

✓ Modelo de optimización estocástica

Es una técnica de optimización usada cuando los problemas envuelven incertidumbre (como en el caso de la minería, la incertidumbre asociada al comportamiento geológico de la mina; el mercado de metales y los precios internacionales del producto). Dicha incertidumbre puede representarse por medio de distribuciones de probabilidad o a través de posibles escenarios, Ramos & Cerisola (2010).

✓ Modelo de optimización determinístico

El método determinístico nos ayuda a evaluar posibles soluciones factibles de un problema planteado y formulado entre muchos, hasta lograr obtener la

solución óptima. Estos modelos no tienen consideraciones probabilísticas; ya que enfocan su atención en aquellas circunstancias que son críticas y en los que las cantidades son exactas, Pérez (2019).

2.3. Definición de términos básicos

✓ **Brida**

Longitud excedente de la tambora que se usa para la retención del cable de izaje.

✓ **Cables de izaje**

Cables usados para la extracción de forma negativa o positiva de un inclinado con un ángulo de inclinación o un pique vertical.

✓ **Extraccion**

Procedimiento por el cual se obtiene el mineral de cada determinada zona, nivel y veta, producto de la producción y avance de los niveles de explotación.

✓ **Izaje**

Extracción de carros mineros, plataformas, equipos o personal de forma negativa o positiva a través de una vía de acceso.

✓ **Optimización**

La optimización implica lograr el mejor funcionamiento de algo, usando de la mejor forma los recursos de manera eficiente y eficaz.

✓ **Productividad**

Es la relación que existe entre la cantidad de insumos y recursos utilizados para la obtención de un producto determinado.

✓ **Potencia del motor**

Capacidad expresada en Hp, que se usa para selección el tonelaje adecuado para el izaje en el inclinado.

✓ **Tambora**

Lugar donde será almacenada el cable de izaje para la extracción.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La optimización del sistema de izaje del inclinado principal 420 del Nv – 2000 aumentando la potencia del winche permite el aumento de la productividad mensual, asimismo ayuda que el sistema de extracción sea continuo el cual permite la reducción de los precios unitarios de extracción.

2.4.2. Hipótesis específicas

- ✓ Se incrementa la producción diaria, mensual y anual incrementando las labores de producción y avance optimizando la capacidad de extracción, donde se extrae mayor tonelaje en poco tiempo.
- ✓ Se reduce el costo de extracción en el inclinado principal 420.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Nueva capacidad de motor del winche de izaje del Inclinado 420

✓ Definición conceptual

Es el conjunto de conocimientos relacionados con los métodos, sistemas, procesos, maquinas e instrumentos que permitirán la extracción de materias primas, sobre la base de criterios económicos. Además, la extracción se ha de realizar en condiciones estrictas de seguridad laboral. Herrera (2017).

✓ Definición operacional

La extracción de mineral corresponde a una parte de la operacionabilidad de la actividad minera, donde se transporta el mineral desde los niveles inferiores hasta superficie para almacenarlos en las canchas de selección de mineral y

estas puedan pasar por procesos de selección y por último trasladarse a la planta de beneficio.

2.5.2. Variable dependiente

Optimización del sistema de izaje del inclinado 420

✓ Definición conceptual

La optimización de procesos es fundamental en todas las empresas, y plantea la planificación de producción como una opción para optimizar procesos porque una planificación de producción presenta varias estrategias, modelos y pasos para mejorar las actividades de una empresa. Herrán (2008).

✓ Definición operacional

La optimización es una forma de medición mediante la cual podemos determinar, en términos de tonelaje producido/día, el tiempo empleado/día, los recursos consumidos para su extracción y el costo empleado para su fin.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	SUBDIMENSION	INDICADORES
DEPENDIENTE Optimización del sistema de izaje del inclinado 420	La optimización de procesos es fundamental en todas las empresas, y plantea la planificación de producción como una opción para optimizar procesos porque una planificación de producción presenta varias estrategias, modelos y pasos para mejorar las actividades de una empresa. Herrán (2008).	La optimización es una forma de medición mediante la cual podemos determinar, en términos de tonelaje producido/día, el tiempo empleado/día, los recursos consumidos para su extracción y el costo empleado para su fin.	Planeamiento de producción y avance	Costo de izaje (Precio Unitario - 1.15 \$/tm)	\$/Tm
				*Números de carros a izar (3 unidades)	Unidades
				Programa de diario y mensual (15120) de avance y producción	Tm/mes
INDEPENDIENTE Nueva capacidad de motor del winche de izaje del Inclinado 420	Es el conjunto de conocimientos relacionados con los métodos, sistemas, procesos, maquinas e instrumentos que permitirán la extracción de materias primas, sobre la base de criterios económicos. Además, la extracción se ha de realizar en condiciones estrictas de seguridad laboral. Herrera (2017).	La extracción de mineral corresponde a una parte de la operacionabilidad de la actividad minera, donde se transporta el mineral desde los niveles inferiores hasta superficie para almacenarlos en las canchas de selección de mineral y estas puedan pasar por procesos de selección y por último trasladarse a la planta de beneficio.	Componentes y características del sistema de izaje	Optimización en el tiempo de izaje	min
				*Capacidad del winche de izaje - 200 hp	HP
				*Diámetro y longitud de cable	mm
				*Dimensión del winche	m

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La presente investigación se prevaleció según su naturaleza lo cuantitativo mediante el uso de datos numéricos bajo indicadores, fórmulas y proyectados.

Para un correcto análisis se parte de la planificación mensual y los proyectados para los meses siguientes, teniendo en cuenta el avance con la profundización y las reservas de mineral de acuerdo al método de explotación.

Consecuentemente, se seleccionaron todas las zonas de extracción para poder hacer el análisis y el desarrollo del sistema de extracción.

Finalmente, se presenta la formulación y propuesta para el incremento de la capacidad de izaje y asimismo incrementar la capacidad de almacenamiento de carros mineros y materiales en la zona de enganche del Nv – 1770, haciendo una evaluación económica para verificar la reducción de costos en el izaje.

3.2. Nivel de investigación

Para este tipo de investigación se tuvo en cuenta la naturaleza operacional y los trabajos que se desarrollan en las zonas identificadas, se consideraron los distintos tipos de investigación.

3.3. Métodos de Investigación

- ✓ **Método descriptivo:** En la investigación se realiza la recolección de datos históricos e indicadores para calcular la capacidad de izaje del inclinado directamente proporcional al incremento de la producción.
- ✓ **Recopilación de datos:** Que es el estudio sistemático de los hechos en el lugar en el que se producen los acontecimientos para el análisis y evaluación de dicho proyecto.
- ✓ **Investigación bibliográfica:** Plasmando los datos más importantes con enfoques a las evaluaciones y análisis presentados para poder recopilar datos más relevantes para el proyecto.

3.4. Diseño de investigación

La presente investigación fue no experimental y de corte longitudinal, debido que para su desarrollo el investigador realizó la toma de datos en diferentes etapas; porque se suscitaban cambios a través del tiempo.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para Hernández, Fernández, & Baptista (2014) la población es aquella que se encuentra conformada por un conjunto de casos que concuerdan en especificaciones, mientras que para Bernal (2010) lo define como todas las unidades o elementos a las que se refiere en la investigación, a su vez se le puede considerar también como unidades de muestreo.

La población estuvo conformada por las 3 zonas de izaje de extracción en la Unidad Minera Esperanza de la Minera Croacia E.I.R. L

3.5.2. Muestra

Hernández, Fernández, & Baptista (2014) lo define como el subconjunto de los elementos pertenecientes a la población, a su vez Bernal (2010) las cataloga como la parte de la población de la cual se obtendrá la información necesaria para el desarrollo de la investigación.

La muestra estuvo constituida por las zonas de izaje de los inclinados 300 (Nv – 1615), 415 (Nv – 1770), con mayor énfasis al Inclinado principal 420 (Nv – 2000) con la zona de enganche perteneciente a esta ubicada en el Nv – 1770 de la Unidad Minera Esperanza donde se tomaron 90 muestras operacionales.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Técnica de recolección

Bernal (2010) menciona que la técnica de recolección de datos son aquellas herramientas con las cuales el investigador da lugar al contacto con las variables estudiadas.

El análisis descriptivo a través de los ratios e indicadores para estimación de costos, siendo los instrumentos cuaderno de notas, computadora personal.

Obtenidos los datos generales se realizaron los cálculos que reflejan los resultados del estudio.

La técnica aplicada fue la observación directa y datos obtenidos de la medición en las zonas de izaje y enganche de la Unidad Minera Esperanza.

✓ Instrumento de recolección

Se describe que el instrumento de recolección es aquel medio con el cual el investigador registra las cualidades de la variable que se necesitan para el estudio. Hernández, Fernández, & Baptista (2014).

Así mismo el instrumento que se utilizó para la presente investigación fue una ficha de recolección de datos, cuaderno de datos, cronómetro y una laptop.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La selección y validación de los datos se realizó a través de los análisis diarios después de la toma de datos en campo, además de ello se administró y verifico el plan de producción y avance mensual para poder realizar el proyecto. Por otra parte, no es necesario evaluar su confiabilidad, ya que se realizó la recolección de datos exactos en el mismo lugar de extracción y no mediante un instrumento de medición propiamente dicho, es decir, opiniones, percepciones, conocimientos, actitudes, etc.

Por lo tanto, para que el estudio sea consistente, respaldado por un trabajo a largo plazo en la industria minera, los datos obtenidos son auténticos y están alineados con la selección, validación y confiabilidad.

- ✓ **Selección:** Para la selección de herramientas, se usó un cronómetro, un formato de encuesta y entrevista, estas encuestas fueron a los mecánicos, wincheros y jaladores sobre los registros de izaje, historial de izaje, horas de inicio y fin de trabajo y capacidad de izaje por día.
- ✓ **Validación:** Comprende principalmente los métodos utilizados para calcular el desempeño y eficiencia de los wincheros y jaladores mediante el cual se puede determinar los valores de izaje, como lo son los tiempos de extracción (enganche y desenganche de carros mineros) y a los mecánicos, validando así la capacidad óptima para poder izar una determinada carga.

Se validó toda información atravez de análisis de campo diario, verificando a su vez que la extracción se rija al plan de producción y avance mensual, esto para cumplir con nuestras metas a corto plazo.

- ✓ **Confiabilidad:** Es expresada sobre todo en el trabajo de campo realizado en meses determinados para su evaluación. Esto es de gran utilidad; porque a través de ellos se pueden hacer análisis de producción, así optimizando las capacidades de extracción de cada inclinado que se tiene y a su vez también se requiere la graduación con estudios universitarios o de maestría para garantizar la confiabilidad de los estudios y el trabajo.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La investigación propuesta tuvo un análisis cuantitativo, en el cual la información fue obtenida de 90 muestras antes del análisis y formulación para su tratamiento estadístico operacional.

- ✓ **Análisis descriptivo** Para las variables cuantitativas se usó las medidas de tendencia central (promedio y mediana).

Además de ello se han elaborado cuadros estadísticos para controlar la eficacia de la extracción. Se importaron datos de extracción para desarrollar la secuencia de izaje.

3.9. Tratamiento estadístico

Previamente, se evaluó la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov - Smirnov con un nivel de confianza del 95%. Donde $p < 0.05$ determinó que se rechaza la hipótesis del estudio.

Además, se dispuso el proceso de datos de los “mecanismo de izaje y sus ventajas, empleando análisis de control operacional, estadístico con frecuencias diarias y mensuales, teniendo en cuenta lo planificado a corto y mediano plazo.

La estadística para nuestro caso es el vínculo común de nuestra investigación científica para contar con tratamiento de datos cuantitativos y cualitativos, de modo tal la importancia se ve fundamentalmente al momento de

tomar decisiones para la mejora en las dimensiones tanto de la variable independiente y dependiente, teniendo en cuenta las dimensiones y sus indicadores respectivas, todas ellas van a ser usadas permanentemente. Ahora bien, contamos con datos tanto de encuestas y cuestionarios como resultado de las entrevistas obtenidas

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

La aplicación del instrumento de recolección se realizó respetando la confidencialidad de todos los datos recopilados, tanto teóricos como los de campo. El uso de los datos recolectados y de la información proporcionada por parte del área de Planeamiento fue para fines estrictamente de esta investigación, y solo fueron utilizados por el investigador.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Coordinación del plan de trabajo

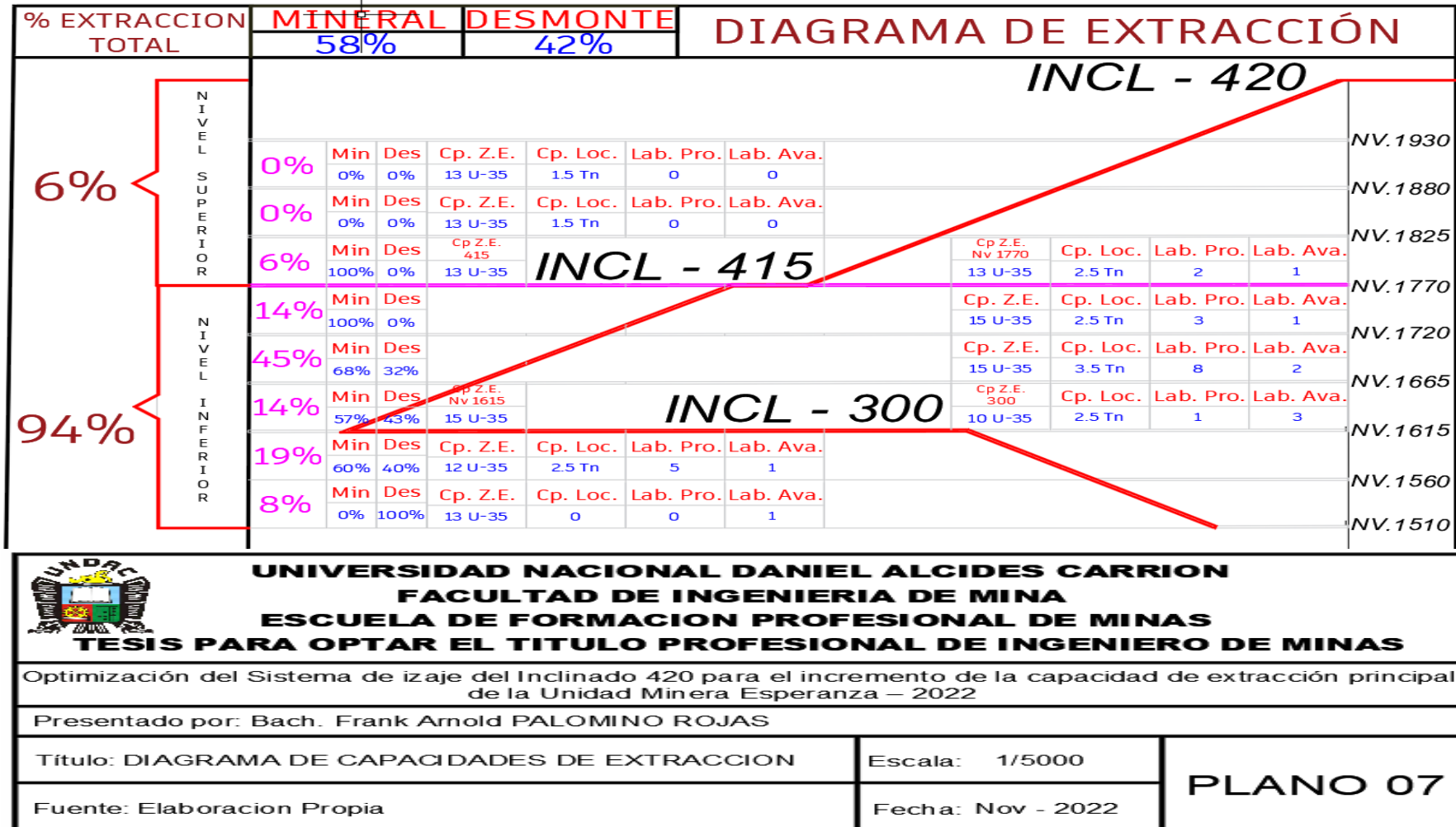
El plan de trabajo se desarrolló en coordinación con el Jefe encargado del área de Planeamiento y Productividad de la Unidad Minera Esperanza, a quien se le explicó a detalle en qué consistirá la implementación del incremento de la capacidad de izaje que se implementará para el incremento de la producción y avance, así como los beneficios que se obtendrán, indicando también que se modificará la capacidad de izaje del inclinado principal 420, esto para que se pueda izar 3 carros mineros cargados hacia la superficie. Produciendo esta una mayor extracción de mineral en bajo tiempo y bajo costo.

Por su parte el jefe de Productividad nos indicó que también se tenía que aumentar la capacidad de almacenaje de carros en la zona de enganche del Nv – 1770; ya que actualmente se tiene que el Inclinado 415 tiene mayor capacidad que el inclinado principal, produciendo así demoras operativas por más del 20%.

4.1.1. Diseño del Sistema de Izaje actual

En el sistema de izaje actual del inclinado 420 y de la zona de enganche del mismo, se observa que se tiene un 9% de demoras operativas con un total de producción por día de 354 toneladas, donde el 58% representa la extracción de mineral. En esta evaluación se verifica que se tiene un déficit del 17 % de extracción con respecto al Inclinado 415.

Gráfico N° 17: Distribución de zonas de Productivas Mina Esperanza



Fuente: Elaboración Propia

Diagrama de total de zonas de extracción actual nos muestra que la mayor producción se tiene en la zona inferior y solo el 6% del nivel superior, el cual refleja que se tiene que hacer una revaluación y estructuración del sistema de izaje.

Esto fueron uno de los parámetros para poder realizar el análisis y evaluación para el cambio de la capacidad del winche de izaje principal – 420.

CUADRO N° 5: Análisis de resultados actuales – Inclinado 420

420	PROM. CICLO	%
TOTAL HORAS GUARDIA	12:00:00	
DEMORAS OPERATIVAS	01:05:01	9%
ALMUERZO	01:09:05	10%
IZAJE TOTAL	09:45:55	81%
IZAJE PERSONAL	02:13:00	21%
IZAJE ALMUERZO	00:17:21	3%
IZAJE SERVICIOS	00:12:02	2%
IZAJE CARROS	07:03:32	68%
CARROS IZADOS TD	113	48%
CARROS IZADOS TN	123	52%
CARROS IZADOS/DIA	236	
TON IZADO/g TD	169	48%
TON IZADO/g TN	184	52%
TON IZADO/DIA	354	
TON MIN EXTRADIDO/DIA	205.22	
TON DESM EXTRAIDO/DIA	148.61	

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la tabla número 4 que solo en términos de izaje de mineral o desmonte se tiene solo un 68%; esto debido a que no se tiene un buen control de las horas de trabajo efectivo.

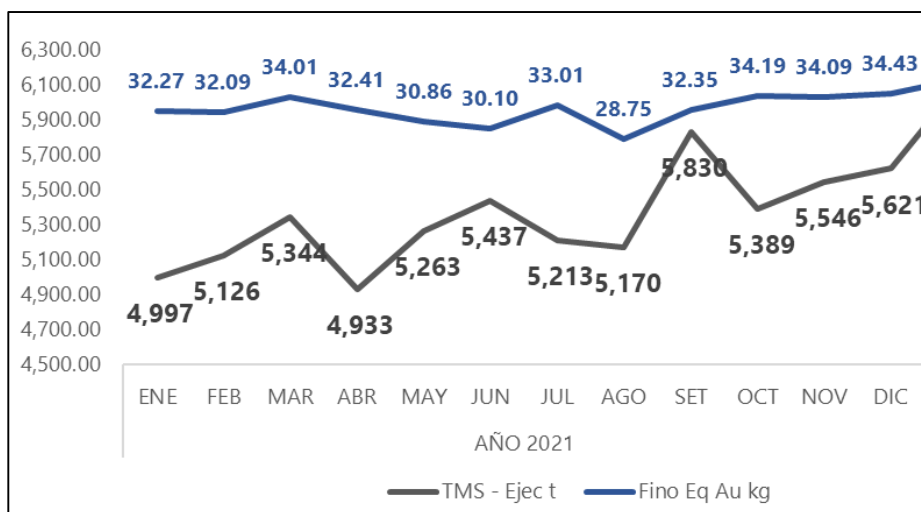
Gráfico N° 18: Sistema de Izaje actual – Inclinado 420



Fuente: Área de Planeamiento y Productividad Mina

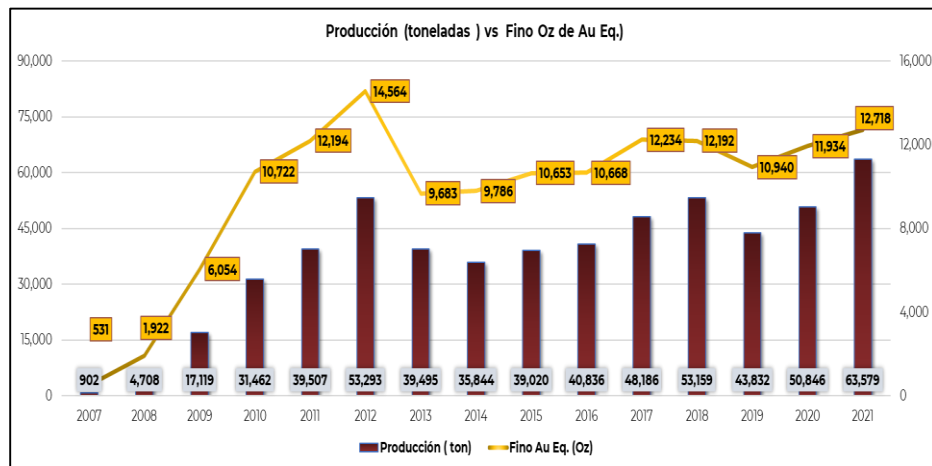
Como se puede apreciar en la figura número 18, se tiene un winche de 125 hp, con capacidad de izar 2 U-35 cargados. Si esto se mantiene y se quiere llegar a un incremento de más de 6000 toneladas, solo se estarían cumpliendo al 91% de lo programado.

Gráfico N° 19: Datos Históricos del Programa de Producción Mensual



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 20: Datos Históricos Producción Anual



Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar que cada año se incrementa el tonelaje de 8 a 13 tn/año, la capacidad del winche de izaje llega a su límite, teniendo de 69000 tn/año, entonces se realizó los análisis y evaluaciones, pudiendo este incrementar a un 52% de producción. Teniendo así una mayor rentabilidad y bajo costo de extracción.

CUADRO N° 6: Análisis de Producción Actual – Inclinado 420

DATOS	UNIDAD	ACTUAL
CAPACIDAD DE WINCHE	HP	125.00
NUMERO DE CARROS EXTRAIDOS	U-35	2.00
NUMERO DE CARROS/HORA	U-35	15.00
TONELAJE/HORA	Tn	22.50
TIEMPO IZAJE/DIA (hr)	Hr	14.78
CARROS IZADOS/DIA	U-35	221.70
TON EXTRAIDO/DIA		332.55
TON MINERAL/DIA	Tn	192.88
TON DESMONTE/DIA	Tn	139.67
TON EXTRAIDO/MES		9976.50
TON MINERAL/MES	Tn	5786.37
TON DESMONTE/MES	Tn	4190.13
TON EXTRAIDO/AÑO		119718.00
TON MINERAL/AÑO	Tn	69436.44
TON DESMONTE/AÑO	Tn	50281.56

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 7: Programa de Producción Mensual actual Promedio

PROGRAMA DE PRODUCCION - MARZO - 2022										
ZONA		Nivel	Veta	Tajo	T.M.S.	Tipo de roca	Minado	# cortes	E.C.M	CARROS POR GUARDI
GISELA	ZONA SUPERIOR - INCL420	1770	Carmen	Tj 215	170	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	2
		1770	Carmen	Tj 275	180	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	2
	ZONA INFERIOR - INCL 415	1720	Carmen	Tj 198	350	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	4
		1720	Carmen	Tj 258	350	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	4
		1720	Carmen	Tj 440	200	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	2
		1665	Carmen	Tj 357	200	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	2
		1665	Carmen	Tj 117	300	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	3
		1665	Carmen	Tj 177	200	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	2
		1665	Carmen	Tj 297	200	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	2
		1615	Carmen	Tj 211 +Tj 271	100	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	1
		1560	Carmen	Tj 220	300	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	3
		1560	Carmen	Tj 040	300	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	3
		1560	Carmen	Tj 100	300	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	3
		1560	Carmen	Tj 160	300	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	3
1560	Karina	Tj 924	200	REGULAR	Realce	2	ECOMIN	2		
SUB TOTAL ZONA GISELA					3,650			28		37
MARIELA	ZONA INFERIOR - INCL 415	1665	Mariela Techo	Tj 804	150	POBRE	Realce	2	ECOMIN	2
		1665	Mariela Techo	Tj 774	250	POBRE	Realce	2	ECOMIN	3
		1665	Mariela Piso	Tj 714	550	POBRE	Realce	2	ECOMIN	6
		1665	Mariela Piso	Tj 715	250	POBRE	Realce	2	ECOMIN	3
SUB TOTAL ZONA MARIELA					1,200			6		11
AVANCES		Avance y Pallaqueo Carmen+Karina		950					ECOMIN	10
SUB TOTAL MINERAL AVANCES					950					10
TOTAL GENERAL MINA ESPERANZA					T.M.S.			T.M.S/Grd	Total carros por Guardia	59
					5,800			T.M.S/Dia	Total carros por Dia	117

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Procesamiento de datos y desarrollo del aumento de izaje propuesto

Para la realización de la propuesta del incremento, optimización y reducción de los costos de extracción del inclinado 420, se realizó un estudio preliminar en el lugar de extracción. Además de ello se tomó el Modelo Matemático de Harmon (1973) para el cálculo de la capacidad óptima que debe de llevar el winche de izaje para poder extraer 3 U-35 cargados y transportar al personal.

CUADRO N° 8: Datos de campo tomados para el análisis y evaluación del sistema de Izaje 420

N° CARROS BAJADA	DESDE	HASTA	T. EMPU - ENGAN. NIVEL SUPERIOR	T. BAJADA	MATERIAL BAJADO	T. DESENG - EMPU y ENGAN - EMPU NV INFERIOR	DESENGANCHE y EMPUJADO NIVEL INFERIOR	TOTAL 1	EMPUJADO y ENGANCHE NIVEL INFERIOR	T. SUBIDA	DESENGANCHE y EMPUJADO NIVEL SUPERIOR	TOTAL 2	N° CARROS SUBIDA	MATERIAL SUBIDO	LABOR	TIEMPO DE O.C.O.
2	415	1665	00:00:38	00:02:50	HERRAMIENTAS	00:00:45	00:00:23	00:03:51	00:00:23	00:01:30	00:00:16	00:02:08	2	DESMONTE	SN	00:05:59
2	415	1665	00:00:41	00:01:30	VAQO	00:00:42	00:00:21	00:02:32	00:00:21	00:01:45	00:00:13	00:02:19	1	DESMONTE	SN	00:04:51
		1											PLATAFORMA	SN		
1	415	1665	00:01:17	00:01:30	PLATAFORMA MADERA	00:00:58	00:00:29	00:03:16	00:00:29	00:01:42	00:00:12	00:02:23	2	DESMONTE	SN	00:05:39
3	415	1665	00:01:08	00:01:29	VAQO	00:01:11	00:00:35	00:03:13	00:00:35	00:01:30	00:00:15	00:02:20	2	DESMONTE	SN	00:05:33
2	415	1665	00:00:41	00:01:28	VAQO	00:00:50	00:00:25	00:02:34	00:00:25	00:01:38	00:00:14	00:02:17	2	DESMONTE	SN	00:04:51
2	415	1615	00:00:48	00:02:02	VAQO	00:00:58	00:00:29	00:03:19	00:00:29	00:02:08	00:00:16	00:02:53	1	MINERAL	TJ 924	00:06:12
		1											MINERAL	TJ 040		
2	415	1615	00:00:32	00:02:04	VAQO	00:01:45	00:00:53	00:03:29	00:00:53	00:02:35	00:00:14	00:03:42	1	MINERAL	TJ 100	00:07:10
		1											PALLAQUEO	SN 211		
2	415	1615	00:00:38	00:02:03	VAQO	00:00:47	00:00:23	00:03:04	00:00:23	00:02:11	00:00:13	00:02:47	2	MINERAL AVANCE	SN 211	00:05:52
2	415	1615	00:00:38	00:02:01	VAQO	00:00:48	00:00:24	00:03:03	00:00:24	00:02:19	00:00:12	00:02:55	2	MINERAL AVANCE	SN 271	00:05:58
2	415	1615	00:00:38	00:02:00	VAQO	00:00:45	00:00:23	00:03:01	00:00:23	00:02:28	00:00:51	00:03:42	1	PLATAFORMA	SN	00:06:42
2	415	1615	00:00:47	00:02:03	VAQO	00:00:46	00:00:23	00:03:13	00:00:23	00:02:37	00:00:15	00:03:15	2	MINERAL	TJ 924	00:06:28
2	415	1615	00:00:36	00:02:02	VAQO	00:00:42	00:00:21	00:02:59	00:00:21	00:02:12	00:00:14	00:02:47	1	MINERAL	TJ 924	00:05:46
		1											DESMONTE	SN		
2	415	1615	00:00:40	00:02:00	VAQO	00:01:15	00:00:38	00:03:18	00:00:38	00:02:23	00:00:15	00:03:16	1	MINERAL	TJ 924	00:06:33
		1											DESMONTE	SN		
2	415	1615	00:00:33	00:02:02	VAQO	00:00:53	00:00:26	00:03:02	00:00:26	00:02:12	00:00:15	00:02:54	1	MINERAL AVANCE	SN 271	00:05:55
		1											DESMONTE	SN		
2	415	1615	00:00:30	00:02:02	VAQO	00:00:45	00:00:23	00:02:55	00:00:23	00:02:10	00:00:13	00:02:45	1	MINERAL AVANCE	SN 211	00:05:40
		1											DESMONTE	SN		
2	415	1615	00:00:28	00:02:02	VAQO	00:00:45	00:00:23	00:02:53	00:00:23	00:02:10	00:00:14	00:02:46	2	DESMONTE	SN	00:05:39
1	415	1615	00:01:00	00:01:58	CALESA	00:00:20	00:00:10	00:03:08	00:00:10	00:02:12	00:01:00	00:03:22	1	CALEZA	SN	00:06:30
2	415	1720	00:00:54	00:00:49	VAQO	00:00:59	00:00:29	00:02:12	00:00:29	00:00:52	00:00:14	00:01:35	2	MINERAL	TJ 198	00:03:48
2	415	1720	00:00:30	00:00:50	VAQO	00:00:36	00:00:18	00:01:38	00:00:18	00:00:53	00:00:11	00:01:22	1	MINERAL	TJ 258	00:03:00
		1											MINERAL	TJ 440		
1	415	1720	00:00:31	00:00:45	VAQO	00:00:56	00:00:28	00:01:44	00:00:28	00:00:50	00:00:12	00:01:30	1	MINERAL	TJ 440	00:03:14
		1											PLATAFORMA	SN		
2	415	1615	00:00:40	00:02:08	PLATAFORMA ALMUERZO	00:03:43	00:01:52	00:04:40	00:01:52	00:02:12	00:00:15	00:04:19	1	VAQO	SN	00:08:58
2	415	1615	00:01:01	00:05:06	PLATAFORMA ALMUERZO	00:00:55	00:00:28	00:06:34	00:00:28	00:04:50	00:01:04	00:06:21	2	PLATAFORMA ALMUERZO	SN	00:12:56
1	415	1615	00:01:06	00:02:10	PLATAFORMA MADERA	00:01:46	00:00:53	00:04:09	00:00:53	00:02:17	00:00:26	00:03:36	1	VAQO	SN	00:07:45
2	415	1665	00:00:45	00:01:28	VAQO	00:01:05	00:00:33	00:02:46	00:00:33	00:01:39	00:00:14	00:02:25	2	DESMONTE	SN	00:05:11
2	415	1665	00:00:46	00:01:31	VAQO	00:00:54	00:00:27	00:02:44	00:00:27	00:01:32	00:00:15	00:02:14	2	DESMONTE	SN	00:04:58
2	415	1665	00:00:37	00:01:27	VAQO	00:00:55	00:00:28	00:02:31	00:00:28	00:01:24	00:00:13	00:02:05	1	DESMONTE	SN	00:04:36
		1											MINERAL	TJ 714		
2	415	1665	00:00:39	00:01:24	VAQO	00:00:54	00:00:27	00:02:30	00:00:27	00:01:38	00:00:19	00:02:24	2	MINERAL	TJ 714	00:04:54
2	415	1665	00:00:45	00:01:27	VAQO	00:00:40	00:00:20	00:02:32	00:00:20	00:01:35	00:00:26	00:02:21	2	DESMONTE	SN	00:04:53
2	415	1665	00:00:35	00:01:30	VAQO	00:00:40	00:00:20	00:02:25	00:00:20	00:01:39	00:00:16	00:02:15	2	DESMONTE	SN	00:04:40
2	415	1665	00:00:33	00:01:24	VAQO	00:00:52	00:00:26	00:02:23	00:00:26	00:01:36	00:00:15	00:02:17	1	DESMONTE	SN	00:04:40
		1											PLATAFORMA	SN		

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 9: Resultados de evaluación Inclinado 420

420	REAL CARGA NORMAL	REAL CARGA FLUIDA	PROM. CICLO
TOTAL HORAS GUARDIA	12:00:00	12:00:00	12:00:00
DEMORAS OPERATIVAS	01:20:01	00:50:00	01:05:01
ALMUERZO	01:09:09	01:09:00	01:09:05
IZAJE TOTAL	09:30:50	10:01:00	09:45:55
IZAJE PERSONAL	02:13:00	02:13:00	02:13:00
IZAJE ALMUERZO	00:17:21	00:17:21	00:17:21
IZAJE SERVICIOS	00:12:02	00:12:02	00:12:02
IZAJE CARROS	06:48:27	07:18:37	07:03:32
TOTAL DE CARROS IZADOS	109	117	113
TON IZADO	163	175	169

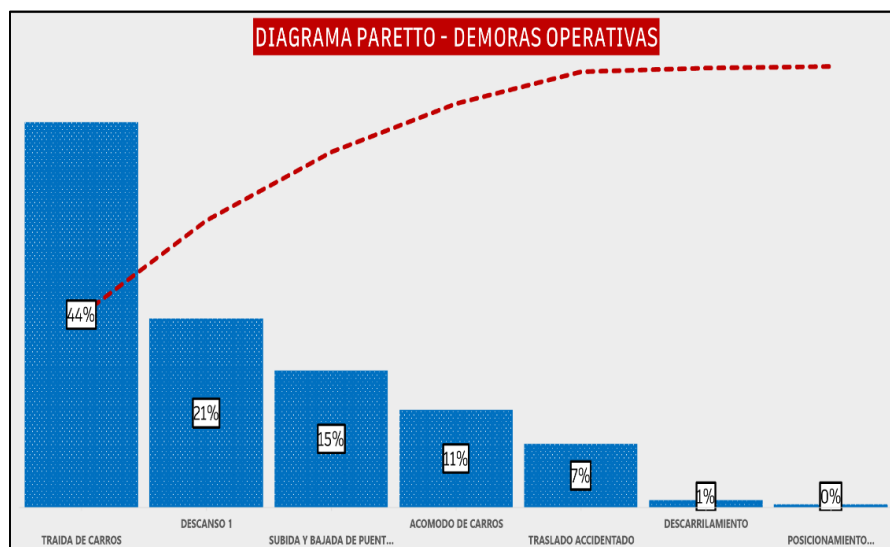
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 10: Demoras operativas del Inclinado 420

DEMORAS OPERATIVAS 420	REAL CARGA NORMAL	REAL CARGA FLUIDA	PROM DEM
DESCANSO 1	00:40:00	00:35:00	00:37:30
TRAIDA DE CARROS	00:26:19	00:05:00	00:15:39
ACOMODO DE CARROS	00:10:42	00:08:00	00:09:21
OTRAS DEMORAS	00:03:00	00:02:00	00:02:30
TOTAL DEMORAS OPERATIVAS	1:20:01	0:50:00	1:05:00

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 21: Diagrama de Pareto de las Demoras operativas del inclinado 420



Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Cálculos matemáticos para la optimización en la capacidad de izaje del inclinado 420

CUADRO N° 11: Tabla de datos generales Iniciales

DATOS GENERALES	UNIDADES	RESULTADOS
FACTOR DE SEGURIDAD		7
MASA U-35	Kg	700
NUMERO DE CARROS PROYECTADOS	Unidades	3
HUMEDAD	%	3%
FACTOR DE CARGA	%	90%
FACTOR DE ESPONJAMIENTO MINERAL	%	40%
VOLUMEN	m ³	1
DI STANCI A DE I ZAJE	m	437.58
DENSI DAD DEL MI NERAL	Tn/m ³	2.75
COEFI CI ENTE DE ACELERACI ÓN (A)		0.125
COEFI CI ENTE DE GRADI ENTE (G)		0.5
COEFI CI ENTE RESI STENCI A DE U-35 (R)		0.01
COEFI CI ENTE DE FRI CCI ON DEL CABLE (Q)		0.1

Fuente: Elaboración Propia.

A. CAPACIDAD DE CARGA

$$C_{U-35} = \frac{V_c * \partial * F_c}{1 + e}$$

- **Densidad Real**

$$\partial r = \partial m + \varepsilon * \partial m$$

$$\partial r = 2.75 \frac{Tn}{m^3} + 0.03 * 2.75 \frac{Tn}{m^3}$$

$$\partial r = 2.83 \frac{Tn}{m^3}$$

- **Capacidad de Carga**

$$C_{U-35} = \frac{1 m^3 * 2.83 \frac{Tn}{m^3} * 0.9}{1 + 0.4}$$

$$C_{U-35} = 1.80 Tn$$

F_c = Factor de Carguío (%)
 C_{U-35} = Capacidad de Carga U - 35 (Tn)
 V_c = Volumen U - 35 (m³)
 ρ = Densidad Real (tn/m³)
 ε = Factor de Esponjamiento (%)

B. SELECCIÓN TIPO CABLE

CUADRO N° 12: Constantes por Tipo de Cable

TIPO DE CABLE	k	K
ROUND STRAND	0.36	52
ALAMBRE DE NÚCLEO	0.4	56
FLATTENED STRAND	0.41	55
ALAMBRE DE NÚCLEO	0.45	58
LOCKDOI L	0.564	85

Fuente: Elaboración Propia

$$F_{cable} = K * \phi^2$$

$$m_{cable} = k * \phi^2$$

K = Constante numérica de esfuerzo.
 K = Constante numérica de masa.
 ϕ = Diámetro de cable.

Masa total del cable

$$M_{t-c} = D_t * m_{cable} * \frac{1 Tn}{1000 Kg}$$

$$M_{t-c} = 437.58 m * 0.41 * \phi^2 * \frac{1 Tn}{1000 Kg}$$

$$M_{t-c} = 0.1794 * \phi^2$$

ϕ = Diámetro de cable.
 Dt = Distancia total de izaje (m)

- **Tensión total del cable**

La ratio de la fuerza de rotura entre la carga máxima se le denomina factor de seguridad.

De acuerdo al Art. 306 (Capítulo VII) del reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, Decreto Supremo 024-2016 y su modificatoria 023-2017, el factor de seguridad de carga de rotura/carga de trabajo de los cables utilizados en minería será de 6, cuando se usa para el transporte de mineral o materiales y cuando el sistema de izaje se usa para trasladar al personal hacia los niveles de producción se usará 7.

$$T_c = F_s * \vartheta * [M_{izado} (G + A + R)] + [M_{t-c} (G + A + Q)]$$

$$T_c = 7 * 9.81 \frac{m}{s^2} * [(3 * 1.80 \text{ tn} * 0.7 \text{ tn}) (0.5 + 0.125 + 0.01)] \\ + [0.1794 * \varnothing^2 (0.5 + 0.125 + 0.1)]$$

$$T_c = 68.67 \frac{m}{s^2} * [4.7625 \text{ tn}] + [0.130065 * \varnothing^2]$$

$$T_c = 327.041 \text{ tn} * \frac{m}{s^2} + 0.130065 * \varnothing^2$$

$$F_{cable} = T_c = K * \varnothing^2$$

$$F_{cable} = T_c = 55 * \varnothing^2$$

$$55 * \varnothing^2 - 0.130065 * \varnothing^2 = 327.041 \text{ tn} * \frac{m}{s^2}$$

$$\varnothing = 244 \text{ mm}$$

<p> F_s = Factor de seguridad g = Gravedad (m/s²) M_{izado} = Masa de carga izada (Tn) M_{t-c} = Masa total del cable G = Coeficiente de gravedad A = Coeficiente de aceleración R = Coeficiente de Resistencia Q = Coeficiente de fricción del cable </p>
--

El cable mayormente usado en la minería es de los torones triangulares, que se usan generalmente para maniobrar cargas pesada, donde la maniobra es lenta al momento del izaje.

Se usará el FLATTENED STRAND 6x30; ya que tiene un mayor número de alambres y por tanto provee mucha mayor resistencia al desgaste.

Esta superficie de desgaste puede ser luego incrementada al retorcer los torones en el cable en la misma dirección que los alambre en el torón, en el cual los torones y el cable son retorcidas en direcciones

opuestas. Además, la masa y fuerza de los cables depende, de la cantidad de acero en la sección transversal.

Figura 22: Datos técnicos de tipos de cable

CABLES DE ALAMABRE PARA MINERIA		
DIAMETRO NOMINAL (mm)	MASA APROXIMADA (Kg/100)	FUERZA DE RUPTURA MININA (Kn)
16	105	164
18	132	206
20	164	255
22	200	312
24	237	369
26	276	432

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

$$M_{t-c} = 0.1794 * \phi^2$$

$$M_{t-c} = 0.1794 * (2.44 \text{ cm})^2$$

$$M_{t-c} = 0.1794 * (2.44 \text{ cm})^2$$

$$M_{t-c} = 1068.08 \text{ Kg}$$

Entonces la masa del cable y el esfuerzo serán:

- $m_{cable} = k * \phi^2$

$$m_{cable} = 0.41 * (2.44 \text{ cm})^2$$

$$m_{cable} = 0.41 * (2.44 \text{ cm})^2$$

$$m_{cable} = 2.44 \text{ Kg/m}$$

- $F_{cable} = K * \phi^2$

$$F_{cable} = 55 * (2.44 \text{ cm})^2$$

$$F_{cable} = 327.45 \text{ Kn}$$

Haciendo una comparación con los resultados que se tienen y los cables que más se acercan a estos valores, tenemos lo siguiente.

CUADRO N° 13: Datos comparativos del tipo de cable obtenido vs catalogo

DATOS	UNIDAD	REAL	CATÁLOGO	% VAR
DIAMETRO	mm	244	240	102%
MASA DEL CABLE	Kg/m	2.44	2.37	103%
ESFUERZO	Kn	327.45	369	89%

Fuente: Elaboración Propia

Con estos datos podemos verificar que el resultado del esfuerzo obtenido por nuestros cálculos y el catálogo, estamos a un 90% de lo que se tiene en el catálogo, esto quiere decir que los cálculos realizados son los correctos y además se tienen 41.55 Kn más de lo establecido.

C. CAPACIDAD DE PRODUCCION Y EXTRACCION

Con la evaluación que se realizó se tuvieron los siguientes datos:

CUADRO N° 14: Datos propuestos para el cálculo

DATOS	UNIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	VAR
CAPACIDAD DE WINCHE	HP	125.00	200.00	
NUMERO DE CARROS EXTRAIDOS	U-35	2.00	3.00	50%
NUMERO DE CARROS/HORA	U-35	15.00	21.00	40%
TONELAJE/HORA	Tn	22.50	31.50	40%
TIEMPO IZAJE/DIA (hr)	Hr	14.78	16.00	8%
CARROS IZADOS/DIA	U-35	221.70	336.00	52%
TON EXTRAIDO/DIA		332.55	504.00	52%
TON MINERAL/DIA	Tn	192.88	292.32	
TON DESMONTE/DIA	Tn	139.67	211.68	
TON EXTRAIDO/MES		9976.50	15120.00	52%
TON MINERAL/MES	Tn	5786.37	8769.60	
TON DESMONTE/MES	Tn	4190.13	6350.40	
TON EXTRAIDO/AÑO		119718.00	181440.00	52%
TON MINERAL/MES	Tn	69436.44	105235.20	
TON DESMONTE/MES	Tn	50281.56	76204.80	

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en la tabla, de acuerdo a la evaluación y análisis realizado se pudo constatar el incremento en la capacidad de producción por hora y anual. Con estos datos calculados se podrá hacer el cálculo de la

capacidad del motor del winche de izaje.

D. VELOCIDAD DEL CABLE

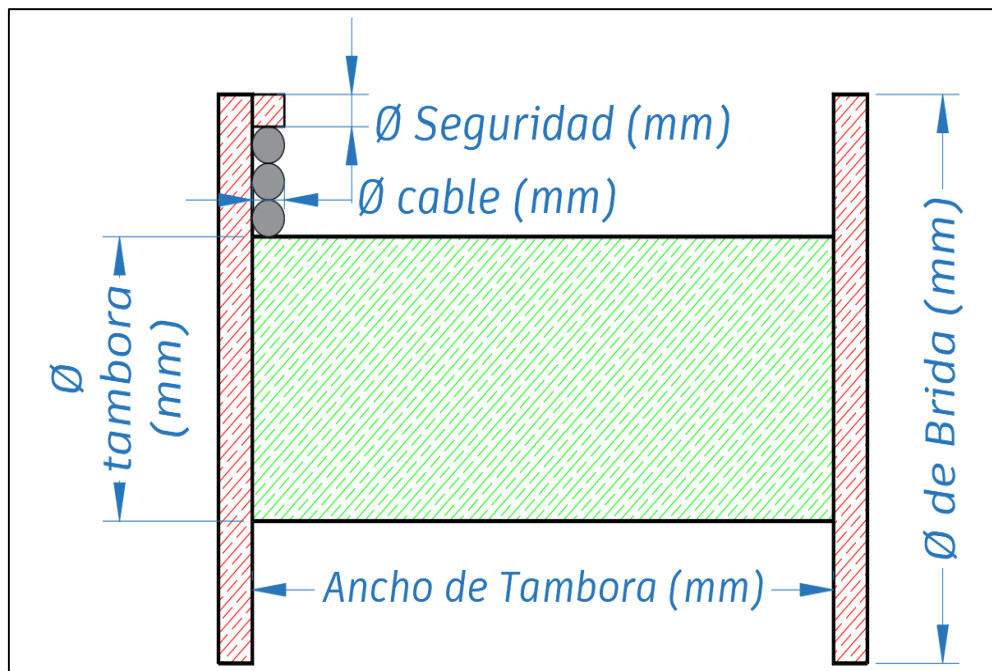
$$V_c = \frac{\text{Longitud de izaje}}{\text{tiempo de izaje}}$$

$$V_c = \frac{437.58 \text{ m}}{187 \text{ seg}}$$

$$V_c = 2.34 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

E. CALCULO DE DIMENSIONES DEL WINCHE

Gráfico N° 22: Partes fundamentales del winche de izaje



Fuente: Área de Mantenimiento Mina

Según el DS 024 – 2016 y su modificatoria 023 – 2017, la relación entre el diámetro del cable y de la tambora deben de estar entre 1 a 48 y el número de vueltas máximo de los cables son de 3.

F. DIAMETRO DE TAMBORA

Para la selección del diámetro de la tambora se tiene que tener en cuenta la relación que existe según el art. 300 (cap. VII) del Reglamento de Seguridad

y Salud Ocupacional en Minería, DS 024-2016 EM. y su modificatoria el 023-2017; 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 20 mm, se tiene la siguiente relación:

$$k = \frac{\varnothing \text{ cable}}{\varnothing \text{ tambor}}$$

$$k = \frac{24 \text{ mm}}{\varnothing \text{ tambor}} = \frac{1}{48}$$

\varnothing = Diámetro de cable.
 \varnothing = Diámetro del tambor

$$\varnothing \text{ tambor} = 1152 \text{ mm} \cong 115.2 \text{ cm}$$

G. DIAMETRO DE BRIDA

$$Db = \varnothing \text{ tambora (mm)} + 2 * \# \text{vuelatas} * \varnothing \text{ cable (mm)}$$

$$Db = 1.152 \text{ m} + 2 * 3 * 0.024 \text{ m}$$

$$Db = 1.296 \text{ m}$$

H. ANCHO DE TAMBORA

CUADRO N° 15: Datos generales propuestos - Winche de izaje 420

DATOS GENERALES	UNIDADES	RESULTADOS
DI STANCI A DE I ZAJE	m	437.58
EMPALMES - AMARRES	m	40.00
CABLE ALMACENADO	m	400.00

Fuente: Área de Mantenimiento Mina

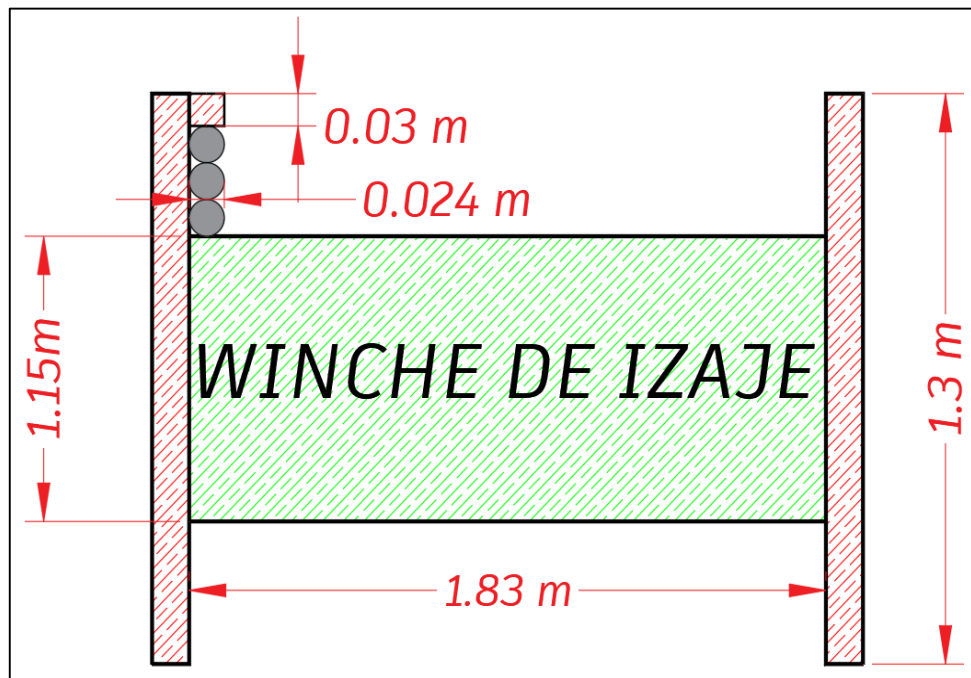
$$B = \frac{1273.2 * \varnothing \text{ cable}^2 * \text{Longitud total cable}}{(Db^2 - \varnothing \text{ tambora}^2)}$$

$$B = \frac{1273.2 * (24 \text{ mm})^2 * 877.58}{(1296 \text{ mm})^2 - (1152 \text{ mm})^2}$$

$$B = 1825.71 \text{ mm}$$

$$B = 1.83 \text{ m}$$

Gráfico N° 23: Medidas de las Partes fundamentales del winche de izaje



Fuente: Área de Mantenimiento Mina

I. REQUERIMIENTOS DEL MOTOR

El diagrama de carga de un winche de izaje de tambor cilíndrico muestra las potencias (en kW) requeridas para un izaje eficiente. El ciclo de trabajo está dividido en 4 tiempos, que son las siguientes:

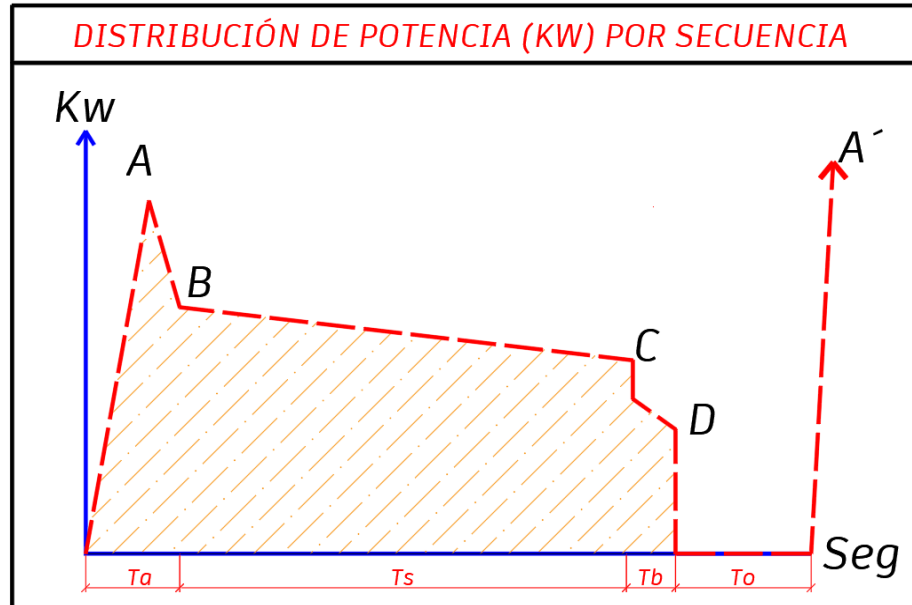
- Tiempos de aceleración (Ta)
- Tiempo de velocidad máxima (Ts)
- Tiempo de desaceleración (Tb)
- Tiempo de descanso (To)

Existen 4 puntos principales en el diagrama que representan los valores resultantes de las potencias requeridas para poder izar de acuerdo a los tiempos de trabajo mencionados líneas arriba. Estos puntos son denominados por las siguientes letras: A, B, C y D. Para poder determinarlos, es necesario, calcular las potencias (en kW) que el winche requiere para realizar el ciclo de izaje por periodos de trabajo y luego estos valores se relacionarán mediante

fórmulas que se muestran más adelante para obtener las potencias resultantes.

Estos puntos (A, B, C y D) se muestran en la siguiente imagen:

Gráfico N° 24: Diagrama de las potencias de izaje de acuerdo al tiempo de izaje en minas subterránea y superficial



Fuente: Novitzky, 1965

J. CÁLCULO DE COMPONENTES (FORMULA FEDEROV)

- Masa de material a izar (W)

$$W = C_{U-35}(Tn) * U - 35_{izado} * \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ tn}}$$

$$W = 1.80 \text{ Tn} * 3 * \frac{1000 \text{ Kg}}{1 \text{ tn}}$$

$$W = 5400 \text{ Kg}$$

- Masa total U-35 vacíos (Ws)

$$W_s = M_{U-35 \text{ vacio}} (\text{Kg}) * U - 35_{izado}$$

$$W_s = 700 \text{ Kg} * 3$$

$$W_s = 2100 \text{ Kg}$$

- Masa parcial del cable izado (Wr)

$$W_r = \text{Distancia inclinada (m)} * \text{masa cable} \left(\frac{Kg}{m} \right)$$

$$W_r = 437.58 \text{ (m)} * 2.44 \left(\frac{Kg}{m} \right)$$

$$W_r = 1067.7 \text{ Kg}$$

- Masa cable enrollado durante la aceleración (Wa)

$$W_a = 0.5 * V_{Cable} * T_a * M_{cable}$$

$$W_a = 0.5 * 2.34 \frac{m}{s} * 7 \text{ s} * 2.44 \frac{kg}{m}$$

$$W_a = 19.98 \text{ Kg}$$

- Masa cable enrollado durante la desaceleración (Wb)

$$W_b = 0.5 * V_{Cable} * T_b * M_R$$

$$W_b = 0.5 * 2.34 \frac{m}{s} * 7 \text{ s} * 2.44 \frac{kg}{m}$$

$$W_b = 19.98 \text{ Kg}$$

- Peso total del cable (Wro)

$$W_{ro} = M_{cable \text{ izado}} + (d_{cable \text{ almacenado}} + d_{cable-empalmes}) * M_r$$

$$W_{ro} = 1067.7 \text{ Kg} + (440 \text{ m}) * 2.44 \frac{kg}{m}$$

$$W_{ro} = 2140.6 \text{ Kg}$$

- Masa equivalente de partes en movimiento (Wo)

$$W_o = (132 + 75 * B) * (\phi \text{ tambora})^2$$

$$W_o = (132 + 75 * 1.83 \text{ m}) * (1.15 \text{ m})^2$$

$$W_o = 356.08 \text{ Kg}$$

- Masa total izada (W')

$$W' = W_r + W_s + W_{ro} + W_o$$

$$W' = 5400 \text{ Kg} + 2100 \text{ Kg} + 2140.6 \text{ Kg} + 356.08 \text{ Kg}$$

$$W' = 9996.68 \text{ Kg}$$

- Masa equivalente para sistemas no balanceados (W'')

$$W'' = (W + 0.5 * W_r + W_s) * \text{sen}\theta + (W + W_s) *$$

$$0.02 * \text{cos}\theta + 0.1 * W_r * \text{cos}\theta$$

$$W'' = (5400 \text{ kg} + 2100 \text{ kg} + 0.5 * 1067.7 \text{ kg}) *$$

$$\text{sen}(30^\circ) + (5400 \text{ kg} + 2100 \text{ kg}) * 0.02 * \text{cos}(30^\circ) +$$

$$0.1 * 1067.7 * \text{cos}(30^\circ)$$

$$W'' = 4239.29 \text{ kg}$$

- Eficiencia del mecanismo de izaje (E)

$$E = \frac{0.9 * W}{W + K * W''}$$

K = constante de eficiencia para piques e inclinados (0.05)

$$E = \frac{0.9 * 5400 \text{ kg}}{5400 \text{ kg} + 0.05 * 4239.29 \text{ kg}}$$

$$E = 0.87$$

- Tiempo en la velocidad máxima (T_s)

$$T_s = t_{subida} - (t_a + t_b)$$

$$T_s = 187 \text{ s} - (7 \text{ s} + 7 \text{ s})$$

$$T_s = 173 \text{ s}$$

CUADRO N° 16: Resumen primera parte – cálculo de componentes

DESCRIPCION	SI MBOLO	UNIDAD	VALOR
Masa de material a izar	W	Kg	5400
Masa total U-35 vacíos	Ws	Kg	2100
Mas parcail del cable izado	Wr	Kg	1067.7
Masa cable enrollado durante la aceleración	Wa	Kg	19.98
Masa cable enrollado durante la desaceleración	Wb	Kg	19.98
Peso total del cable	Wro	Kg	2140.6
Masa equivalente en partes en movimiento	Wo	Kg	356.08
Masa total izada	W'	Kg	9996.68
Masa equivalente para sistemas no balanceados	W"	Kg	4239.29
Eficiencia del mecanismo de izaje	E	%	87
Tiempo en la velocidad máxima	Ts	seg	173
Constante de eficiencia para piques e inclinados	K		0.05
Velocidad maxima del cable	V	m/seg	2.34
Tiempo de viaje en un solo sentido	Tp	seg	187
Tiempo de aceleracion	Ta	seg	7
Tiempo de desaceleracion	Tb	seg	7
Tiempo de descanso	To	seg	43
Trayectoria total de izaje	Dt	m/seg	437.58
Angulo de inclinacion del INCLINADO 420	e	°	30

Fuente: Elaboración Propia

K. CÁLCULO DE POTENCIAS POR PERIODO

- Potencia de aceleración máxima (Pam)

$$P_{am} = + \frac{V^2 * W'}{32.2 * 102 * t_b}$$

$$P_{am} = + \frac{\left(2.34 \frac{m}{s}\right)^2 * 9996.68 \text{ kg}}{32.2 * 102 * 7}$$

$$P_{am} = 2.38 \text{ Kw}$$

- Potencia de desaceleración máxima (Pdm)

$$P_{dm} = - \frac{V^2 * W'}{32.2 * 102 * t_b}$$

$$P_{dm} = - \frac{\left(2.34 \frac{m}{s}\right)^2 * 9996.68 \text{ kg}}{32.2 * 102 * 7}$$

$$P_{dm} = -2.38 \text{ Kw}$$

- Potencia al comienzo de la aceleración (Pim)

$$P_{im} = + \frac{(W + W_r + W_s)V * \text{sen}\theta}{102}$$

$$P_{im} = + \frac{(5400 \text{ kg} + 2100 \text{ k} + 1067.7)2.34 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \text{sen}30^\circ}{102}$$

$$P_{im} = + 98.26 \text{ Kw}$$

- Potencia en la velocidad máxima al final de la aceleración (Pfm)

$$P_{fm} = + \frac{(W + W_r + W_s - W_a)V * \text{sen}\theta}{102}$$

$$P_{fm}$$

$$= + \frac{(5400 \text{ kg} + 2100 \text{ k} + 1067.7 - 19.98)2.34 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \text{sen}30^\circ}{102}$$

$$P_{fm} = + 98.05 \text{ Kw}$$

- Potencia en la velocidad máxima al inicio de la desaceleración

(Pia)

$$P_{ia} = + \frac{(W + W_r + W_b)V * \text{sen}\theta}{102}$$

$$P_{ia} = + \frac{(5400 \text{ kg} + 2100 \text{ k} + 19.98)2.34 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \text{sen}30^\circ}{102}$$

$$P_{ia} = + 86.26 \text{ Kw}$$

- Potencia equivalente al final de la desaceleración (Pid)

$$P_{id} = + \frac{(W + W_s)V * \text{sen}\theta}{102}$$

$$P_{id} = + \frac{(5400 \text{ kg} + 2100 \text{ kg}) * 2.34 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \text{sen}30^\circ}{102}$$

$$P_{id} = + 86.03 \text{ Kw}$$

- Potencia por fricción de rodamiento (Pro)

$$P_{ro} = + \frac{(W + W_s)V * 0.02 * \text{sen}\theta}{102}$$

$$Pro = + \frac{(5400 \text{ kg} + 2100 \text{ kg}) * 2.34 \frac{m}{s} * 0.02 * \text{sen}30^\circ}{102}$$

$$Pro = + 2.98 \text{ Kw}$$

- Potencia por fricción del cable (Pca)

$$Pca = + \frac{Wr * 0.10 * V * \text{cos}\theta}{102}$$

$$Pca = + \frac{1067.67 \text{ kg} * 0.10 * 2.34 \frac{m}{s} * \text{cos}30^\circ}{102}$$

$$Pca = + 2.12 \text{ Kw}$$

- Potencia por fricción mecánica (Pmec)

$$Pmec = + \left[\frac{(W + Ws + 0.5 * Wr)V * \text{sen}\theta}{102} + Pro + Pca \right]$$

$$* \frac{1 - E}{E}$$

$$Pmec = + \left[\frac{(5400 \text{ kg} + 2100 \text{ kg} + 0.5 * 1067.67) 2.34 \frac{m}{s} * \text{sen}30^\circ}{102} + 2.98 + 2.12 \right] * \left(\frac{1 - 0.87}{0.87} \right)$$

$$Pmec = + 14.53 \text{ Kw}$$

- Potencia por fricción inclinada (Pfi)

$$Pfi = Pmec + Pro + Pca$$

$$Pfi = +14.53 \text{ Kw} + 2.98 \text{ Kw} + 2.12 \text{ Kw}$$

$$Pfi = +19.63 \text{ Kw}$$

L. CALCULO FINAL DE POTENCIAS

- Potencia en A

$$PA = Pam + Pfi + \frac{Pfm + 2 * Pim}{3}$$

$$PA = 2.38 \text{ Kw} + 19.63 \text{ Kw} + \frac{98.05 \text{ Kw} + 2 * 98.26}{3}$$

$$PA = 120.20 \text{ Kw}$$

- Potencia en B

$$PB = Pfm + Pfi$$

$$PB = 98.05 \text{ Kw} + 19.63 \text{ Kw}$$

$$PB = 117.68 \text{ Kw}$$

- Potencia en C

$$PC = Pia + Pfi$$

$$PC = +86.26 \text{ Kw} + 19.63 \text{ Kw}$$

$$PC = 105.89 \text{ Kw}$$

- Potencia en D

$$PD = Pdm + Pfi + \frac{Pia + 2 * Pid}{3}$$

$$PD = -2.38 \text{ Kw} + 19.63 \text{ Kw} + \frac{86.26 \text{ Kw} + 2 * 86.03}{3}$$

$$PD = 103.36 \text{ Kw}$$

CUADRO N° 17: Resumen segunda parte – cálculo final de potencias

VARIACION DE POTENCIAS		
Punto	Valor (en kW)	Tiempo
A	120.2	7
B	117.68	173
C	105.89	173
D	103.36	7

Fuente: Elaboración Propia

M. CAPACIDAD OPTIMA DE WINCHE ELECTRICO

Para calcular la Potencia optima que debería de tener un winche de izaje, se tiene que considerar el valor más alto que se tuvo en los cálculos realizados.

Esto quiere decir que el valor más alto se obtuvo en el Punto A, donde el winche inicia su trabajo.

Entonces se tiene:

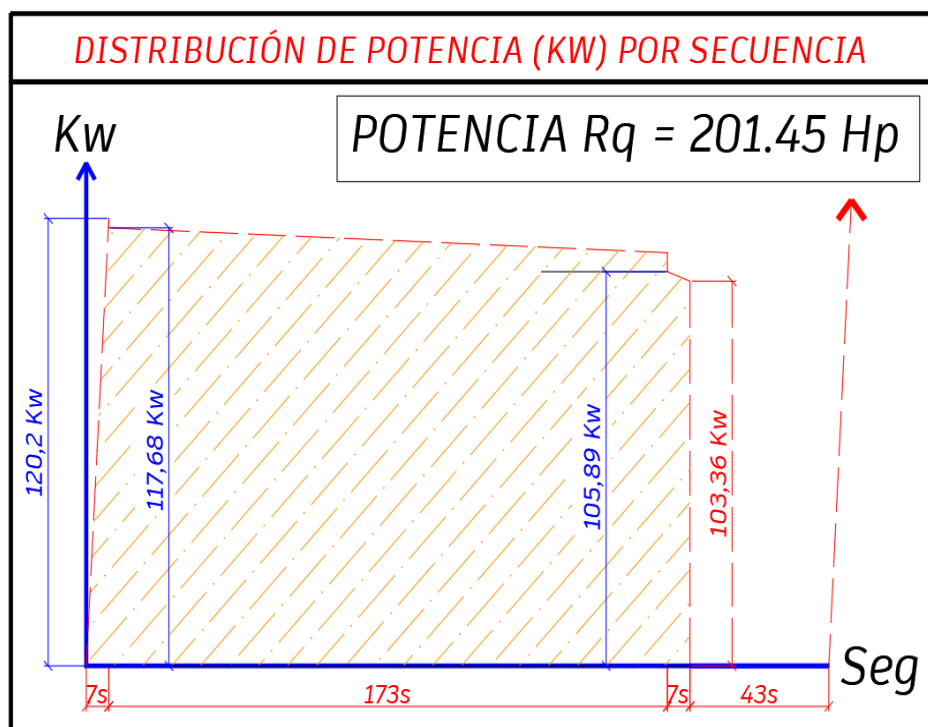
- $Potencia (Kw) = 120.20$
- $Potencia (HP) = 161.13$

Para motores que trabajan con corriente alterna se multiplica el valor de la potencia del winche eléctrico por un 125%.

- $Potencia (HP) = 161.13 Hp * 1.25$

$$Potencia (HP) = 201.41 Hp$$

Gráfico N° 25: Resultado del Diagrama de las potencias de Novitzky



Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, para poder calcular la potencia RMS (Root Mean Square Power Equivalent) de un motor eléctrico de corriente alterna se tiene:

$$RMS = \sqrt{\frac{A^2 * ta + \frac{B^2 + C^2 + B * C}{3} * ts + Fs * D^2}{\frac{ta}{2} + ts + \frac{tb}{2} + \frac{to}{4}}}$$

$$RMS =$$

$$\sqrt{\frac{(120.2 \text{ kw})^2 * 7 \text{ s} + \frac{(117.68 \text{ kw})^2 + (105.89 \text{ kw})^2 + 117.68 \text{ kw} * 105.89 \text{ kw}}{3} * 173 \text{ s} + 7 * (103.36 \text{ kw})^2}{\frac{7}{2} \text{ s} + 173 \text{ s} + \frac{7}{2} \text{ s} + \frac{43}{4} \text{ s}}}$$

$$RMS = 109.22 \text{ kw}$$

$$**RMS = 146.7 HP**$$

Para motores que trabajan con corriente alterna se multiplica el valor de la potencia RWS del winche eléctrico por un 125%.

$$Potencia (HP) = 146.7 \text{ Hp} * 1.25$$

$$**Potencia (HP) = 182.5 Hp**$$

Entonces la potencia del winche eléctrico se encuentra entre el valor más alto de las potencias y el RMS. Para estos casos de evaluación sería conveniente usar un winche de 200 HP

$$**182.5 HP < POTENCIA WINCHE < 201.45 HP**$$

Para poder tener una relación entre la capacidad de carga total al momento del izaje y la capacidad de resistencia para dicho peso, se calculará el libraje necesario y optimo que se debe de usar para tener una mayor eficiencia en el trabajo y menor desgaste.

N. CALCULO DEL LIBRAJE DE LA RIEL

Para el cálculo del libraje del riel se considerará el peso de total de los carros mineros, la carga izada y los empalmes de enganche que unen los carros para izarlos.

- $\text{Peso izado} = \text{Masa total a izar} + \text{masa } U - 35 \text{ vacio} + \text{Masa de cadenas de enganche}$

$$\text{Peso izado} = 5400 \text{ kg} + 2100 \text{ kg} + 10 \text{ kg}$$

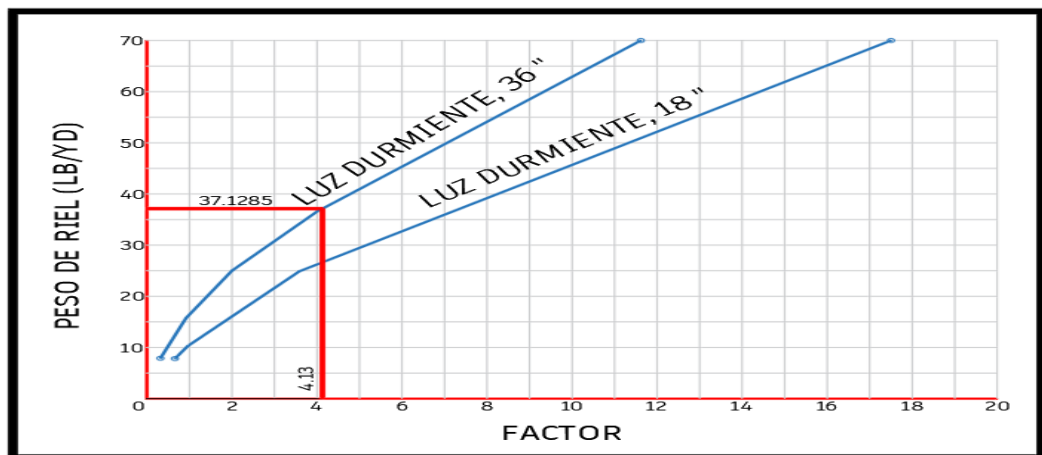
$$\text{Peso izado} = 7510 \text{ kg}$$

- $\text{Peso izado (Lb)} = \text{Factor} * 4 * 1000$

$$16556.7148 \text{ lb} = \text{Factor} * 4 * 1000$$

$$\text{Factor} = 4.13$$

Gráfico N° 26: Abaco para el cálculo del libraje de un riel



Fuente: Serminsa, (2013)

Entonces como resultado se deben de usar rieles de 37 a 40 lb/yd con espaciamiento de durmientes de 1 metro que el izaje sea seguro y eficiente.

4.2.3. Resultados comparativos entre la producción anterior y la propuesta

Se presenta el análisis estadístico de los datos analizados y evaluados sobre el incremento de la capacidad de izaje del Inclinado 420, así maximizando la extracción, producción y reduciendo costos de la Unidad Minera Esperanza. Así mismo se hará una comparación con el

inclinado 415 ubicado en el Nv – 1770, para poder verificar la optimización del Inclinado 420.

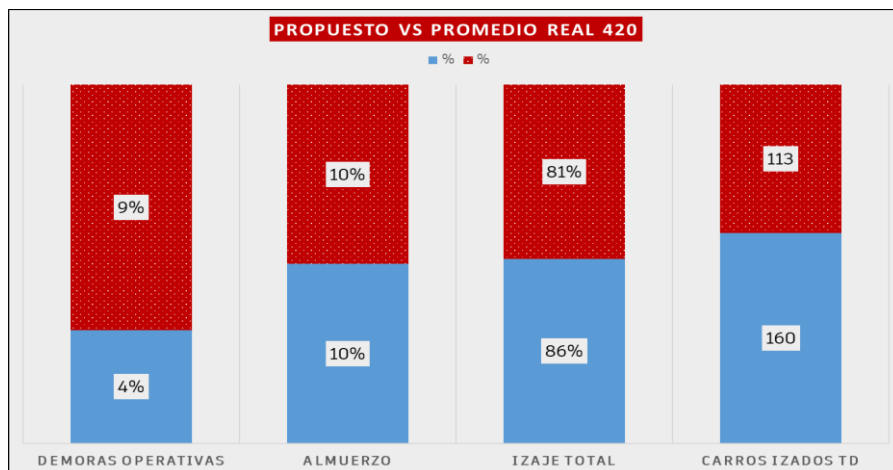
a. Resultados comparativos sistema de izaje 420 actual vs el propuesto

CUADRO N° 18: Comparativo del control de tiempos de izaje actual vs propuesto

420	PROPUESTO	%	PROM. CICLO	%	VAR
TOTAL HORAS GUARDIA	12:00:00		12:00:00		100%
DEMORAS OPERATIVAS	00:30:00	4%	01:05:01	9%	54%
ALMUERZO	01:09:09	10%	01:09:05	10%	100%
IZAJE TOTAL	10:20:51	86%	09:45:55	81%	6%
IZAJE PERSONAL	02:13:00	21%	02:13:00	21%	0%
IZAJE ALMUERZO	00:17:21	3%	00:17:21	3%	0%
IZAJE SERVICIOS	00:12:02	2%	00:12:02	2%	0%
IZAJE CARROS	07:38:28	74%	07:03:32	68%	8%
CARROS IZADOS TD	160	48%	113	48%	
CARROS IZADOS TN	175	52%	123	52%	
CARROS IZADOS/DIA	336		236		42%
TON IZADO/g TD	241	48%	169	48%	
TON IZADO/g TN	263	52%	184	52%	
TON IZADO/DIA	504		354		42%
TON MIN EXTRAI DO/DIA	292.26		205.22		87.04
TON DESM EXTRAI DO/DIA	211.63		148.61		63.03

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 27: Grafico de barras Control de tiempos del Sistema de Izaje 420



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede verificar en el cuadro, se redujo las demoras operativas a un 4%, esto aumentando el tiempo de izaje a un 8%. Con este aumento se tendrá un incremento del 42% de lo que se tenía. Pudiendo así tener hasta una capacidad de izaje mensual de 15120 tn/mes.

CUADRO N° 19: Comparativo Producción actual vs Producción Propuesto

DATOS	UNIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	VAR
CAPACIDAD DE WINCHE	HP	125.00	200.00	
NUMERO DE CARROS EXTRAIDOS	U-35	2.00	3.00	50%
NUMERO DE CARROS/HORA	U-35	15.00	21.00	40%
TONELAJE/HORA	Tn	22.50	31.50	40%
TIEMPO IZAJE/DIA (hr)	Hr	14.78	16.00	8%
CARROS IZADOS/DIA	U-35	221.70	336.00	52%
TON EXTRAIDO/DIA		332.55	504.00	52%
TON MINERAL/DIA	Tn	192.88	292.32	
TON DESMONTE/DIA	Tn	139.67	211.68	
TON EXTRAIDO/MES		9976.50	15120.00	52%
TON MINERAL/MES	Tn	5786.37	8769.60	
TON DESMONTE/MES	Tn	4190.13	6350.40	
TON EXTRAIDO/AÑO		119718.00	181440.00	52%
TON MINERAL/AÑO	Tn	69436.44	105235.20	
TON DESMONTE/AÑO	Tn	50281.56	76204.80	

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo estos resultados, podemos comprobar un incremento en los tonelajes extraídos de un 52%, teniendo 18 144.00 toneladas extraídas por año y de los cuales el 58% corresponde a la extracción de mineral.

Para tener un mejor panorama de la efectividad del incremento de la producción, se tiene que evaluar también las demás zonas de izaje; ya que el principal también es dependiente de las otras que se encuentran en los niveles inferiores. Así que también se evaluó y analizó el Inclinado 415

b. Resultados comparativos del Sistema de izaje 415 actual vs propuesto

Para poder verificar que se tiene una continuidad y correlación con el inclinado 415, se hizo el análisis respectivo del cual se obtuvo lo siguiente:

CUADRO N° 20: Análisis del inclinado 415 actual

415	PROM. CI CLO	%
TOTAL HORAS GUARDIA	12:00:00	
DEMORAS OPERATIVAS	02:22:31	20%
ALMUERZO	01:09:05	10%
IZAJE TOTAL	08:28:25	71%
IZAJE PERSONAL	01:43:53	17%
IZAJE ALMUERZO	00:17:21	3%
IZAJE SERVICIOS	00:27:02	4%
IZAJE CARROS	06:00:08	58%
CARROS IZADOS TD	132	47%
CARROS IZADOS TN	148	53%
CARROS IZADOS/DIA	281	
TON IZADO/g TD	198	49%
TON IZADO/g TN	211	51%
TON IZADO/DIA	409	
TON MIN EXTRADIDO/DIA	237.13	
TON DESM EXTRAIDO/DIA	137.53	

Fuente: Elaboración Propia

Actualmente se tiene un 71% de trabajos de izaje, donde de esto solo el 58% corresponde al izaje de carros de desmonte y de mineral.

La capacidad que se tiene actualmente en promedio cuando el izaje de carga es fluida y normal es de 281 carros/día teniendo así 504 ton/día. Esto refiere a que estamos a un 37% de soporte en nuestra capacidad de izaje.

Lo que sí es de mucha importancia son las demoras operativas; ya que se tienen a un 20%, esto producto de que la capacidad de izaje del INCL 420 es menor. Esto produce que se efectúen tiempo muertos.

CUADRO N° 21: Demoras Operativas Actuales del Inclinado 415

DEMORAS OPERATIVAS 415	PROM DEM	%
DESCANSO 1	00:43:00	30%
SUBIDA Y BAJADA DE PUENTE - TRASLADO A OTRO NIVEL	00:21:49	15%
ACOMODO DE CARROS	00:16:42	12%
TRAI DA DE CARROS	00:52:00	36%
DESCARRILAMIENTO	00:00:54	1%
POSICIONAMIENTO WINCHERO	00:00:21	0%
TRASLADO ACCIDENTADO	00:07:44	5%
TOTAL DEMORAS OPERATIVAS	2:22:31	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 28: Diagrama de Pareto – Demoras Operativas Inclinado 415 Actual



Fuente: Elaboración Propia

Según este trabajo nos muestra que la mayor parte de las demoras operativas se refiere a la espera por traída de carros, esto producido por la falta de carros vacíos del Inclinado 420; ya que la zona de enganche está en su máxima capacidad de almacenamiento. Además de ello la falta de una buena distribución de horas de trabajos producen estas horas perdidas de izaje. Para poder hacer una extracción continua y eficiente se realizó el siguiente análisis, maximizando las horas de trabajo y reduciendo la hora de demoras operativas. Teniendo el siguiente resultado:

CUADRO N° 22: Comparativo Actual vs Propuesto Inclinado 415

415	PROPUESTO	%	PROM. CICLO	%	VAR
TOTAL HORAS GUARDIA	12:00:00		12:00:00		100%
DEMORAS OPERATIVAS	00:30:00	4%	02:22:31	20%	79%
ALMUERZO	01:09:09	10%	01:09:05	10%	100%
IZAJE TOTAL	10:20:51	86%	08:28:25	71%	22%
IZAJE PERSONAL	01:45:54	17%	01:43:53	17%	2%
IZAJE ALMUERZO	00:15:00	2%	00:17:21	3%	14%
IZAJE SERVICIOS	00:17:00	3%	00:27:02	4%	37%
IZAJE CARROS	08:02:57	78%	06:00:08	58%	25%
CARROS IZADOS TD	169	48%	132	47%	
CARROS IZADOS TN	185	52%	148	53%	
CARROS IZADOS/DIA	354		281		26%
TON IZADO/g TD	254	48%	198	49%	
TON IZADO/g TN	278	52%	211	51%	
TON IZADO/DIA	531		409		30%
TON MIN EXTRADIDO/DIA	308.22		237.13		71.10
TON DESM EXTRAIDO/DIA	178.77		137.53		41.24

Fuente: Elaboración Propia

Para poder optimizar los trabajos de izaje se reducirán las demoras operativas en un 4% del tiempo total de trabajo. Pudiendo así aumentar la capacidad de carros izados por día a un 25% más de lo que se tiene. Teniendo en cuenta que se puede a su vez aumentar las labores tanto de producción y de avance en un 30%. Entonces teniendo estos resultados del diseño actual de extracción, se puede realizar la comparación entre los 2 inclinados, teniendo:

CUADRO N° 23: Comparativo actual incl. 420 vs 415

COMPARACION ACTUAL				
	UNIDAD	INCLINADO 420	INCLINADO 415	VAR %
EXTRACCION	Tn/dia	354	409	42%

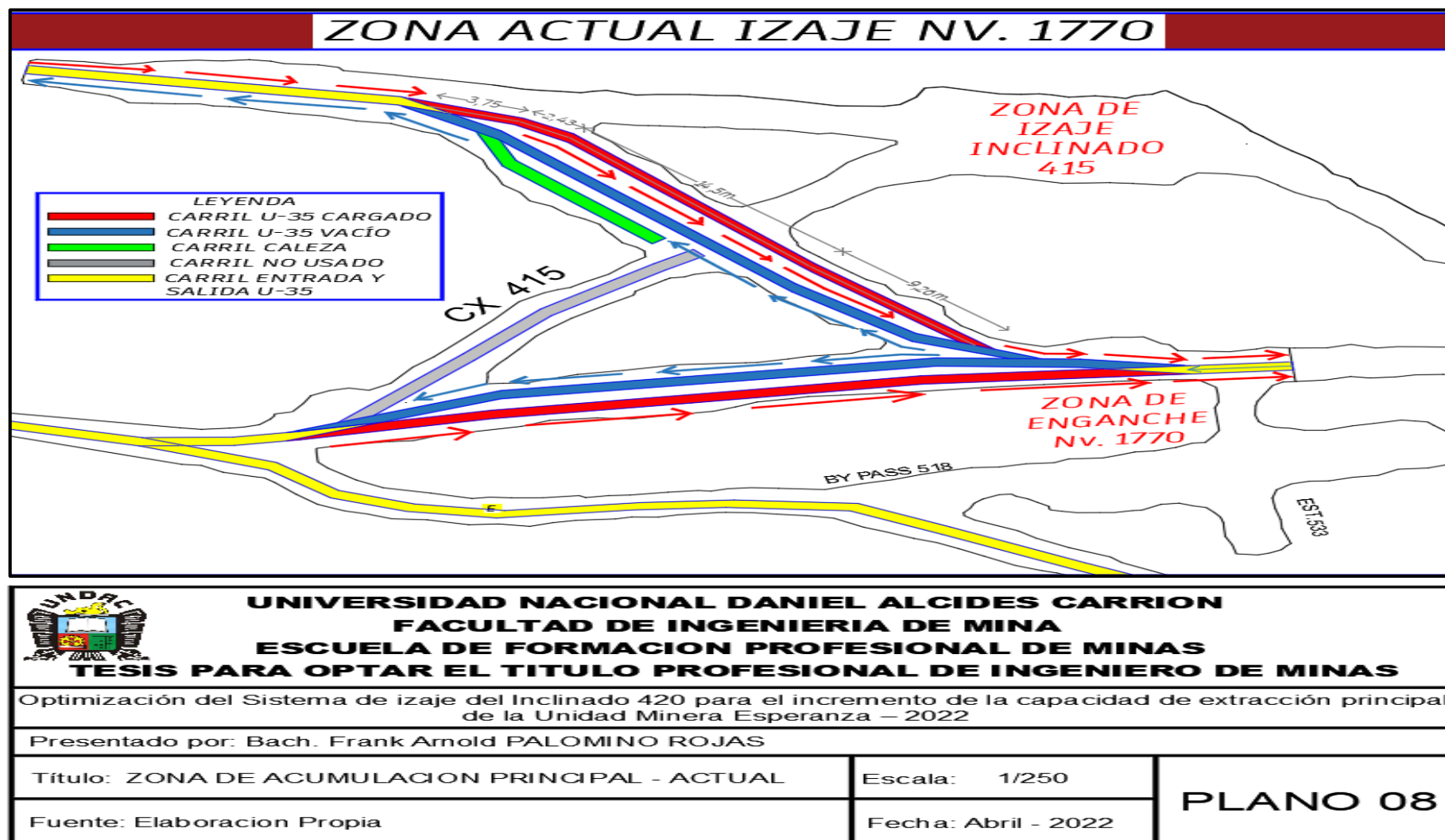
Fuente: Elaboración Propia

Se puede verificar que el Inclinado 415 tiene un 42% más de extracción que el Inclinado 420, produciendo así demoras operativas y horas sin izaje de carros cargados. Además de ello, podemos apreciar que la capacidad de almacenamiento de la zona de enganche del Nv – 1770 es reducida, de acuerdo al ritmo de extracción del Inclinado 420.

Para esto se realizó el análisis de la zona de almacenaje de carros en el Nv intermedio (Nv 1770), esto para incrementar la capacidad y tener una mayor capacidad de izaje en el Incl. 420 con respecto al 415.

c. Cámara de acumulación actual vs propuesto

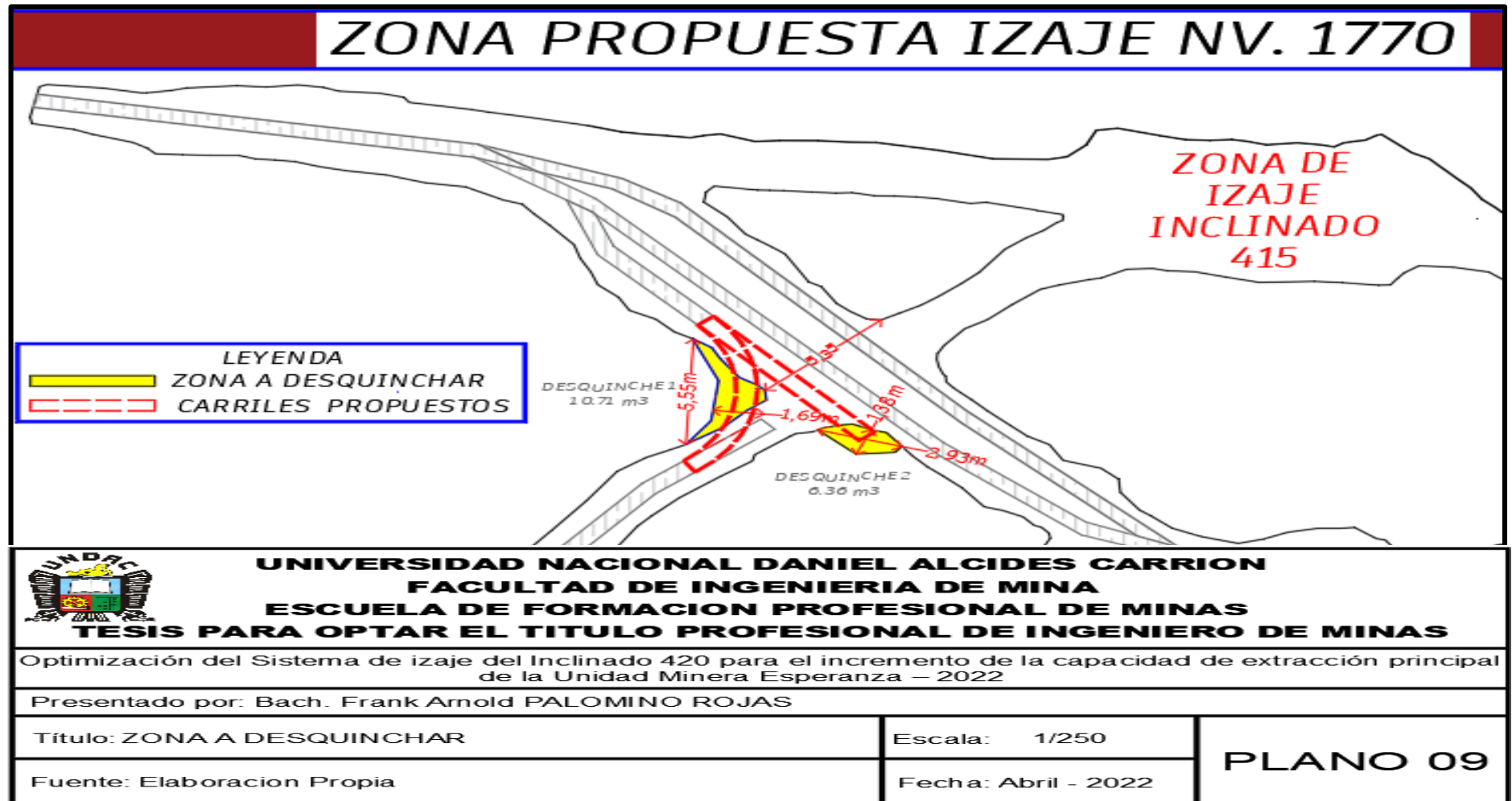
Gráfico N° 29: Zona actual de almacenamiento de carros



Fuente: Elaboración Propia.

Verificando las diferencias de capacidades actuales del Incl. 415 y 420 se tiene que una diferencia de 55 carros, esto produciendo un cuello de botella y demoras operativas al momento de izar hacia los niveles inferiores. Teniendo en cuenta con lo propuesto la diferencia de capacidades menora a solo 18 carros, pero aun así la diferencia excedería la capacidad de almacenaje. Esto también debido a que la capacidad de almacenamiento de U-35 cargados desde el Inclinado 415 hacia la Zona de enganche 1770 solo se tiene 20.94 metros, esto haciendo un total de 13 carros almacenados. Entonces para poder mejorar y aumentar la capacidad de almacenamiento y así tener un buen ritmo de extracción, disminuyendo las demoras operativas, se propuso lo siguiente:

Gráfico N° 30: Zona propuesta de almacenamiento de carros - 1

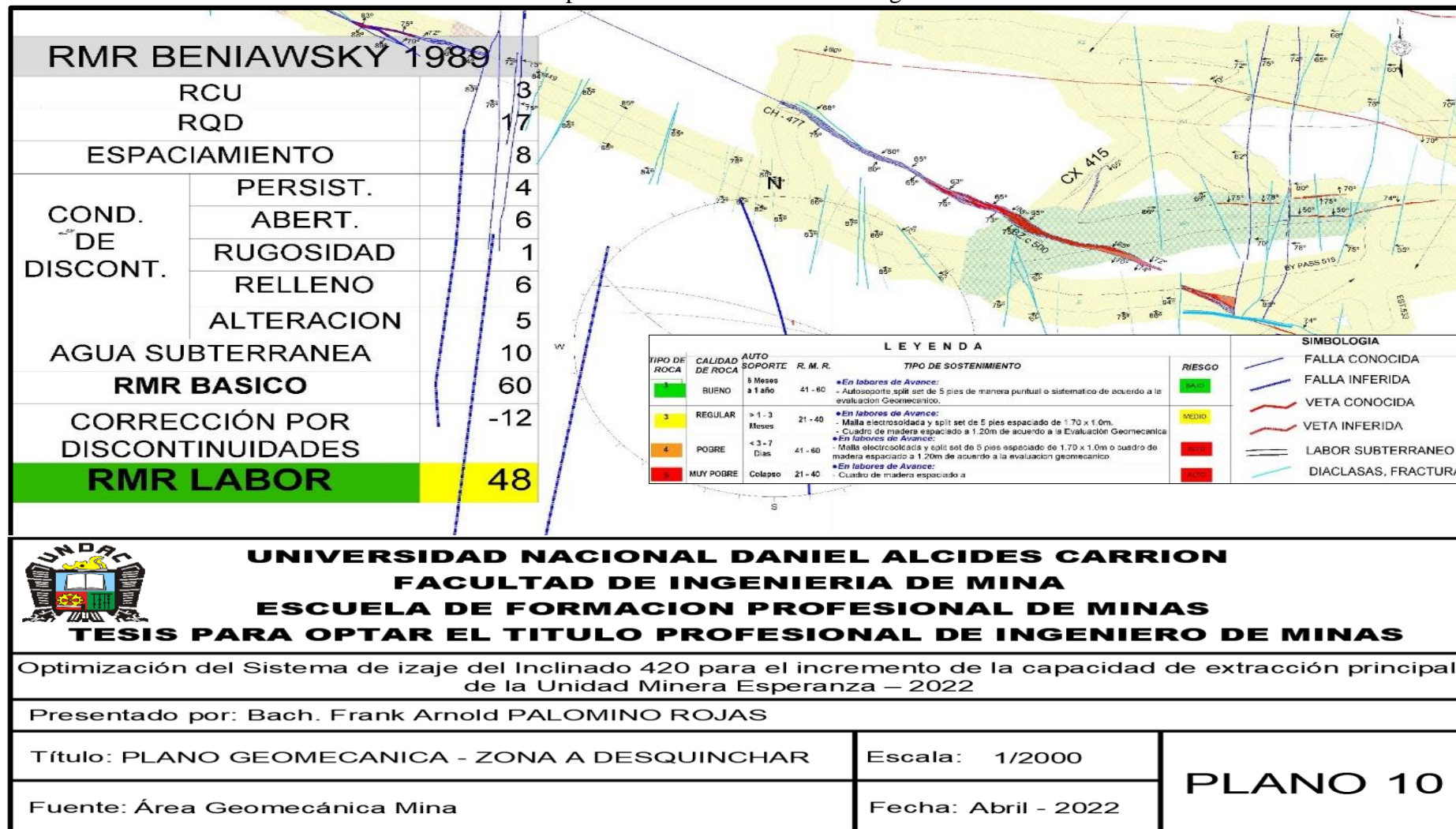


Fuente: Elaboración Propia

- El primer desquinche (10.71 m³) se usará para poder ampliar para colocar rieles y unir el carril donde se guarda la calesa con el carril que no se está usando.
- El segundo desquinche (6.36 m³) será usado para colocar los rieles para la calesa y plataformas.

Para realizar los desquiches se realizó una evaluación geomecánica de la zona para verificar que no exista zonas donde la calidad de roca es mala y con el desquinche se produzca inestabilidad en toda la zona de izaje.

Gráfico N° 31: Mapeo Geomecánico – Zona de Enganche del Nv - 1770



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE MINAS
TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad Minera Esperanza – 2022

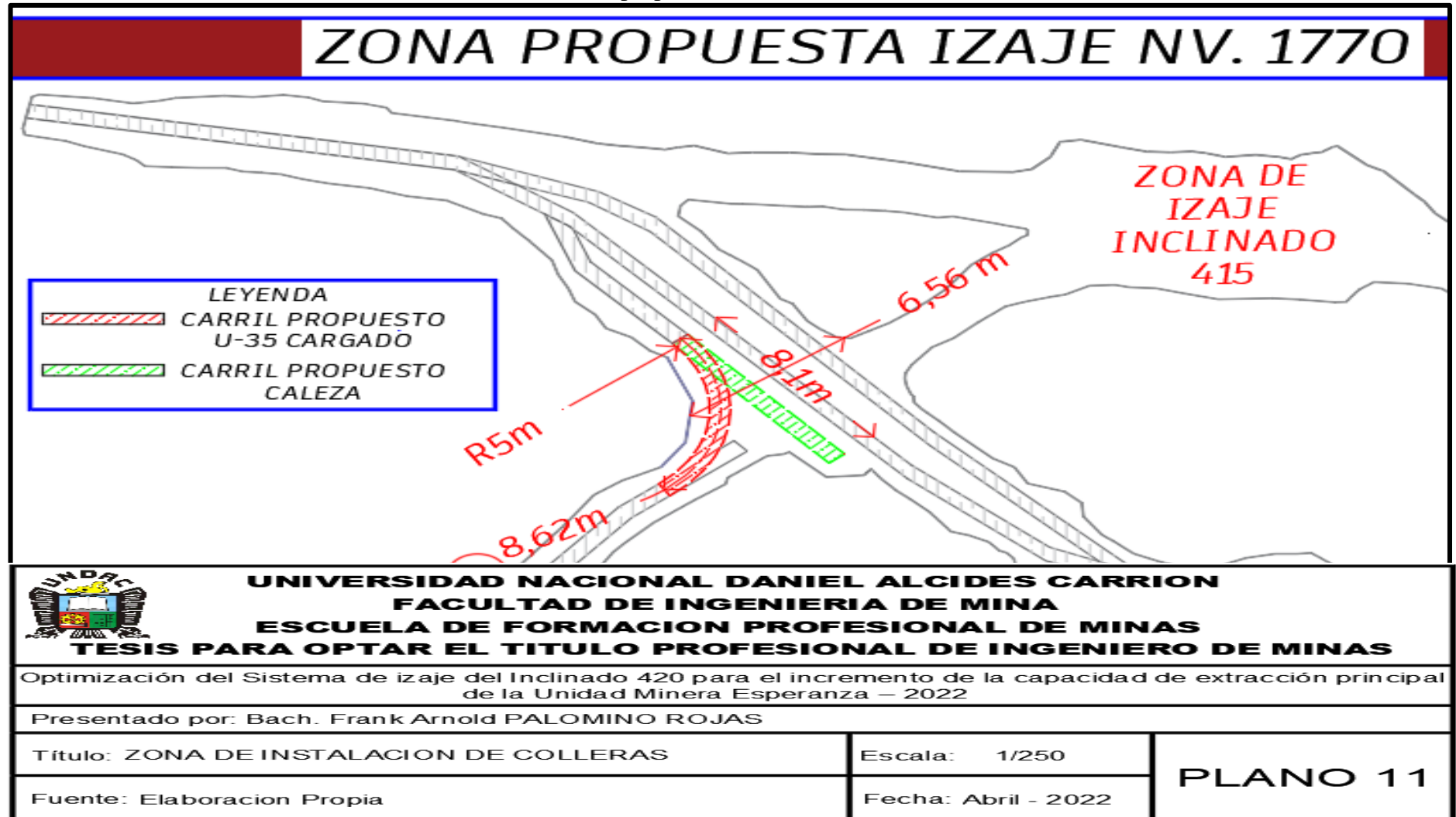
Presentado por: Bach. Frank Arnold PALOMINO ROJAS

Título: PLANO GEOMECANICA - ZONA A DESQUINCHAR	Escala: 1/2000	PLANO 10
Fuente: Área Geomecánica Mina	Fecha: Abril - 2022	

Fuente: Area Geomecánica Mina

Por las recomendaciones geomecánicas ya que quedará un espacio resultante 6.56 m. Entonces conjuntamente con el área se propuso que para el proyecto se pueda usar como sostenimiento: mallas electrosoldadas de 3" cada cocada y pernos Split Set de 5ft. El sostenimiento será sistemático. Para el siguiente paso se realizará desinstalación de las colleras que no se estaban usando y se instalará en la dirección donde requiere que se aumente la zona de acumulación de carros mineros.

Gráfico N° 32: Zona propuesta de almacenamiento de carros - 1

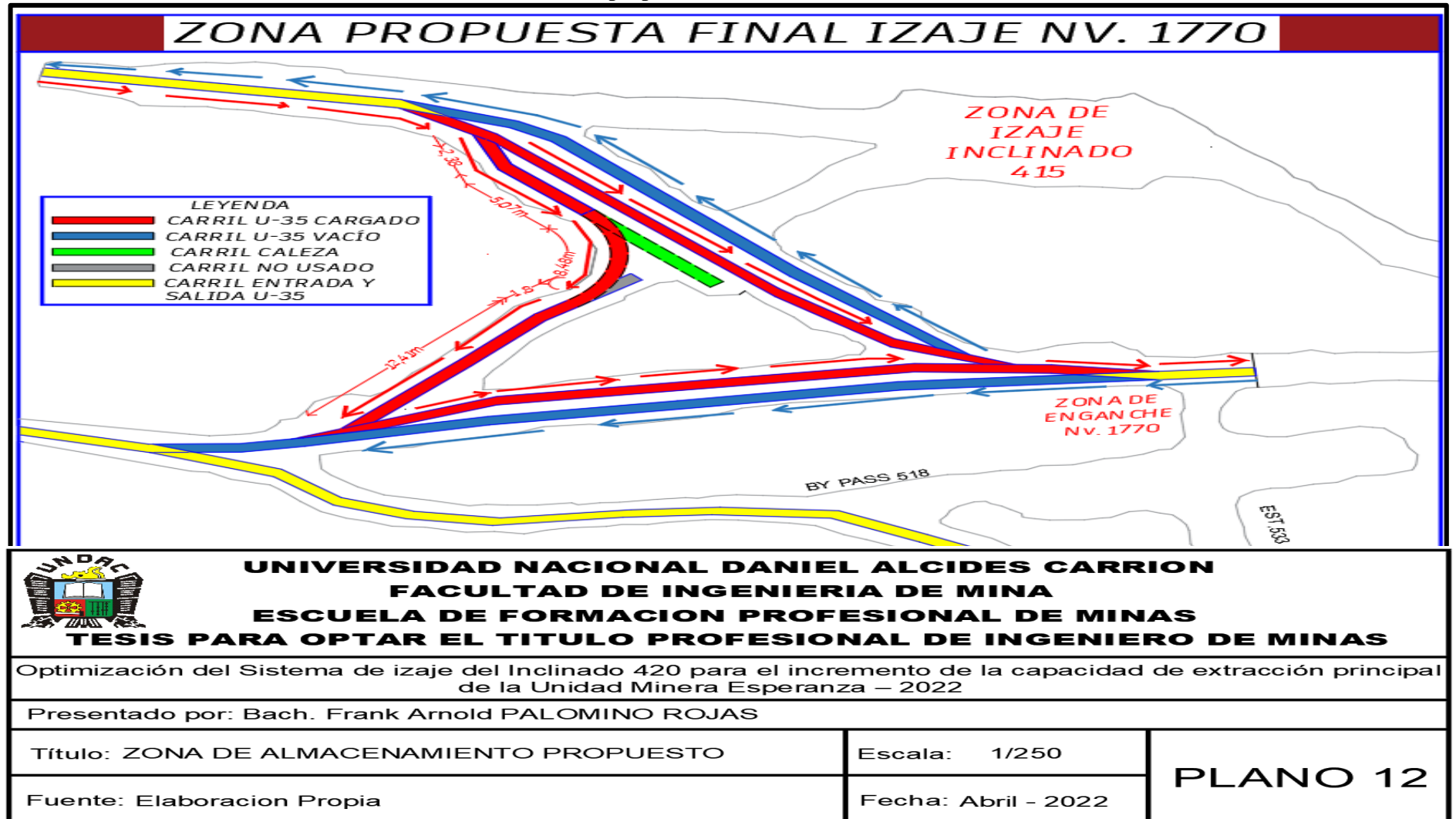


Fuente: Elaboración Propia

- Procediendo con el desarrollo del proyecto, en el Primer desquinche realizado se unirá el carril que no se usa y el carril donde se guardaba la calesa y se colocará la calesa en el carril proyectado.

Como paso final para poder aumentar la capacidad se tendría que invertir la zona por donde ingresa y los carros cargados y entra los carros vacíos. Esto para tener mayor facilidad al maniobrar los U-35 y poder tener una capacidad de almacenamiento de 61.76 metros, el cual aumenta a un 206% de lo que se tiene actualmente.

Gráfico N° 33: Zona propuesta final de almacenamiento de carros



Fuente: Elaboración Propia

d. Comparativo sistema de izaje 420 vs 415 propuestos

Entonces haciendo una comparativa con el actual y el propuesto se tiene una disminución representativa en el ritmo de extracción.

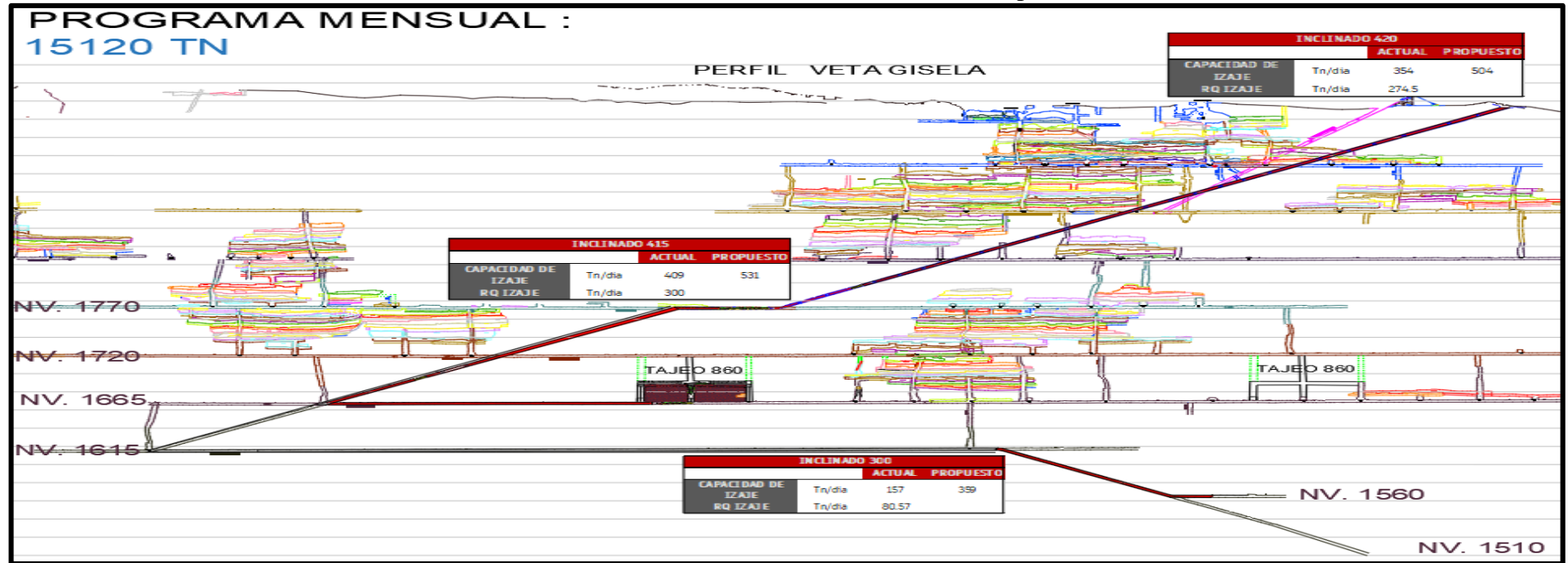
CUADRO N° 24: Comparativo Propuesto incl. 420 vs 415

COMPARACION PROPUESTA				
	UNIDAD	INCLINADO 420	INCLINADO 415	VAR %
CAPACIDAD DE IZAJE	Tn/dia	504	531	5%

Fuente: Elaboración Propia

Podemos apreciar que la variación disminuyó considerablemente a comparación a lo que se tenía inicialmente y este se mantendría de esta forma; ya que la distancia de izaje del inclinado 420 es mayor (437 m) que la del inclinado 415 (300m). Pudiendo de esta forma optimizar todo el sistema de izaje y no tener contratiempos al momento de realizar el trabajo.

Gráfico N° 34: Aumento de Producción Mensual Propuesto



**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE MINAS**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad Minera Esperanza – 2022

Presentado por: Bach. Frank Arnold PALOMINO ROJAS

Título: CAPACIDAD DE IZAJE PRINCIPAL PROPUESTO

Escala: 1/2500

Fuente: Elaboracion Propia

Fecha: Abril - 2022

PLANO 13

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 25: Plan de producción Minera Esperanza 2022

PLAN DE PRODUCCION MINERA CROACIA 2022 (TMS)																
VETA	TIPO DE MINERAL	Ley Au gr/TM	Cu %	Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22	Oct-22	Nov-22	Dic-22	TOTAL 2022
CARMEN	SULFUROS Au-Cu	5.65	0.20	3420	3420	3500	3500	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	42640
KARINA	SULFUROS Au-Cu	6.48	0.34	200	200	200	200	200	200	255	400	400	400	400	400	3455
MARIELA	SULFUROS Au-Cu	7.10	0.13	1330	1330	1300	1300	1340	1340	1420	1530	1675	1675	1675	1675	17590
AVANCES (PALLAQUEO-SORTER)	SULFUROS Au-Cu	5.00	0.30	800	800	750	750	600	600	600	620	620	620	620	620	8000
PRODUCCION TOTAL				5750	5750	5750	5750	5740	5740	5875	6150	6295	6295	6295	6295	71,685

Fuente: Elaboración Propia

e. Datos comparativos de Resultados actuales vs resultados propuestos

CUADRO N° 26: Comparativo resultados actuales vs resultados propuestos

DESCRIPCION	DATOS	UNIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	VAR
WINCHE	WINCHE DE IZAJE 420	HP	125.00	200.00	75.00
	LIBRAJE DE RIEL	lb/yd	25.00	37 - 40	15
	ANCHO TAMBORA	m	1.50	1.83	0.33
	DIAMETRO BRIDA	m	1.10	1.30	0.20
	DIAMETRO DE TAMBORA	m	0.95	1.15	0.20
	DIAMETRO DE CABLE	mm	19	24	5.00
	TIPO DE CABLE	unidad		FLATEENED STRAND 6x30	
CAPACIDAD DE IZAJE INCLIDADO 420	DEMORAS OPERATIVAS	min	65.00	30.00	-54%
	TIEMPO IZAJE TOTAL	hr	9.77	10.35	8%
	N° DE CARROS DE IZAJE	unidad	2.00	3.00	50%
	N° CARROS IZADOS/DIA	unidad	236.00	336.00	
	TONELAJE IZADO/DIA	tm	354.00	504.00	42%
	TONELAJE IZADO/MES	tm	9976.50	15120.00	
CAPACIDAD DE IZAJE INCLIDADO 415	DEMORAS OPERATIVAS	hr	2.38	0.50	-79%
	TIEMPO IZAJE TOTAL	hr	8.47	10.35	22%
	N° DE CARROS DE IZAJE	unidad	2.00	2.00	0%
	N° CARROS IZADOS/DIA	unidad	281.00	354.00	26%
	TONELAJE IZADO/DIA	tm	409.00	531.00	
	CAPACIDAD DE ZONA DE ALMACENAMIENTO	m	20.94	61.76	195%
	CAPACIDAD DE ZONA DE ALMACENAMIENTO NV 1770	unidad	13	40	208%

Fuente: Elaboración Propia

✓ ANALISIS DESCRIPTIVO

CUADRO N° 27: Estadístico de la Capacidad de extracción del inclinado 420

Capacidad de Extracción (Tm)		Actual	Propuesto
N°	Válido	90	90
	Perdido	0	0
Media		223.95	323.77
Mediana		224.50	321.50
Desviación Estándar		40.22	12.62
Varianza		1617.71	159.15
Rango		165.00	55.00
Mínimo		135.00	298.00
Máximo		300.00	353.00

Fuente: Elaboración Propia SPSS v25

A. Evaluación económica

Para nuestro análisis económico, se elaboró los costos de izaje con winche de 125 Hp desde el Nv 1770, donde se encuentra la zona de enganche hasta superficie. Se tuvieron valores actuales, donde se puede verificar que costos está relacionada directamente proporcional al número de carros izados. Este parámetro nos ayudará a demostrar que al incrementar la capacidad de winche de izaje, se tendrá un ahorro significativo en los costos; ya que el Precio Unitario que se paga a la contrata actualmente es de 2.08 \$/tm.

Para este cálculo se tomaron datos de:

- Número de trabajadores en la zona de izaje
- Leyes sociales.
- Implementos de seguridad
- Herramientas destinadas al izaje
- La utilidad y los imprevistos

Gráfico N° 35: P.U. izaje actual desde el Nv 1770 a Superficie (Incl. 420)

COSTOS DE IZAJE WINCHE 125 HP (Inclinado 420)								
Nivel 1770								
						COD P.U.	0126	
Rendimiento por Guardia	85	Carros U-35	4.25	U35 / Hr				
Rendimiento por Guardia	127.50	Tm			T.C. S./.\$=	3.90		
1.- MANO DE OBRA								
Obreros			Jornal \$	Horas	Tareas	Costo \$	Costo	
						x Dia	\$/ Tm	
11	Winchero	Jornal	18.72	20.00	2.5	46.79		
12	Ayudante	Jornal	17.82	20.00	2.5	44.55		
12	Ayudante	Jornal	17.82	10.00	1.25	22.28		
Sub- total			6.25			113.62		
Leyes Sociales		106.42%				120.91		
Total Obreros						234.54	1.84	
2.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD								
Descripción		Unidad	Precio \$	V. Util	Cantidad	\$ x Dia	\$/tm	
39	Protector	Unidad	10.00	360.00	6.25	0.17		
26	Guantes de Cuero	Par	2.56	15.00	6.25	1.07		
17	Correas portalamparas	Unidad	3.21	360.00	6.25	0.06		
12	Botas de jebe	Par	21.50	150.00	6.25	0.90		
33	Mameluco	Unidad	26.92	180.00	6.25	0.93		
41	Respiradores 3M	Pieza	25.07	180.00	6.25	0.87		
23	Filtro de Respirador	Pza.	7.40	15.00	6.25	3.08		
43	Tapón de oídos	Par	1.06	120.00	6.25	0.06		
42	Ropa de jebe	Pza.	29.00	120.00		0.00		
29	Lentes de Seguridad Malla	Pza.	3.50	90.00	6.25	0.24		
5	Arnes	Pza.	56.88					
31	Línea de Vida	Pza.	54.00					
28	Lámpara de baterías + Cargador	Pza.	52.00	360.00	6.25	0.90		
45	Polo de Malla	Pza.	4.50	180.00	6.25	0.16		
46	Pantalón	Pza.	8.26	120.00	6.25	0.43		
47	Camisa	Pza.	7.18	270.00	6.25	0.17		
48	Guantes de Neopreno	Pza.	4.78	20.00	6.25	1.49		
Total Implementos de Seguridad						10.53	0.08	
3.- HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES								
Materiales		Unidad	Precio \$	V. Util	Cant.	\$ x Dia	\$/tm	
27	Lámpara	Pza.	6.37	120.00	1.00	0.053		
38	Pico	Pza.	7.30	120.00	1.00	0.061		
11	Barretillas	Pza.	4.50	15.00	2.00	0.600		
Total herramientas						0.71	0.01	
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS							1.93	
Utilidad				8%			0.15	
Imprevistos							0.00	
COSTO DE IZAJE						\$/ Tm	2.08	

Fuente: Costos y Presupuestos Mina

Se realizó un análisis de Precios unitarios, pero con un mayor número de carros extraídos, el cual se puede comprobar la reducción considerable del Precio Unitario de izaje desde la zona de enganche del Nv 1770 hacia superficie, esto producido por el incremento de la capacidad de izaje del winche de 125 Hp a 200 Hp. Donde se tiene una reducción de costos del 45%. Esto representa un ahorro significativo de la empresa del 16% mensual aproximadamente 3363 \$/mes. Así mismo la producción se vería beneficiada tanto en temas de costo y tonelaje extraído. Actualmente el valor de mineral que se tiene es de 182 \$/tm, entonces si podemos extraer más mineral como ya se planteó, anuales y mensuales se incrementarán desde el 10% hasta el 51%, esto si se llega a extraer continuamente 8800 toneladas mensuales.

Gráfico N° 36: P.U. izaje Propuesto desde el Nv 1770 a Superficie (Incl. 420)

COSTOS DE IZAJE WINCHE 200 HP (Inclinado 420)							
Nivel 1770							
					COD P.U.	0126	
Rendimiento por Guardia	168	Carros U-35	8.4	U35 / Hr			
Rendimiento por Guardia	230.00	Tm				T.C. S./ \$=	3.90
MANO DE OBRA							
Obreros		Jornal \$	Horas	Tareas	Costo \$	Costo	
					x Dia	\$ / Tm	
Winchero	Jornal	18.72	20.00	2.5	46.79		
Ayudante	Jornal	17.82	20.00	2.5	44.55		
Ayudante	Jornal	17.82	10.00	1.25	22.28		
Sub- total			6.25		113.62		
Leyes Sociales	106.42%				120.91		
Total Obreros					234.54	1.02	
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD							
Descripción	Unidad	Precio \$	V. Util	Cantidad	\$ x Dia	\$/tm	
Protector	Unidad	10.00	360.00	6.25	0.17		
Guantes de Cuero	Par	2.56	15.00	6.25	1.07		
Correas portalamparas	Unidad	3.21	360.00	6.25	0.06		
Botas de jebe	Par	21.50	150.00	6.25	0.90		
Mameluco	Unidad	26.92	180.00	6.25	0.93		
Respiradores 3M	Pieza	25.07	180.00	6.25	0.87		
Filtro de Respirador	Pza.	7.40	15.00	6.25	3.08		
Tapón de oídos	Par	1.06	120.00	6.25	0.06		
Ropa de jebe	Pza.	29.00	120.00		0.00		
Lentes de Seguridad Malla	Pza.	3.50	90.00	6.25	0.24		
Arnes	Pza.	56.88					
Línea de Vida	Pza.	54.00					
Lámpara de baterías + Cargador	Pza.	52.00	360.00	6.25	0.90		
Polo de Malla	Pza.	4.50	180.00	6.25	0.16		
Pantalón	Pza.	8.26	120.00	6.25	0.43		
Camisa	Pza.	7.18	270.00	6.25	0.17		
Guantes de Neopreno	Pza.	4.78	20.00	6.25	1.49		
Total Implementos de Seguridad					10.53	0.05	
HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES							
Materiales	Unidad	Precio \$	V. Util	Cant.	\$ x Dia	\$/tm	
Lámpara	Pza.	6.37	120.00	1.00	0.053		
Pico	Pza.	7.30	120.00	1.00	0.061		
Barretillas	Pza.	4.50	15.00	2.00	0.600		
Total herramientas					0.71	0.00	
SUB TOTAL COSTOS DIRECTOS						1.07	
Utilidad		8%				0.09	
Imprevistos						0.00	
COSTO DE IZAJE					\$ / Tm	1.15	

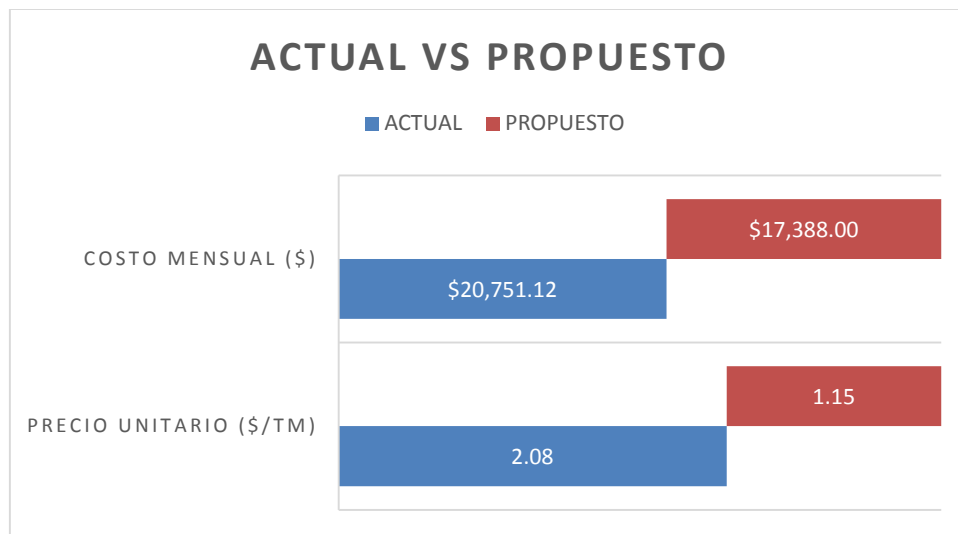
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 28: Comparativo Precios unitarios actual vs propuesto

DATOS	PRECIO UNITARIO (\$/TM)	COSTO MENSUAL (\$)
ACTUAL	2.08	\$20,751.12
PROPUESTO	1.15	\$17,388.00
VAR	55%	16%

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 37: Comparativo costos Actual vs Propuestos



Fuente: Elaboración Propia

✓ ANALISIS DESCRIPTIVO

CUADRO N° 29: Estadístico del Precio unitario (\$/TM) Actual vs Propuesto

Precio Unitario (\$/tm)		Actual	Propuesto
N°	Válido	90	90
	Perdido	0	0
Media		698.78	561.33
Mediana		700.50	562.50
Desviación Estándar		125.45	21.33
Varianza		15738.76	455.01
Rango		671.00	90.00
Mínimo		421.00	521.00
Máximo		1092.00	611.00

Fuente: Elaboración Propia SPSS v25

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Prueba de normalidad

✓ **Contrastación de la hipótesis específica 1**

H₀: Los datos de la capacidad de extracción del inclinado 420 de la Unidad Minera Esperanza provienen de una distribución normal.

H_a: Los datos de la capacidad de extracción del inclinado 420 de la Unidad Minera Esperanza provienen de una distribución normal.

Regla: Si $p \leq 5\%$ se rechaza H₀

Si $p > 5\%$ se acepta H₀

CUADRO N° 30: Prueba de Normalidad de la Capacidad de extracción Antes y Después.

Prueba de Normalidad			
Capacidad de Izaje	Kolgomorov - Smirnov		
	Estadístico	Gl	Sig
Antes	0.858	90	0.247
Después	0.902	90	0.315

Fuente: Elaboración Propia con SPSS vs 25

Con un error del 5% se concluye que los datos de la variable Precios Unitarios provienen de una distribución normal; ya que el valor “p” es mayor al valor de significancia en la prueba de Kolgomorov – Smirnov.

Valor P (antes) = 0.247

Valor P (después) = 0.315

Por las razones anteriores, las hipótesis se probaron utilizando la prueba paramétrica t de Student para las muestras relacionadas.

✓ **Contrastación de la hipótesis específica 2**

H₀: Los datos para la reducción de costos atravez de los Precios Unitarios provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos para la reducción de costos a través de los Precios Unitarios no provienen de una distribución normal.

Regla: Si $p \leq 5\%$ se rechaza H_0

Si $p > 5\%$ se acepta H_0

CUADRO N° 31: Prueba de Normalidad de Reducción de los Precios Unitarios Antes y Después.

Prueba de Normalidad			
Precio Unitario	Kolgomorov - Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig
Antes	0.854	180	0.225
Después	0.898	180	0.276

Fuente: Elaboración Propia con SPSS vs 25

Con un error del 5% se concluye que los datos de la variable Precios Unitarios provienen de una distribución normal; ya que el valor “p” es mayor al valor de significancia en la prueba de Kolgomorov – Smirnov.

Valor P (antes) = 0.225

Valor P (después) = 0.276

Por las razones anteriores, las hipótesis se probaron utilizando la prueba paramétrica t de Student para las muestras relacionadas.

4.3.2. Análisis Inferencial

✓ **Contrastación de la hipótesis específica 1**

Ho: Con la implementación un nuevo sistema de izaje aumentando la potencia del winche respecto al actual no se logra optimizar la capacidad de extracción de mineral del inclinado 420 de la Unidad Minera Esperanza.

Ha: Con la implementación un nuevo sistema de izaje aumentando la potencia del winche respecto al actual se logra optimizar la capacidad

de extracción de mineral del inclinado 420 de la Unidad Minera Esperanza.

a. Nivel de significancia

El nivel de significancia estadística es del 5%

b. Estadístico de prueba

De acuerdo, a los resultados de la prueba de normalidad, corresponde seleccionar una prueba paramétrica, en este caso como son variables numéricas se utilizó la Prueba t de Student para muestras relacionadas.

c. Lectura del p-valor

Si el p-valor o significancia es inferior a 5% ($p < 0.05$) rechazamos la hipótesis nula.

CUADRO N° 32: Análisis de la Capacidad de Extracción con la prueba t de Student para muestras relacionadas

Prueba de muestras relacionadas					
Capacidad de Extraccion	t	gl	Sig	95% Intervalo de confianza	
				Inferior	Superior
Antes - Después	40.497	90	0	8.721	9.539

Fuente: Elaboración Propia con SPSS vs 25

d. Decisión

Se verifica la significancia de la prueba t de Student, aplicada a la capacidad de extracción ($p=0.000$), por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Es decir, se incrementa la capacidad de izaje del

inclinado 420 al momento de implementar un cambio de winche de izaje de mayor capacidad.

✓ **Contrastación de la hipótesis específica 2**

Ho: Con la implementación un winche de izaje de mayor capacidad con respecto al se reduce el Precio Unitario del inclinado 420 de la Unidad Minera Esperanza – 2022.

Ha: Con la implementación un winche de izaje de mayor capacidad con respecto al actual no se reduce el Precio Unitario del inclinado 420 de la Unidad Minera Esperanza – 2022.

a. Decisión

Se verifica la significancia de la prueba t de Student, aplicada a la capacidad de extracción ($p=0.000$), por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Es decir, se reducen los precios unitarios al cambiar la capacidad de Izaje del Winche del Inclinado 420 de la Unidad Minera Esperanza.

b. Nivel de significancia

El de significancia estadística es del 5%

c. Estadístico de prueba

De acuerdo, a los resultados de la prueba de normalidad, corresponde seleccionar una prueba paramétrica, en este caso como son variables numéricas se utilizó la Prueba t de Student para muestras relacionadas.

d. Lectura del p-valor

Si el p-valor o significancia es inferior a 5% ($p < 0.05$) rechazamos la hipótesis nula.

CUADRO N° 33: Análisis del Precio unitario con la prueba t de Student para muestras relacionadas

Prueba de muestras relacionadas					
Precio Unitario	t	gl	Sig	95% Intervalo de confianza	
				Inferior	Superior
Antes - Después	-6.969	90	0	-0.113	-0.1

Fuente: Elaboración Propia con SPSS vs 25

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Discusión de hipótesis general

La presente investigación busca establecer que la implementación del nuevo diseño de Extracción que pueda optimizar la producción de la Unidad Minera Esperanza. A través de los parámetros del aumento de la capacidad de izaje, tipo de cable, número de carros izados y eficiencia de los horarios de trabajos, para ello se revisó y contrastó con los estudios, tal como nos muestra con los resultados obtenidos por:

Tuero (2019) en su investigación “DISEÑO DE PIQUE INCLINADO Y PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE MINERAL EN LA UNIDAD MINERA CUATRO HORAS MACDESA S.A.” Universidad Nacional del Altiplano - Puno, cuyo objetivo principal fue diseñar el pique inclinado y planificar el sistema extracción e incrementar la producción de mineral en la Unidad Minera Cuatro Horas – MACDESA S.A. El tipo de investigación aplicada fue descriptivo.

Los resultados fueron un incremento de la producción y productividad en un 412% haciendo de este proyecto altamente rentable.

✓ **Discusión de hipótesis específica 1**

Según todos los resultados analizados y obtenido en nuestro parámetro de aumento de capacidad de winche de izaje del Inclinado 420 de 125 HP a 200 HP, se evidenció que se incrementa los tonelajes de extracción de 2 U-35 a 3 U-35 por viaje, esto comprobando con el resultado anterior que se tiene una extracción diaria 220 U-35/día y el propuesto que incrementará a 340 U-35/día, teniendo así un incremento del 52% por día. Esto hace que se realice un aumento de producción mensual a más de 6200 Tn/mes de mineral.

✓ **Discusión de hipótesis específica 2**

Según los resultados obtenidos en nuestro parámetro Precio Unitario izaje del Inclinado 420, se logró evidenciar que con la implementación del incremento de la capacidad de izaje del winche 420 se reduce el costo de dicho parámetro. Comparando con el precio unitario actual de 2.08 \$/tm y el propuesto de 1.15 \$/tm se tiene un ahorro significativo del 55%, así extraemos más a bajo costo.

CONCLUSIONES

- Realizando una comparación con respecto a los antecedentes que se tiene, se obtiene que Tuero (2019), en su trabajo de investigación obtuvo un incremento de hasta 412% con respecto a la extracción anterior que tenía; ya que usaba extracción manual. Con respecto a la investigación que presento se tiene un incremento de la producción en un 52% izando 3 carros mineros, aumentando la capacidad de almacenaje en el Nv 1770 a más del 200% y reduciendo el costo de izaje; ya que actualmente solo se realiza el izaje de 2 carros mineros y se tiene una capacidad de almacenaje de 13 carros mineros en el Nv 1770. Comprobando que el sistema de extracción por piques es beneficio para la extracción del mineral hacia superficie.

CONCLUSION ESPECIFICA1

- Con este trabajo de investigación se optimizará el sistema de izaje mediante la implementación de un winche de 200 HP para el aumento de la capacidad de extracción del inclinado principal 420 de la Unidad Minera Esperanza a 15120 tm extraídas de desmonte y mineral, donde el mineral corresponde a un 58% y el desmonte a un 42%. Lo más relevante de la propuesta de este nuevo sistema fue conseguir resultados muy positivos en el incremento de la producción a 8769.60 tm/mes.
- Con respecto al nuevo diseño de la zona de enganche del NV – 1770, donde se almacenan los carros cargados, vacíos, plataformas y calesa, éstas se verán favorecidas; ya que se ampliará y se usarán los carriles que no se tenían en consideración. Haciendo todo un rediseño de esta zona, se logró ampliar e incrementar para una capacidad de almacenaje de 30 carros cargados. Además de ello esto favoreció a que no se generen horas muertas en el proceso de traslado de

carros desde el inclinado 415 a la zona de enganche 420.

- Una parte muy fundamental de este nuevo sistema de izaje será la reestructuración de las horas de izaje netas a un 10% más de lo que se tenía y sobre todo al incremento de la producción que será izada, aumentando en un 52% de izaje, y esto a su vez aumento la capacidad máxima del sistema a más de 15 120 Tn/mes. Todo esto será beneficioso; ya que el incremento es directamente proporcional programa mensual de producción y a la programación de labores de avance, tanto de desarrollo y exploración.

CONCLUSION ESPECIFICA 2

- En cuanto al Precio Unitario del sistema de Izaje mediante el incremento de la capacidad de izaje del winche 420 fue que se disminuirá en 55% (1.15 \$/tm) el precio unitario a comparación de lo que se tiene actualmente (2.08 \$/tm). Esto a su vez favoreciendo en el incremento de la rentabilidad de la Unidad minera (3363.12 \$/mes). Donde se extraerá más con el bajo costo de extracción e incrementando la utilidad anual en 40357.44 \$.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos para la optimización del sistema de izaje, se tiene que aumentar la potencia del winche a 200 hp, de tal manera se aumente la capacidad de extracción al 52%; así como Martínez B. (2016) en su investigación obtuvo un incremento de la producción en un 20%, de tal forma Tuero (2019) obtuvo una producción anual de 54000 tm/año con incremento del 412% de lo que se tenía anteriormente.
- Se recomienda una constante capacitación teórica y práctica para el manipuleo de los carros mineros en movimiento, así asegurar que no se produzcan accidentes cuando se extraiga 3 carros a la vez y no se tenga demoras operativas que afecten a la extracción.
- Es muy importante que el proyecto se realice en dos semanas, así para no perder tonelaje extraído diario y sobre todo amortizar el costo de inversión del winche de 200 HP.
- Asegurar el ritmo de producción, aumentando así el número de labores de producción y dándole énfasis en las labores de avance. Esto para que compense la capacidad de izaje del winche 420 y darle continuidad trabajando con la máxima supervisión por parte de las áreas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejandro Novitzky (1965) *Transporte y extracción en minas y a cielo abierto*. Parte I: Capítulo V, págs. 127-135. Parte II: Capítulo I, II y II, IX y X.
- Andrade, D. (2014). *Diseño de excavación para profundizar el "pique de fierro" ubicado en el área "Ciruelo unificado" operado por la Compañía Minesadco S.A. Quito*.
- Arias, L. (2013). *Planeamiento y diseño del sistema de extracción del proyecto de profundización de la U.O. San Braulio uno. Pontificia Universidad Nacional Católica del Perú*.
- Barzola, R. (2018) *Planeamiento y diseño de la profundización del pique 740 - Nv 1750 al Nv 1800 - Sociedad minera Austria Duvas S.A.C. Universidad del Centro del Perú*.
- Bernal, C. (2010). *Metodologías de la investigación* (Tercera ed.). Colombia: Pearson Educación.
- Borja, M. (2012). *Metodologías de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú.
- Chávez, E. (2011). *Extracción de mineral por izaje en la Mina San Vicente*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Condori, J. (2017). *Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la Unidad Operativa Pallancata–Proyecto Pablo–Compañía Minera Ares S.A.C. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú*.
- Damián, C (2019). *Evaluación del sistema de izaje para implementar en el Pique Coris con fines de extracción de mineral, zona baja de la Unidad Minera Cobriza Sector IV -Huancavelica 2019*". Universidad Continental – Huancayo.
- Fernández, W. (2017). *Implementación del Skip con Guiaderas de madera para la*

Profundización del Pique Inclinado 90 e Incremento de Extracción de Mineral en Minera La Española (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional de Minería, *Decreto Supremo 024-2016-EM y su modificatoria 023-2017-EM Capítulo VII Art. 300 y Art.306.*

Sánchez, S. (2014). *Ingeniería básica del proyecto de transporte de personal y materiales mediante el pique Jimena para mejorar la productividad de las operaciones en Cía. Minera Poderosa (tesis de pregrado).* Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

Velarde, P (2019). *Perfil técnico económico del diseño y construcción del pique inclinado 310 niveles 1820 al 1700, para la explotación de reservas veta cambio – Mina las Bravas. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.*

ANEXOS

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos – Capacidad de Extracción

MES	VEA	LABOR	CARGA	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30		
				TURNO		D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
			MINERAL TAJOS																																
			MINERAL AVANCES																																
			PALLAQUEO																																
			DESMONTE																																
			TOTAL																																
			TOTAL MINERAL																																
			TOTAL GENERAL																																

MES	VEA	LABOR	CARGA	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30		
				TURNO		D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
			MINERAL TAJOS																																
			MINERAL AVANCES																																
			PALLAQUEO																																
			DESMONTE																																
			TOTAL																																
			TOTAL MINERAL																																
			TOTAL GENERAL																																

MES	ZONA	LABOR	CARGA	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30		
				TURNO		D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
			MINERAL TAJOS																																
			MINERAL AVANCES																																
			PALLAQUEO																																
			DESMONTE																																
			TOTAL																																
			TOTAL MINERAL																																
			TOTAL GENERAL																																

MES	ZONA	LABOR	CARGA	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14	DIA 15	DIA 16	DIA 17	DIA 18	DIA 19	DIA 20	DIA 21	DIA 22	DIA 23	DIA 24	DIA 25	DIA 26	DIA 27	DIA 28	DIA 29	DIA 30				
				TURNO		D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N		
			INCLINADO 420	TOTAL MINERAL																																	
			PROPUESTO	TOTAL DESMONTE +																																	
			(WINCHE 200 HP)	PQ																																	
				TOTAL EXTRAIDO																																	


Anexo 5: Datos para el Análisis de tiempos de Extraccion

N° CARROS BAJADA	DESDE	HASTA	T. EMPU - ENGAN. NIVEL SUPERIOR	T. BAJADA	MATERIAL BAJADO	T. DESNG - EMPU y ENGAN - EMPU NV INFERIOR	DESENGANCHE y EMPUJADO NIVEL INFERIOR	TOTAL 1	EMPUJADO y ENGANCHE NIVEL INFERIOR	T. SUBIDA	DESENGANCHE y EMPUJADO NIVEL SUPERIOR	TOTAL 2	N° CARROS SUBIDA	MATERIAL SUBIDO	LABOR	TIEMPO DE OJO
2	415	1665	00:00:38	00:02:50	HERRAMIENTAS	00:00:45	00:00:23	00:03:51	00:00:23	00:01:30	00:00:16	00:02:08	2	DESMONTE	SN	00:05:59
2	415	1665	00:00:41	00:01:30	VAQO	00:00:42	00:00:21	00:02:32	00:00:21	00:01:45	00:00:13	00:02:19	1	DESMONTE	SN	00:04:51
		1											PLATAFORMA	SN		
1	415	1665	00:01:17	00:01:30	PLATAFORMA MADERA	00:00:58	00:00:29	00:03:16	00:00:29	00:01:42	00:00:12	00:02:23	2	DESMONTE	SN	00:05:39
3	415	1665	00:01:08	00:01:29	VAQO	00:01:11	00:00:35	00:03:13	00:00:35	00:01:30	00:00:15	00:02:20	2	DESMONTE	SN	00:05:33
2	415	1665	00:00:41	00:01:28	VAQO	00:00:50	00:00:25	00:02:34	00:00:25	00:01:38	00:00:14	00:02:17	2	DESMONTE	SN	00:04:51
2	415	1615	00:00:48	00:02:02	VAQO	00:00:58	00:00:29	00:03:19	00:00:29	00:02:08	00:00:16	00:02:53	1	MI NERAL	TJ 924	00:06:12
		1											MI NERAL	TJ 040		
2	415	1615	00:00:32	00:02:04	VAQO	00:01:45	00:00:53	00:03:29	00:00:53	00:02:35	00:00:14	00:03:42	1	MI NERAL	TJ 100	00:07:10
		1											PALLAQUEO	SN 211		
2	415	1615	00:00:38	00:02:03	VAQO	00:00:47	00:00:23	00:03:04	00:00:23	00:02:11	00:00:13	00:02:47	2	MI NERAL AVANCE	SN 211	00:05:52
2	415	1615	00:00:38	00:02:01	VAQO	00:00:48	00:00:24	00:03:03	00:00:24	00:02:19	00:00:12	00:02:55	2	MI NERAL AVANCE	SN 271	00:05:58
2	415	1615	00:00:38	00:02:00	VAQO	00:00:45	00:00:23	00:03:01	00:00:23	00:02:28	00:00:51	00:03:42	1	PLATAFORMA	SN	00:06:42
2	415	1615	00:00:47	00:02:03	VAQO	00:00:46	00:00:23	00:03:13	00:00:23	00:02:37	00:00:15	00:03:15	2	MI NERAL	TJ 924	00:06:28
2	415	1615	00:00:36	00:02:02	VAQO	00:00:42	00:00:21	00:02:59	00:00:21	00:02:12	00:00:14	00:02:47	1	MI NERAL	TJ 924	00:05:46
		1											DESMONTE	SN		
2	415	1615	00:00:40	00:02:00	VAQO	00:01:15	00:00:38	00:03:18	00:00:38	00:02:23	00:00:15	00:03:16	1	MI NERAL	TJ 924	00:06:33
		1											DESMONTE	SN		
2	415	1615	00:00:33	00:02:02	VAQO	00:00:53	00:00:26	00:03:02	00:00:26	00:02:12	00:00:15	00:02:54	1	MI NERAL AVANCE	SN 271	00:05:55
		1											DESMONTE	SN		
2	415	1615	00:00:30	00:02:02	VAQO	00:00:45	00:00:23	00:02:55	00:00:23	00:02:10	00:00:13	00:02:45	1	MI NERAL AVANCE	SN 211	00:05:40
		1											DESMONTE	SN		
2	415	1615	00:00:28	00:02:02	VAQO	00:00:45	00:00:23	00:02:53	00:00:23	00:02:10	00:00:14	00:02:46	2	DESMONTE	SN	00:05:39
1	415	1615	00:01:00	00:01:58	CALESA	00:00:20	00:00:10	00:03:08	00:00:10	00:02:12	00:01:00	00:03:22	1	CALEZA	SN	00:06:30
2	415	1720	00:00:54	00:00:49	VAQO	00:00:59	00:00:29	00:02:12	00:00:29	00:00:52	00:00:14	00:01:35	2	MI NERAL	TJ 198	00:03:48
2	415	1720	00:00:30	00:00:50	VAQO	00:00:36	00:00:18	00:01:38	00:00:18	00:00:53	00:00:11	00:01:22	1	MI NERAL	TJ 258	00:03:00
		1											MI NERAL	TJ 440		
1	415	1720	00:00:31	00:00:45	VAQO	00:00:56	00:00:28	00:01:44	00:00:28	00:00:50	00:00:12	00:01:30	1	MI NERAL	TJ 440	00:03:14
		1											PLATAFORMA	SN		
2	415	1615	00:00:40	00:02:08	PLATAFORMA ALMUERZO	00:03:43	00:01:52	00:04:40	00:01:52	00:02:12	00:00:15	00:04:19	1	VAQO	SN	00:08:58
2	415	1615	00:01:01	00:05:06	PLATAFORMA ALMUERZO	00:00:55	00:00:28	00:06:34	00:00:28	00:04:50	00:01:04	00:06:21	2	PLATAFORMA ALMUERZO	SN	00:12:56
1	415	1615	00:01:06	00:02:10	PLATAFORMA MADERA	00:01:46	00:00:53	00:04:09	00:00:53	00:02:17	00:00:26	00:03:36	1	VAQO	SN	00:07:45
2	415	1665	00:00:45	00:01:28	VAQO	00:01:05	00:00:33	00:02:46	00:00:33	00:01:39	00:00:14	00:02:25	2	DESMONTE	SN	00:05:11
2	415	1665	00:00:46	00:01:31	VAQO	00:00:54	00:00:27	00:02:44	00:00:27	00:01:32	00:00:15	00:02:14	2	DESMONTE	SN	00:04:58
2	415	1665	00:00:37	00:01:27	VAQO	00:00:55	00:00:28	00:02:31	00:00:28	00:01:24	00:00:13	00:02:05	1	DESMONTE	SN	00:04:36
		1											MI NERAL	TJ 714		
2	415	1665	00:00:39	00:01:24	VAQO	00:00:54	00:00:27	00:02:30	00:00:27	00:01:38	00:00:19	00:02:24	2	MI NERAL	TJ 714	00:04:54
2	415	1665	00:00:45	00:01:27	VAQO	00:00:40	00:00:20	00:02:32	00:00:20	00:01:35	00:00:26	00:02:21	2	DESMONTE	SN	00:04:53
2	415	1665	00:00:35	00:01:30	VAQO	00:00:40	00:00:20	00:02:25	00:00:20	00:01:39	00:00:16	00:02:15	2	DESMONTE	SN	00:04:40
2	415	1665	00:00:33	00:01:24	VAQO	00:00:52	00:00:26	00:02:23	00:00:26	00:01:36	00:00:15	00:02:17	1	DESMONTE	SN	00:04:40
		1											PLATAFORMA	SN		
2	415	1665	00:00:48	00:01:26	VAQO	00:01:00	00:00:30	00:02:44	00:00:30	00:01:42	00:00:11	00:02:23	2	DESMONTE	SN	00:05:07
2	415	1665	00:00:40	00:01:24	VAQO	00:00:40	00:00:20	00:02:24	00:00:20	00:01:37	00:00:14	00:02:11	2	DESMONTE	SN	00:04:35

Anexo 7: Tabla de datos – Análisis Precios Unitarios (Procedimiento de validación y confiabilidad)

MES	VEETA	LABOR	CARGA	DIA																																																												
				DIA1	DIA2	DIA3	DIA4	DIA5	DIA6	DIA7	DIA8	DIA9	DIA10	DIA11	DIA12	DIA13	DIA14	DIA15	DIA16	DIA17	DIA18	DIA19	DIA20	DIA21	DIA22	DIA23	DIA24	DIA25	DIA26	DIA27	DIA28	DIA29	DIA30																															
				TURNO		D		N		D		N		D		N		D		N		D		N		D		N		D		N		D		N																												
Set-21	GISELA	INCLINADO +20 ACTUAL (WINCHE 125 HP)	MINERAL TAJOS	640	530	610	600	480	690	430	550	440	380	480	310	520	370	600	530	320	510	350	510	780	560	670	530	510	390	430	470	470	490	710	490	410	470	560	500	260	180	420	270	380	470	490	570	600	420	410	610	510	600	850	760	850	760	320	670	670	830	720	620	
			MINERAL AVANCES	00	00	00	00	60	00	120	00	80	120	80	230	120	60	190	120	00	140	00	40	00	00	00	00	00	00	00	00	00	210	00	00	120	70	190	60	180	100	210	160	260	290	320	90	240	170	190	160	80	60	160	50	30	50	30	30	120	160	230	210	300
			PALLAQUEO	120	390	200	330	210	210	450	60	70	300	00	80	30	140	20	20	320	330	00	250	230	540	520	400	180	390	210	520	200	310	170	370	70	150	130	290	210	170	130	190	240	150	00	00	60	280	00	200	60	50	80	110	80	110	260	240	100	170	40	110	
			DESMONTE	240	500	290	450	40	420	120	450	330	630	300	320	620	430	450	580	490	700	600	320	240	230	300	490	240	300	250	220	150	360	150	370	120	380	420	600	670	370	150	100	260	580	320	840	290	600	280	340	50	190	480	390	480	390	60	160	120	280	310	580	
			TOTAL	1000	1420	1100	1440	730	1380	1000	1180	840	1390	900	710	1400	1060	880	1320	1250	1540	1090	1080	1290	1330	1490	1420	930	1080	890	1210	1030	1160	1030	1350	670	1190	1170	1570	1240	930	860	820	1170	1500	900	1650	1120	1490	850	1230	680	1000	1460	1290	1460	1290	870	1190	1050	1510	1280	1610	
			TOTAL MINERAL	1120	1220	1180	1050	850	940	1190	1080	900	950	1330	1150	850	850	1120	1270	1090	1250	700	1060	1410	1340	1330	1490	1420	930	1080	890	1210	1030	1160	1030	1350	670	1190	1170	1570	1240	930	860	820	1170	1500	900	1650	1120	1490	850	1230	680	1000	1460	1290	1460	1290	870	1190	1050	1510	1280	1610
TOTAL GENERAL	2300	2420	1990	2060	2110	1490	2340	2080	2670	2050	2500	2790	1890	1980	2070	2260	1740	2620	2050	1560	2550	2430	2490	1960	1560	2630	2630	1940	2440	2770																																		
COSTO DE EXTRACCION ACTUAL (2.08 \$/TM)				717.6	755.0	620.9	642.7	658.3	464.9	730.1	649.0	833.0	639.6	780.0	870.5	589.7	617.8	645.8	705.1	542.9	817.4	639.6	486.7	795.6	758.2	776.9	611.5	486.7	820.6	820.6	605.3	761.3	864.2																															
Oct-21	GISELA	INCLINADO +20 ACTUAL (WINCHE 125 HP)	MINERAL TAJOS	980	690	500	330	410	390	520	180	450	310	270	180	370	480	380	290	490	520	670	690	350	220	380	470	450	470	410	280	390	330	380	540	270	370	190	390	510	350	450	610	740	410	440	710	560	590	820	420	700	690	640	540	670	660	740	630	430	750	790	790	
			MINERAL AVANCES	80	110	20	200	140	350	220	110	250	90	120	300	200	230	120	90	40	00	00	200	90	310	100	210	90	140	60	140	420	120	180	320	90	190	160	130	00	100	00	150	00	240	100	180	60	240	90	230	420	160	140	400	140	50	30	30	00	100	00	100	
			PALLAQUEO	160	120	110	480	280	150	00	140	110	00	140	100	170	460	90	00	110	160	100	80	20	80	120	140	10	40	420	100	150	140	170	00	150	60	170	110	00	30	320	20	160	270	60	90	50	100	00	180	100	00	00	00	20	40	270	350	330	270	250		
			DESMONTE	350	490	100	420	270	530	280	270	990	620	90	560	140	170	160	340	460	920	550	280	270	660	110	420	160	260	170	360	400	360	280	480	190	340	310	780	60	850	370	610	330	680	370	650	420	660	390	330	630	150	720	440	400	460	270	600	300	480	250	700	
			TOTAL	1570	1410	730	1430	1100	1420	1020	700	1800	1020	620	1140	880	1340	750	720	1100	1600	1320	1250	730	1270	710	1240	710	910	1060	880	1360	950	1010	1340	700	960	830	1410	570	1330	1140	1390	1230	1600	970	1630	1090	1590	1300	1160	1850	1000	1500	1380	1210	1190	1080	1530	1660	1660	1310	1840	
			TOTAL MINERAL	1810	1000	1240	980	1050	820	1230	830	1000	1510	920	1110	1100	840	1210	1370	870	820	910	1160	1340	1380	1400	1510	1920	1670	1470	1380	1230	1630																															
TOTAL GENERAL	2860	2040	2400	1600	2700	1640	2100	1350	2580	2450	1880	1830	1500	1820	2190	2230	1540	2120	1780	2410	2710	2480	2340	2730	2760	2280	2490	2620	2980																																			
COSTO DE EXTRACCION ACTUAL (2.08 \$/TM)				892.3	636.5	748.8	499.2	842.4	511.7	655.2	421.2	805.0	764.4	586.6	571.0	468.0	567.8	683.3	695.8	480.5	661.4	751.9	845.5	773.8	798.7	730.1	851.8	861.1	711.4	776.9	817.4	929.8																																
Oct-21	GISELA	INCLINADO +20 PROPUESTO (WINCHE 200 HP)	MINERAL TAJOS	60	46	64	59	85	14	69	66	56	57	39	48	54	79	63	59	25	12	50	67	49	36	44	23	36	18	75	39	25	44	56	47	47	39	53	60	60	58	49	34	75	67	84	66	82	46	70	64	27	62	34	38	39	42	56	74	52	49	41	75	
			MINERAL AVANCES	0	5	0	0	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	90	36	39	0	38	0	8	4	13	0	5	0	0	13	17	0	9	0	5	8	17	5	15	4	7	3	21	14	19	13	8	11	7	8	8	6	9	8	9	4	5			
			PALLAQUEO	11	0	9	0	12	14	32	4	6	12	10	19	18	20	50	29	8	12	33	25	40	51	46	16	25	11	12	25	9	24	17	33	9	28	12	30	21	34	0	22	27	25	15	0	21	10	19	13	16	27	18	26	20	0	17	24	21	6	17	24	
			DESMONTE	42	68	62	77	49	52	86	99	60	74	61	69	55	66	23	54	16	33	34	36	6	12	1	71	29	55	48	32	61	33	53	41	40	35	39	49	23	25	37	34	24	0	46	33	20	0	12	40	28	25	23	27	26	49	40	16	28	60	29	30	
			TOTAL	113	119	135	136	146	87	193	169	122	143	110	136	127	165	136	162	69	147	153	167	95	137	91	110	98	88	148	96	95	106	126	121	109	119	104	148	104	122	94	107	131	107	149	106	126	77	115	136	84	122	86	98	93	99	119	123	109	124	91	134	
			TOTAL MINERAL	1060	1180	1010	1360	1080	820	1280	1370	1420	1870	1180	620	610	1220	690	980	1110	1170	1180	1030	1570	1560	1470	1620	1050	850	920	1400	1130	1200																															
TOTAL GENERAL	2200	2590	2210	3500	2530	2340	2800	2860	2040	3080	2200	1890	1740	2320	1890	2350	2160	2400	2140	1890	2260	2430	1910	2390	1940	1720	1800	2300	2210	2130																																		
COSTO DE EXTRACCION PROPUESTO (1.15 \$/TM)				574.4	522.7	564.1	603.8	558.9	572.7	660.6	581.3	581.3	595.1	590.0	541.7	534.8	538.2	579.6	508.9	574.4	557.2	562.4	574.4	541.7	576.2	552.0	538.2	539.9	517.5	574.4	577.9	550.3	565.8																															

Anexo 8: Pets izaje de carga – inclinado 30°

 Minera Croacia E.I.R.L.	“SEGURIDAD ES HACER LAS COSAS BIEN”		ESPERANZA DE CARAVELI
	IZAJE EN INCLINADOS DE 30°		
	Área: Mina	Versión: 03	
	Código: SIG-PRO-MIN-019	Página: 1 de 2	

Personal: MW: Maestro Winchero (01) E: Enganchadores (04)	Referencias Complementarias: (Manuales, otros PETS, estándares, etc.) Manual de seguridad; D.S. 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional; Ley 29783: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo; D.S. 005-12-TR: Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y Otras Medidas Complementarias en Minería.
Equipos/Materiales/Herramientas: Equipo Winche de izaje con cable de ¼ de diámetro Herramientas y materiales Lámpara Minera. 03 cadena principal 06 cadenas auxiliares Llave stisop Nro. 18 y francesa Barretillas de 4 y 8 pies Triangulo de seguridad Lampa Cuaderno de reporte, Check List equipo, herramientas de gestión 07 pines.	Competencias Necesarias: (Cursos, entrenamiento, Inducción, etc.) Inducción en Seguridad, Conocimiento en los Procedimientos, Estándares y PETS de la Unidad y conocimiento de la cartilla Geomecánica.
EPP: Casco tipo sombrero Barbiquejo. Tapón de oído Respirador contra polvo. Lentes de seguridad Guante de cuero Bota de jebe con punta de acero. Correa porta lámpara. Pantalón con cinta reflectiva y polo de malla con cinta reflectiva.	Nivel de Riesgo: <p style="text-align: center;">Medio - Alto</p>

PROCEDIMIENTO	
PASOS	1. MW y E: Coordinar con el jefe de guardia y/o del capataz
	2. MW: El winchero al iniciar su labor deberá inspeccionar el Winche, cables, polea frenos estén en perfecto estado de funcionamiento
	3. MW y E: Cualquier desperfecto encontrado deberá ser reportado inmediatamente a su jefe inmediato y al área de mantenimiento, no deberá iniciar su labor hasta que haya corregido
	4. MW: El winchero está prohibido responder alguna señal que no está incluido en el código de señales elaborado por el departamento de seguridad
	5. MW: Antes de iniciar con el izaje se deberá realizar la prueba en vacío
PASOS	6. MW y E: En el momento de izaje está prohibido el transito del personal por el camino adyacente al carril de izaje
	7. MW y E: Mantener siempre el orden y limpieza en la zona de trabajo

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
AREA MINA ING. JOSE CAYAO FECHA: 06 DE MAYO 2021	SUPERINTENDENTE DE MINA ING. VLADIMIR VERA ZEGARRA FECHA:	GERENTE DE SEGURIDAD ING. DEMECIO TURPO QUISPE FECHA:	SUPERINTENDENCIA GENERAL ING. ANIBAL CHUMBE ROBLES FECHA: 06 DE MAYO 2021



Minera Croacia E.I.R.L.

“SEGURIDAD ES HACER LAS COSAS BIEN”

IZAJE EN INCLINADOS DE 30°

ESPERANZA DE CARAVELI

Area: Mina

Versión: 03

Código: SIG-PRO-MIN-019

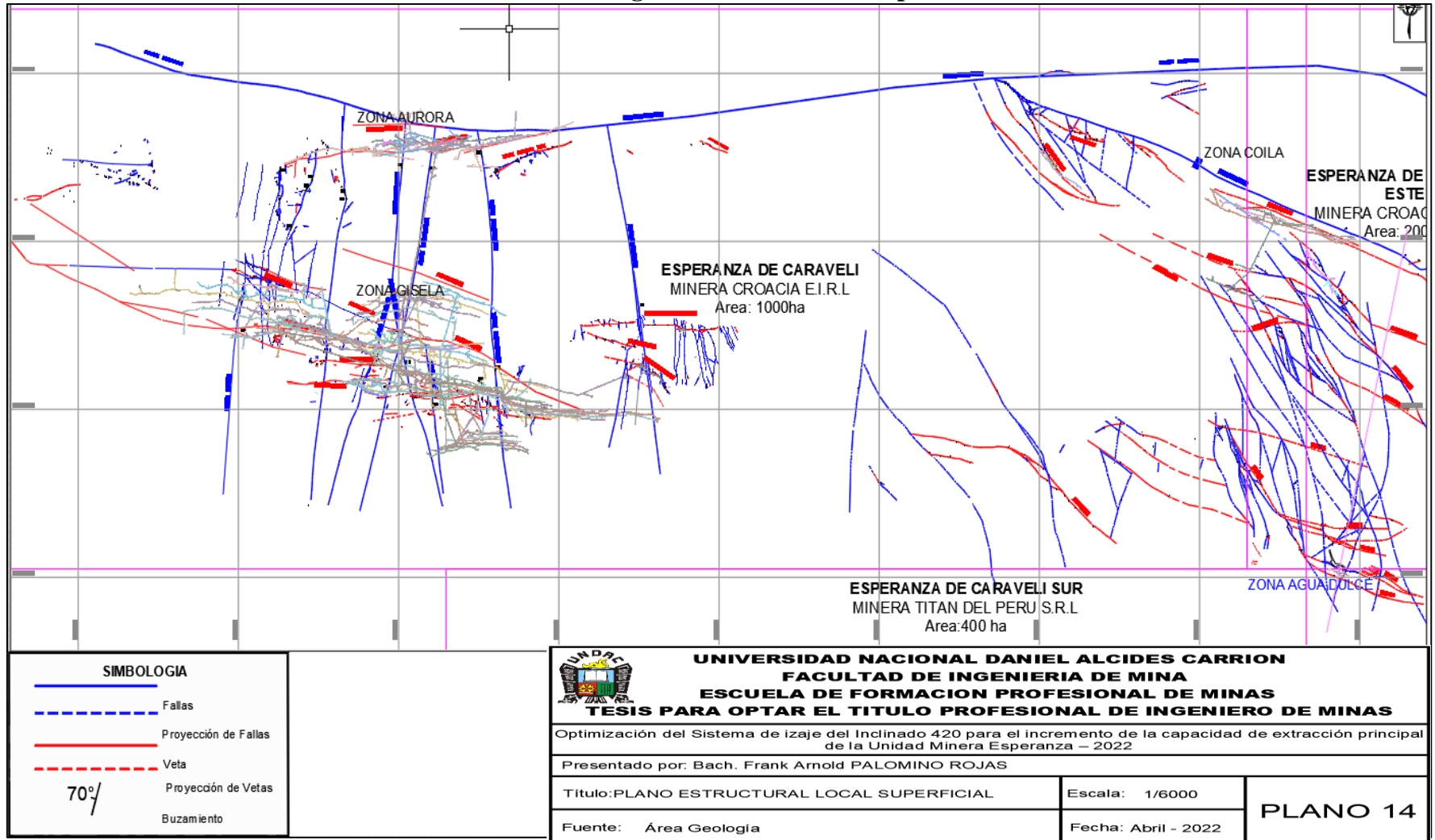
Página: 2 de 2

8. MW y E: Para el izaje de los distintos niveles, se realizará como máximo 2 carros U-35, con la carga al ras; para esto antes del izaje deberá igualar la carga con la lampa
9. MW y E: Para la comunicación entre los ayudantes y el winchero se realizará mediante el siguiente código de timbrado <p style="text-align: center;">● PARADA ●● BAJADA ●●● SUBIDA ●●●● DISPARO ●●●●● SUPERFICIE ●●●●●● EMERGENCIA</p>
10. E: Los enganchadores del nivel a realizar el izaje deberán inspeccionar la vía, trocha del inclinado hasta esta; La estación de zona de enganche, eliminando los riesgos posibles en estas
11. E: En la zona de enganche de los niveles, se deberá bajar el puente de la vía, según Procedimiento
12. E: Teniendo en condiciones la zona de enganche, se procederá a solicitar los carros mineros mediante con el timbre según el código de timbrado. (02 timbradas)
13. E: Llegando al nivel donde se realizara el izaje, el enganchador tocara timbre de parada (01 timbrada) luego desenganchara los carros y enganchara a los carros que están cargados, antes de tocar el timbre de subida deberá revisar bien las cadenas auxiliares, pin de enganche hacia el cable de acero principal y asegurar los cables auxiliares a los ganchos laterales del carro U-35
14. MW y E: Luego el enganchador dará la señal para que suba los carros mineros cargados, el winchero responderá la señal, confirmando la señal y el winchero procederá a mover el carro minero
15. MW y E: Una vez pasando el codo, el enganchador dará aviso con el timbre. Para aumentar la velocidad de izaje (03 timbradas)
16. E: Los ayudantes en la parte superior deberán desenganchar los carros mineros, para eso esperará que los carros estén completamente parado.
17. MW y E: Se repetirá los pasos 12 al 15 hasta que se haya concluido con el izaje
18. MW y E: Terminado el izaje en el nivel correspondiente, se dará aviso al winchero mediante un timbrado largo y además de la coordinación vía telefónica
19. MW y E: Está terminantemente prohibido el transporte de personal en los carros mineros

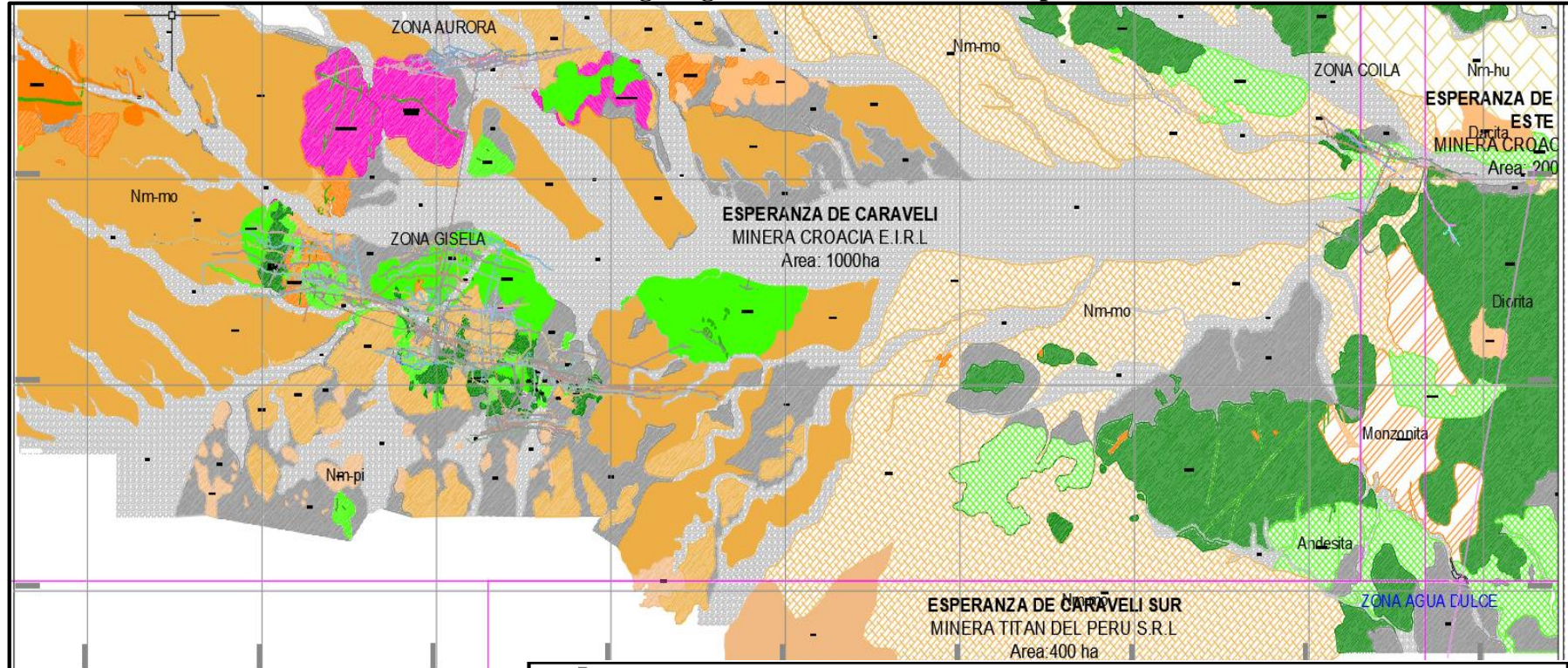
RESTRICCIONES: Todo lo que se oponga a este procedimiento, estándares y requerimientos legales.

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
AREA MINA ING. JOSE CAYAO FECHA: 06 DE MAYO 2021	SUPERINTENDENTE DE MINA ING. VLADIMIR VERA ZEGARRA FECHA:	GERENTE DE SEGURIDAD ING. DEMECIO TURPO QUISPE FECHA:	SUPERINTENDENCIA GENERAL ING. ANIBAL CHUMBE ROBLES FECHA: 06 DE MAYO 2021


Anexo 9: Geología Estructural Mina Esperanza



Anexo 10: Plano geológico de la Unidad Minera Esperanza



SISTEMA		UNIDADES GEOLÓGICAS		ROCCAS METAMÓRFICAS	
UNIDAD	USO	UNIDAD	USO	USO	USO
QUARTZICU	Quartzita	Quartzita	Quartzita	Quartzita	Quartzita
ESQUELITO	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto
ESQUELITO	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto
ESQUELITO	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto
ESQUELITO	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto	Esqueleto



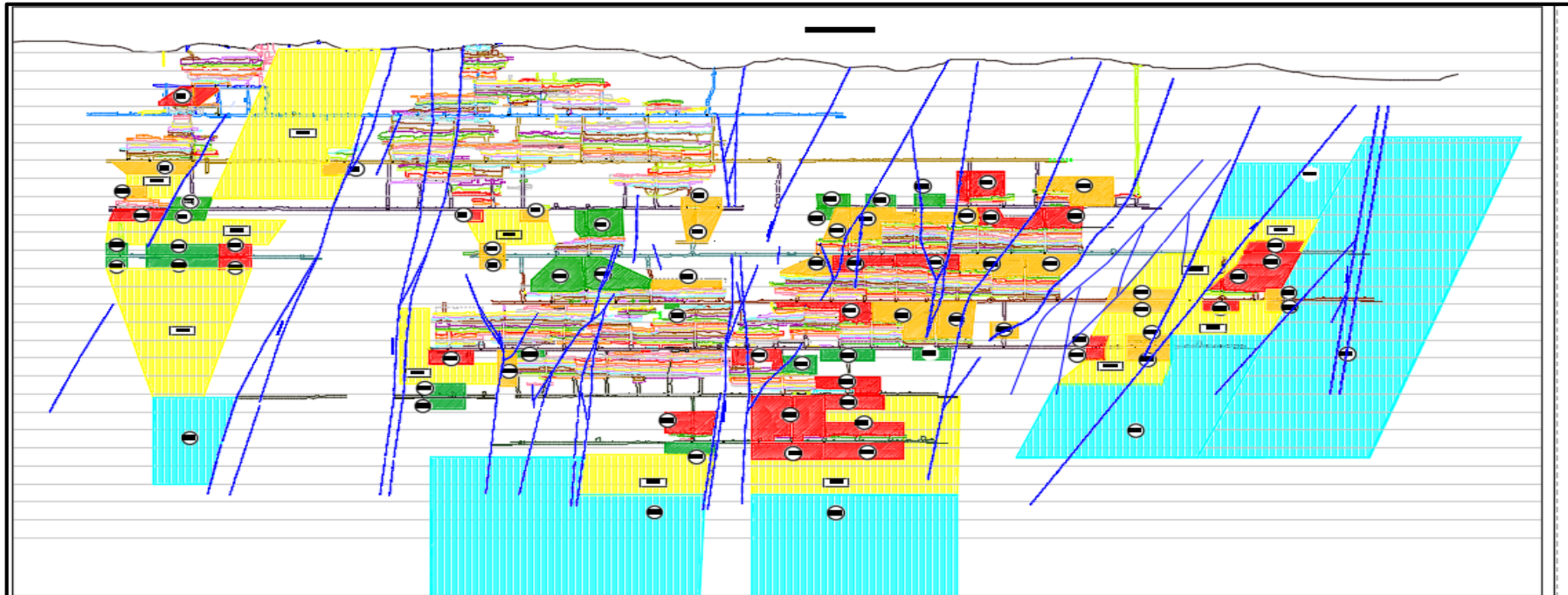
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE MINAS
TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad Minera Esperanza – 2022

Presentado por: Bach. Frank Arnold PALOMINO ROJAS

Título: PLANO GEOLOGICO LOCAL SUPERFICIAL	Escala: 1/6000	PLANO 15
Fuente: Área Geología	Fecha: Abril - 2022	

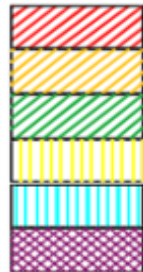
Anexo 12: Cubicación de reservas



RESUMEN DE MINERAL MEDIDO									
CLASIF.	TMS	Proporción Analizada			Proporción Cúbada			Valor Mineral S/TM	Equiv Au
		Área Veta (m ²)	Ley Au (g/tm)	Cu %	Área Cúbada (m ²)	Ley Au (g/tm)	Cu %		
TOTAL	65.000	0,35	0,22	0,28	0,27	0,28	395,48	0,75	

RESUMEN RECURSO DE MINERAL									
CLASIF.	TMS	Proporción Analizada			Proporción Cúbada			Valor Mineral S/TM	Equiv Au
		Área Veta (m ²)	Ley Au (g/tm)	Cu %	Área Cúbada (m ²)	Ley Au (g/tm)	Cu %		
MEDIO	65.000	0,35	0,22	0,28	0,27	0,28	395,48	0,75	
INDICADO	65.000	0,35	0,22	0,28	0,27	0,28	395,48	0,75	

Mineral Económico
 Mineral Marginal
 Mineral Submarginal
 Mineral Indicado
 Mineral Inferido
 Mineral Inaccesible



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE MINAS
TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

Optimización del Sistema de izaje del Inclinado 420 para el incremento de la capacidad de extracción principal de la Unidad Minera Esperanza – 2022

Presentado por: Bach. Frank Arnold PALOMINO ROJAS

Título: PLANO DE CUBICACION - VETA CARMEN

Escala: 1/1250

Fuente: Área Geología

Fecha: Abril - 2022


PLANO 17

Anexo 13: Tabla Geomecánica (Cartilla Gsi)

		TABLA GEOMECANICA							
		U.E.A. - ESPERANZA AREA GEOMECANICA		CONDICION SUPERFICIAL					
		INDICE DE RESISTENCIA GEOLOGICA		BUENA	REGULAR	POBRE	MUY POBRE		
CARACTERISTICAS DEL MACIZO ROCOSO SEGÚN GSI MODIFICADO		B	R	P	MP				
<p>SE BASA EN LA CANTIDAD DE FRACTURAS POR METRO CUADRO, MEDIDAS EN LA LABOR CON UN FLEXOMETRO PINTANDO UN 1m X 1m LA MALA VOLADURA AFECTA ESTA CONDICION LA RESISTENCIA SE DETERMINA GOLPEANDO LA ROCA CON UNA PICOTA O BARRETILLA SE TOMA EN CUENTA LA RUGOSIDAD, ALTERACION DE PAREDES Y RELLENO DE LAS DISCONTINUIDADES.</p>		<p>BUENA (MUY RESISTENTE - FRESCA) SUPERFICIE DE LAS DISCONTINUIDADES MUY RUGOSAS E INALTERADAS CERRADAS. (RC: 100 - 250 Mpa) SE ROMPE CON TRES A MAS GOLPES DE LA PICOTA O BARRETILLAS DE 4 PIES</p>		<p>REGULAR (RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA) DISCONTINUIDADES, LEVEMENTE ALTERADA, MANCHAS DE OXIDACION LIGERAMENTE ABIERTA. (RC: 50 - 100 Mpa) SE ROMPE CON UNO A DOS GOLPES DE LA PICOTA O BARRETILLAS DE 4 PIES</p>		<p>POBRE (MODERADAMENTE RESISTENTE, LEVEMENTE A MODERADA; DISCONTINUIDADES LISAS, MODERADAMENTE ALTERADA, LIGERAMENTE ABIERTA) (RC: 25 - 50 Mpa) LA PICOTA O BETERILLA 4 PIES SE HUNDE O INDENTA DEMASIADO EN LA ROCA CON UN GOLPE</p>		<p>MUY POBRE (BLANDA, MUY ALTERADA) SUPERFICIE PULIDA O CON ESTRIACIONES, MUY ALETRADA CON RELLENO COMPACTO CON FRAGMENTOS DE ROCAS (RC: 0 - 25 Mpa) LA ROCA SE DISGREGA O SE HUNDE LA PICOTA O BARRETIL DE 4 PIES MAS DE MEDIO CENTIMETRO DE LA ROCA CON UN GOLPE.</p>	
CONDICION ESTRUCTURAL									
		<p>LEVEMENTE FRACTURADA (LF) ROCA MASIVA CON FRACTURA, AMPLIAMENTE ESPACIADAS (RQD: 75-100) DE 2 A 5 FRACTURAS</p>		2	2	---	---		
		<p>FRACTURADA (F) MUY BIEN TRABADA, NO DISTRUBADA BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES (RQD: 50-70) DE 6 A 11 FRACTURAS</p>		2	3	3	---		
		<p>MUY FRACTURADA (MF) MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTRUBADA, BLOQUES ANGULOSOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD: 25 - 50) DE 12 A 20 FRACTURAS</p>		3	3	4	4		
		<p>INTENSAMENTE FRACTURADA (MF) PLEGADA Y FALLADA CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES (RQD: 0 - 25) 20 A MAS FRACTURAS</p>		---	4	4	5		
		<p>TRITURADA BRECHADA (T) LIGERAMENTE TRABADA, MASA ROCOSA EXTREMADAMENTE ROTA CON UNA MEZCLA DE FRAGMENTOS FACILMENTE DISGREGABLES, ANGULOSOS Y REDONDADOS (SIN RQD)</p>		---	---	5	5		

SOSTENIMIENTO POR TIPO DE LABOR (PARA EL AUTOSOORTE ANCHO PROMEDIO ES 1.3 - 2.5m)					
RMR	TIPO DE ROCA	AUTOSOORTE	CALIDAD DE ROCA	LABORES DE AVANCE	
				SECCION 3 X 7' (SN, EST)	SECCION 7 X 7' (GL,CX,BP, VN)
61 - 80	2	6 meses a 1 año	BUENA	AUTO SOPORTE (SECCION CONTROLADA)	AUTO SOPORTE (SECCION CONTROLADA), SPLIT SET DE 5' PUNTUALES EN DONDE PRESENTA RIESGO DE CAIDA DE ROCA DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO
41 - 60	3	>1-3 meses	REGULAR	AUTO SOPORTE O PUNTAL DE SEGURIDAD DE 5 O 4 PULGADAS CON PLANTILLA DE 75cm, PUNTUALES DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICA	AUTO SOPORTE, SPLIT SET DE 5' DE MANERA PUNTUAL O SISTEMATICO DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO
21 - 40	4	<3-7 dias	POBRE	PUNTAL DE SEGURIDAD DE 5 O 4 PULGADAS CON PLANTILLA DE 75cm, SISTEMATICO ESPACIADO A 1.20m DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO	MALLA ELECTROSOLDAD Y SPLIT SET DE 5' ESPACIADO DE 1.70 X 1.00m O CUADRO DE MADERA ESPACIADO A 1.20m DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO
0 - 20	5	COLAPSO	MUY POBRE	CUADRO DE MADERA ESPACIADO A 1.20m CON MARCHAVANTE DE	CUADRO DE MADERA ESPACIADO A 1.00m CON
RMR	TIPO DE ROCA	AUTOSOORTE	CALIDAD DE ROCA	LABORES DE EXPLOTACION	
				TAJOS DE SECCION MENOR DE 1.5m	TAJOS DE SECCION MAYOR DE 1.5m
61 - 80	2	4 DIAS	BUENA	AUTO SOPORTE (SECCION CONTROLADA) O PUNTAL DE SEGURIDAD DE 5 O 4 PULG CON PLANTILLA DE 75cm PUNTUALES, DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO	AUTO SOPORTE, SPLIT SET DE 5 PIES EN FORMA ESPORADICA DONDE PRESENTA RIESGO DE CAIDA DE ROCA DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO
41 - 60	3	2 DIAS	REGULAR	PUNTAL DE SEGURIDAD DE 5 O 4 PULGADAS CON PLANTILLA DE 75cm DE MANERA PUNTUAL O SISTEMATICO A 1.50m O 1.20m, EN ZONA DONDE PRESENTA VOLADIZOS SE COLOCARA CON PUNTAL DE SEGURIDAD Y PLANTILLA, EN UN ANCHO MENOR DE 80cm PUNTAL DE SEGURIDAD SIN PLANTILLA Y PATILLA BLOQUEADO ENTRE LAS CAJAS (muchacho) DE MANERA PUNTUALES O SISTEMATICO A 1.50 O 1.20m, DE ACUERDO A LA EVALUACION Y RECOMENDACIÓN GEOMECANICO USO DE GATA MECANICA COMO PRESOPORTE	SPLIT SET DE 5 PIES CON PLANTILLA DE 75cm DE MANERA SISTEMATICO ESPACIADO A 1.50m O 1.20m, DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO
21 - 40	4	4 HORAS	POBRE	PUNTAL DE SEGURIDAD DE 5 O 4 PULGADAS CON PLANTILLA DE 75cm DE MANERA SISTEMATICO DE 1.20m O 1.00m, CUADRO DE MADERA ESPACIADO A 1.20m, DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO USO DE GATA MECANICA COMO PRESOPORTE	MALLA ELECTROSOLDAD Y SPLIT SET DE 5 PIES ESPACIADOS A 1.70 X 1.00m, SPLIT SET DE 5 PIES CON PLANTILLA ESPACIADO A 1.20m O 1.0m, CUADRO DE MADERA ESPACIADO A 1.20m, DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO
0 - 20	5	COLAPSO INMEDIATO	MUY POBRE	CUADRO DE MADERA ESPACIADO A 1.00m CON MARCHAVANTE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO USO DE GATA MECANICA COMO PRESOPORTE	CUADRO DE MADERA ESPACIADO A 1.00m CON MARCHAVANTE, DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO
RMR	TIPO DE ROCA	AUTOSOORTE	CALIDAD DE ROCA	LABORES DE VERTICALES O INCLINADOS	
				SECCION 4 X 9' (CH.PQ)	SECCION 8 X 7' (INCLINADO)
61 - 80	2	6 meses a 1 año	BUENA	AUTO SOPORTE CON PUNTAL DE LINEA	AUTO SOPORTE, PERNO HELICOIDAL DE 5 PIES O SPLIT SET DE 5 PIES EN FORMA ESPORADICA DONDE PRESENTA RIESGO DE CAIDA DE ROCA DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO
41 - 60	3	>1-3 meses	REGULAR	SOBRECUADO COJO ESPACIADO A 1.30m Y SPLIT SET DE 3 O 4 PIES PUNTUALES, DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO	AUTO SOPORTE, PERNO HELICOIDAL DE 5 PIES O SPLIT SET DE 5 PIES DE MANERA PUNTUAL O SISTEMATICO DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO
21 - 40	4	<3-7 dias	POBRE	SOBRECUADO COMPLETO ESPACIADO A 1.30m, DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO	MALLA ELECTROSOLDAD Y PERNO HELICOIDAL DE 5 PIES ESPACIADO DE 1.70 X 1.00m, CUADRO DE MADERA ESPACIADO A 1.20m DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO
0 - 20	5	COLAPSO INMEDIATO	MUY POBRE	CRIBING DE MADERA ESPACIADO A 1.20m X 1.20m	CUADRO DE MADERA ESPACIADO A 1.00m CON MARCHAVANTE DE ACUERDO A LA EVALUACION GEOMECANICO

Anexo 14: Formato de Mapeo Geomecánico

EVALUACION GEOMECANICA DE LABORES																										
		MINA ESPERANZA AREA GEOMECANICA																								
Minera Croacia E.I.R.L.																										
VETA		:																								
LABOR		:																								
NIVEL		:																								
SECCION		:																								
RESPONSABLE		:																								
FECHA		:																								
HORA		:																								
PUNTO DE REFERENCIA		:																								
R.C.U. (Mpa)	> 250 Mpa	15	RQD (%)	90 - 100%	20	Espaciamiento	> 2m	20	Persistencia	<1 m	6															
	100-250 Mpa	12		75 - 90 %	17		0.6 - 2 m	15		1 - 3 m	4															
	50-100 Mpa	7		50 - 75 %	13		0.2-0.6 m	10		3 - 10 m	2															
	25-50 Mpa	4		25 - 50 %	8		0.06-0.2 m	8		10 - 20 m	1															
	<25 Mpa	2		<25 %	3		< 0.06 m	5		>20 m	0															
Abertura	Cerrada	6	Rugosidad	Muy rugosa	6	Relleno	Limpio	6	Alteracion	Sana	6															
	<0.1mm	5		Rugosa	5		Duro<5mm	4		Lig. Alterada	4															
	0.1-1mm	4		Lig. Rugosa	3		Duro>5mm	2		Mod. Alterada	2															
	1 - 5mm	1		Lisa	1		Suave<5mm	1		Muy Alterada	1															
	>5mm	0		Esp. De falla	0		Suave>5mm	0		descompuesta	0															
Agua	Seco	15	Ajuste	PERPENDICULAR		SET	TIPO	D/DD																		
	Húmedo	10		En sentido	En contra																					
	Mojado	7		45 - 90 (0)	45 - 90 (-5)																					
	Goteo	4		20-45 (-2)	20 - 45 (-10)																					
	Flujo	0		PARALELO																						
RMR :																										
		RMR AJUSTADO																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">TIPO</th> <th style="width: 15%;">RMR</th> <th style="width: 85%;">CALIDAD RMR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">2</td> <td>61-80</td> <td>BUENA</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFFF00;">3</td> <td>41-60</td> <td>REGULAR</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFD700;">4</td> <td>21-40</td> <td>POBRE</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FF0000;">5</td> <td>0-20</td> <td>MUY POBRE</td> </tr> </tbody> </table>												TIPO	RMR	CALIDAD RMR	2	61-80	BUENA	3	41-60	REGULAR	4	21-40	POBRE	5	0-20	MUY POBRE
TIPO	RMR	CALIDAD RMR																								
2	61-80	BUENA																								
3	41-60	REGULAR																								
4	21-40	POBRE																								
5	0-20	MUY POBRE																								
RECOMENDACIÓN DE SOSTENIMIENTO:																										
OBSERVACION O MEDIDAS CORRECTIVAS:																										
FECHA DE CUMPL. <input type="text"/>				% DE CUMPLIMIENTO <input type="text"/> %																						
AREA DE GEOMECANICA				MAESTRO DEL LABOR				SUPERVISOR DE TURNO																		