

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS:

**Diseño de sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 cuerpo
Melissa, de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c - 2022**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:

Bach. Ivan PALOMINO HINOSTROZA

ASESOR:

Mg. Ing. Fortunato DE LA CRUZ PALOMINO

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA.

Dedico esta Tesis a mi padre Genaro Palomino V. quien, aunque ya no se encuentre en esta vida siempre menciono cuán importante es la vida profesional. A mi madre Lidia M. Hinostroza M. que hasta ahora sigue impulsándome para obtener mi título y seguir para adelante, ella siempre firme como padre y madre.

A mis hijos Cristopher Ivan y Evolet Marisol Palomino T. quienes me dan el aliento para poder culminar esta tesis y ser un profesional exitoso.

Gracias a todos ellos....

AGRADECIMIENTO.

Mi principal agradecimiento a Dios, quien guía mi sendero y es el protector de mi vida, posteriormente a la plana docente y maestros de la facultad de Ingeniería de Minas, escuela profesional de Ingeniería de Minas donde ellos impartieron sus conocimientos y dedicaron tiempos invaluables para nuestras enseñanzas y así tener una buena formación académica durante las clases que fueron impartidas.

En especial reconocimiento al Ing. Fortunato de la Cruz Palomino, quien con su apoyo y su amplia experiencia profesional que me brindo en el asesoramiento para la culminación de mi tesis y el apoyo incondicional en temas para mejorar más mis conocimientos.

Igualmente, al Ing. Helio Zavalla Alarcón, Residente, al Ing. Lucho Sulca Auqui, Ing. de Seguridad, a los supervisores, maestros de los diferentes frentes de trabajo, los oficiales y ayudantes de la empresa Azor Ingenieros por sus apoyos incondicionales en temas que tuve la necesidad y dudas que me supieron responder para así lograr mi objetivo de culminar mi investigación de tesis que es titulado ***Diseño de sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 cuerpo Melissa, de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c – 2022*** y también al cuerpo de Ingenieros del área de Geo mecánica, Planeamiento por el apoyo de brindarme con bases de datos para dicha elaboración de mi investigación de dicha unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

RESUMEN

El estudio de mi investigación de tesis que es titulado ***Diseño de sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 cuerpo Melissa, de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c – 2022*** tuvo como propósito de hacer conocer sobre la situación que se encuentra el frente de trabajo y de cómo se debería realizar un sostenimiento con cimbras especialmente en un material de relleno en pasta donde pasado el tiempo de su fraguado existen presencias de fisuras en forma de bloques y esto hace que tenga un tiempo prudencial de su sostenimiento y para realizar el avance con cimbras tiene que ser en distancias cortas y siempre poniendo guarda cabezas como seguridad para los trabajadores. Dentro de ello se obtuvo una **problemática** que se refiere ¿de qué manera se realizara el sostenimiento de las cimbras de la Rp 3972, cuerpo Melissa en la unidad minera catalina huanca s.a.c? para poder dar una respuesta a este problema se establecieron estrategias que pudieran resolver esta problemática del tema del sostenimiento de cimbras con que nos encontramos; donde se presentó un **objetivo** de cómo realizar el sostenimiento de la Rp 3972, cuerpo Melissa mediante el diseño con las cimbras en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c mediante un nivel experimental – aplicada del tipo cuantitativo donde se busca resolver el problema del sostenimiento con cimbras teniendo siempre en cuenta la seguridad en el frente de trabajo.

Al proceder con las verificaciones mediante cálculos para los diseños del sostenimiento con cimbras se obtuvo como un resultado óptimo y satisfactorio observando que los diseños que se realizaron están acorde a los resultados que se obtuvieron dando como positivo a la ejecución de estos diseños sin presentar ningún problema en el frente de trabajo hasta la actualidad.

Palabras claves: bolsacreto, cimbras metálicas, frente de trabajo, sostenimiento, relleno de pasta, rampa.

ABSTRACT.

The purpose of the study of my thesis research, which is titled Design of support with forms in Rp 3972 Melissa body, of the Catalina Huanca s.a.c mining unit – 2022 was to make known the situation of the work front and how support should be carried out with formwork, especially in a paste filling material where, after its setting time, there are cracks in the form of blocks and this means that it has a reasonable amount of time to support it and to advance with formwork. It has to be over short distances and always using head guards as security for the workers. Within this, a problem was obtained that refers to how the support of the forms of Rp 3972, Melissa body in the Catalina Huanca S.A.C mining unit will be carried out. In order to provide an answer to this problem, strategies were established that could solve this problem of the support of formwork that we encounter; where an objective was presented on how to support Rp 3972, Melissa body through the design with the formwork in the Catalina Huanca S.A.C mining unit. through an experimental level – applied quantitative type where the aim is to solve the problem of support with formwork, always taking into account safety on the work front.

When proceeding with the verifications through calculations for the support designs with formwork, an optimal and satisfactory result was obtained, observing that the designs that were made are in accordance with the results that were obtained, giving a positive result to the execution of these designs without presenting any problem. on the work front until today.

Keywords: concrete bag, metal forms, work front, support, paste filling, ramp.

INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
INDICE.....	v
INDICE DE FIGURA.....	ix
INDICE DE IMAGEN.....	x
INDICE DE TABLA.....	xi
INTRODUCCION.....	1

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	2
1.1.1. Realidad problemática.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación.....	4
1.5. Hipótesis.....	4
1.5.1. Hipótesis general.....	4
1.5.2. Hipótesis específicas.....	5

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Generalidades de la mina.....	6
2.1.1. Ubicación.....	6
2.1.2. Accesibilidad.....	7
2.1.3. Clima y vegetación.....	8
2.1.4. geología.....	9
2.1.4.1. Geología regional.....	9
2.1.4.2. Geología local.....	11
2.1.4.3. Geología estructural.....	12

2.1.4.4.	Geología económica.	14
2.1.5.	Reservas y recursos.	15
2.2.	Antecedentes de la investigación.	17
2.3.	Bases teóricas.	19
2.3.1.	Bases teóricas – científicas.	20
2.3.1.1.	La minería.	20
2.3.1.2.	El acero en la minería.	20
2.3.1.3.	Importancia del acero.	21
2.3.1.4.	Sostenimiento en la minería.	24
2.3.1.5.	Estudios técnicos para los sostenimientos.	24
2.3.1.6.	Exigencias de los sostenimientos.	26
2.3.1.7.	Mecanización del sostenimiento.	27
2.3.1.8.	Diseños de sostenimientos.	27
2.3.1.9.	Clasificaciones geo mecánicas.	28
2.3.1.10.	Tipos de sostenimientos.	32
2.3.1.11.	Sostenimiento en la minería subterránea.	34
2.3.1.12.	Cimbras metálicas.	37
2.3.1.13.	Determinación de las cargas actuantes.	42
2.3.1.14.	Cargas sobre las cimbras en las rocas trituradas.	44
2.3.1.15.	Pasta de relleno en minas subterráneas.	49
2.3.2.	Bases conceptuales.	56
2.4.	Aplicación de cimbras en la Rp 3972 – cuerpo Melissa.	57
2.4.1.	Descripción del trabajo de campo.	57
2.4.2.	Caracterización del área de trabajo.	58
2.4.3.	Descripción del proceso operacional.	58
2.4.4.	Estudio y modelamiento de las cimbras.	59
2.4.5.	Cimbras metálicas.	61
2.4.6.	Procedimientos de Instalación.	62
2.4.7.	Control de calidad.	63
2.4.8.	Fundamentos de uso de cimbras.	63
2.4.9.	Tipo de cimbra utilizado en la UMCH.	64
2.4.10.	Costo para el sostenimiento de las cimbras en Rp 3972.	65
2.4.10.1.	Análisis de costo por cada metro.	66
2.4.11.	Herramientas de control de seguridad.	69
2.4.11.1.	IPERC.	69

2.4.11.2. PETAR.....	71
2.4.11.3. PETS.	72
2.4.11.4. ATS.....	73

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Método y alcance de la investigación.....	75
3.2. Tipo de investigación.	75
3.3. Nivel de investigación.	75
3.4. Método de investigación.....	76
3.5. Diseño de la investigación.....	76
3.6. Población y muestra.....	77
3.6.1. Población.....	77
3.6.2. Muestra.	77
3.7. Variable de la investigación.....	77
3.7.1. Variables Independientes.	77
3.7.2. Variables Dependientes.....	77
3.8. Operación de las variables.....	78
3.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	78
3.9.1. Técnicas.....	78
3.9.2. Instrumentos.....	78
3.10. Técnicas de análisis y procesamiento de datos.	78
3.11. Tratamiento estadístico.....	78
3.12. Recolección y procesamiento de datos.	79

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN TÉCNICA Y CALCULOS.

4.1. Análisis e interpretación de los Objetivos.	85
4.1.1. Respecto al primer objetivo.	85
4.1.2. Respecto al segundo objetivo.....	91
4.1.3. Respecto al tercer objetivo.	98

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1. Presentación de los resultados	103
5.1.1. Con relación al estudio tensional y la resistencia del relleno de pasta. 103	
5.1.2. Con relación a la factibilidad técnica de los pre dimensionamientos. 103	

5.1.3. Con relación al sostenimiento de las cimbras de la Rp 3972.	104
5.2. Discusión de los resultados.....	104
5.3. Aporte del tesista.	105
CONCLUSIONES.	
RECOMENDACIONES.	
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	
ANEXO.	

INDICE DE FIGURA.

Figura 1: ubicación geográfica de la unidad minera	7
Figura 2: columna estratigráfica de la unidad minera.....	10
Figura 3: modelo geológico de Catalina Huanca.....	16
Figura 4: utilización del acero en la construcción.	22
Figura 5: utilización del acero en mano de obra.....	23
Figura 6: comportamiento del terreno	25
Figura 7: excavación en relación a las capas.....	32
Figura 8: Carga masiva sobre las cimbras	43
Figura 9: carga puntual sobre las cimbras.	43
Figura 10: cargas sobre las cimbras.	45
Figura 11: cargas sobre las cimbras.	45
Figura 12: Flujograma del relleno en pasta.	54
Figura 13: esquema de medición de convergencia.	55
Figura 14: Visión del modelo de los elementos finitos.....	60
Figura 15: Detalle del modelo de elementos finitos.....	60
Figura 16: Grafico de la resistencia a compresión de Tabla 9.....	89
Figura 17: Grafico de la resistencia a compresión de Tabla 10.....	90
Figura 18: Grafico de la resistencia a compresión de Tabla 11.....	90
Figura 19: Esquema ilustrativo de Terzaghi.	92
Figura 20: Modelo estático de un arco rígido de acero.....	95
Figura 21: Diseño de modelo de momento estático de la cimbra metálico.	97

INDICE DE IMAGEN.

Imagen 1: ubicación de la mina.....	6
Imagen 2: ubicación de la mina.....	21
Imagen 3: Distanciadores de 1.5m.....	40
Imagen 4: Planchas metálicas acanaladas.	40
Imagen 5: Encostillado con bolsacreto en las cimbras.	41
Imagen 6: Partes de las cimbras metálicas.	42
Imagen 7: Efecto del arco.	45
Imagen 8: instalación de cimbras metálicas en la Rp 3420.	48
Imagen 9: planta de relleno de PTAM.	49
Imagen 10: Relleno de pasta de cemento a la zona de un tajo.	50
Imagen 11: Matriz de evaluación de riesgos	70
Imagen 12: IPERC continuo.....	71
Imagen 13: PTAR para instalación de cimbras con equipo.	72
Imagen 14: PETS de armado de cimbra con equipo.	73
Imagen 15: ATS de llenado.....	74

INDICE DE TABLA.

Tabla 1: concesiones mineras y planta de beneficio	7
Tabla 2: actividades del uso del acero corrugado.....	23
Tabla 3: Clasificación del macizo rocoso.....	29
Tabla 4: significado del macizo rocoso según el índice RMR	30
Tabla 5: cálculo del RMR de Bieniawski.....	31
Tabla 6: Valores de cargas sobre las cimbras.....	44
Tabla 7: tipo de soporte de la cimbras metálicas.....	46
Tabla 8: tipos de cemento	53
Tabla 9: Características del relleno de pasta de cemento	61
Tabla 10: Relleno de pasta para la Rp 3972	86
Tabla 11: 1er ensayo a compresión axial de testigos	89
Tabla 12: 2do ensayo a compresión axial de testigos.	89
Tabla 13: 3cer. ensayo a compresión axial de testigos.	90
Tabla 14: Datos de Convergencia de las cimbras.	99
Tabla 15: verificación de convergencia de las cimbras Rp 3972.	101

INTRODUCCION.

En el mundo de la minería las explotaciones mineras se realizan a diario realizando sostenimientos en cada labor que son trabajos adicionales de altos costos donde se reduce la velocidad de los avances y que también es un proceso muy importante para la protección antes los accidentes que se pudiesen existir. (Ccama F., 2017)

Estos sostenimientos son para labores permanentes donde los avances en los frentes de trabajo existen la presencia de masas rocosas que son intensamente fracturada o rocas que son muy débiles donde se le presenta como una roca de mala calidad o de muy mala calidad que estos están sometidas a condiciones de altos esfuerzos. Si mencionamos a la unidad minera de Catalina Huanca s.a.c los sostenimientos con cimbras se realizan a diario por presentar rocas fracturadas en las zonas de profundización; los sostenimientos que se realizan son diversos modelos no solo las cimbras se están utilizando también otros métodos de sostenimientos de acuerdo al frente de trabajo. Es por ello para este trabajo de investigación se presenta un **problema** de acuerdo a la zona de estudio ¿De qué manera se realizará sostenimiento de las cimbras de la Rp 3972, cuerpo Melissa en la unidad minera catalina huanca? Donde nuestro **objetivo general** es de realizar el sostenimiento de la Rp 3972, cuerpo Melissa mediante el diseño con las cimbras en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c para ello se encontraron algunos objetivos secundarios los cuales fueron desarrollados mediante un tipo de investigación cuantitativo y nivel experimental – aplicado.

En base a los **resultados** que se obtiene todos son satisfactorios donde los diseños de los planos que se presentaron fueron aprobados por la unidad minera y puestos a ejecución que hasta la actualidad no se obtuvieron ningún problema en los sostenimientos realizados.

I. CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento y formulación del problema.

1.1.1 Realidad problemática.

La unidad minera Catalina Huanca S.A.C. tiene proyectado explotar labores antiguas del cuerpo Melissa donde anteriormente tuvieron algunos problemas de las inestabilidades de la masa rocosa y que fueron rellenados en algunos puntos de las rampas de ingreso mediante materiales de relleno de pasta; en algunos casos las rampas por dicha inestabilidad de la masa rocosa que se presenta hasta la actualidad se derrumbaron impidiendo el ingreso a los puntos de explotación donde el cuerpo Melissa tiene una particularidad muy importante ya que se utilizó el método del corte y relleno ascendente.

Para poder realizar la explotación de los minerales existentes en el cuerpo Melissa existieron dos accesos principales hacia el proyecto donde estas fueron taponeadas con relleno de pasta y el otro ingreso se derrumbó por la inestabilidad de la masa rocosa, la Rp 3972 es el acceso que se encuentra taponeada con relleno de pasta y este será nuestro acceso principal pero por temas de inestabilidad de la masa rocosa y ahora teniendo como frente de perforación el relleno de pasta se tendrá que pre dimensionar las cimbras y la forma de realizar las perforaciones que esta tendrá una sección de 4.0 * 4.0 m. así poder acceder a la zona mineralizada, es por ello que se genera el problema de qué manera se realizará el sostenimiento de las cimbras de la Rp 3972, cuerpo Melissa .

La Rp 3972 cuerpo Melissa, se viene realizando los estudios primordiales para la ejecución del frente de trabajo para lo cual se está procediendo a los pre dimensionamientos del tipo de las cimbras según el RMR de la masa rocosa y del relleno en pasta y como se estará realizando las perforaciones del frente de trabajo por temas de la inestabilidad de la masa rocosa. Una vez obtenido los pre dimensionamientos se pondrá en ejecución del trabajo donde se está viendo utilizar cimbras de 6H20 para la sección de 4.0 * 4.0 m que estará presentado por 03 cuerpos.

Actualmente la unidad minera Catalina Huanca, encontró como sostenimiento importante a las cimbras ya que garantiza una buena estabilidad de las zonas de labores de trabajo, estas cimbras se encuentran ya colocadas en otras zonas de accesos de las vías principales desde más antes lo que conlleva a algunas deformaciones por temas de antigüedad y fallas de la masa rocosa; es por ello que se viene desarrollando los monitoreos de convergencia a estas cimbras. Para estas mediciones son tomadas y a su vez registrados donde nos muestra las dos últimas mediciones de las cimbras donde se obtienen informaciones parciales con ciertos márgenes de error ya que varía según el ritmo de las deformaciones de las cimbras.

Si nosotros nos referimos al tipo de relleno en pasta que la unidad minera Catalina Huanca lo realiza, se puede mencionar que es la primera unidad minera que estará realizando el sostenimiento de cimbras en relleno de pasta. Para nosotros poder proceder con este sostenimiento se tendrá que realizar primero los estudios pertinentes a relleno insitu de cuál es su porcentaje de humedad, la resistencia que estará soportando la cimbras ya que el relleno en pasta se realiza para poder disminuir los costos de producción y así poder contribuir a las mejoras de las distintas condiciones ecológicas que se presenta en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema general.

¿De qué manera se realizará el sostenimiento de las cimbras de la Rp 3972, cuerpo Melissa en la unidad minera catalina huanca s.a.c. – 2022?

1.2.2 Problemas específicos.

- ¿Cómo se evaluará los estudios tensionales y las resistencias del relleno en pasta para obtener un sostenimiento con cimbras adecuado en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.?
- ¿Cómo podemos demostrar la factibilidad técnica del pre dimensionamiento del sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.?
- ¿Se podrá ejecutar el sostenimiento con cimbras pre dimensionados y como verificar las mediciones de convergencia según el avance en la Rp 3972 de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.?

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Realizar el sostenimiento de la Rp 3972, cuerpo Melissa mediante el diseño con las cimbras en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Evaluar los estudios tensionales y las resistencias del relleno en pasta, para asegurar un buen sostenimiento con cimbras en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.
- Demostrar la factibilidad técnica de los pre dimensionamientos del sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.
- Proceder con el sostenimiento con cimbras pre dimensionados y verificar las mediciones de convergencia según avance en la RP 3972 de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.

1.4 Justificación.

la unidad minera Catalina Huanca presentara este tipo de sostenimiento como la primera unidad minera en realizar este tipo de sostenimiento de relleno en pasta utilizando las cimbras de tres cuerpos como material de soporte; es por ello la presente investigación estará justificando su desarrollo donde estará ejecutando este tipo de sostenimiento y que será de gran ayuda para la unidad minera Catalina Huanca ya que este proyecto estará alcanzando los más altos estándares de la seguridad en los trabajos que se estarán realizando.

Los trabajos que se vienen realizando en esta unidad se basan principalmente en los diferentes tipos de sostenimientos que Catalina Huanca presenta en toda su unidad, pero los sostenimientos con cimbras son los más utilizados principalmente en tipos de rocas pasivas donde el tiempo estará determinando según su comportamiento de las rocas el trabajo de este sostenimiento y que a su vez los sostenimientos con cimbras se estarán evaluando los comportamientos mediante los procesos de verificación de convergencias de los distintos escenarios ya que las deformaciones de las cimbras son evidentes y perceptibles a la vista.

En la actualidad nos vimos obligados a los trabajos de realizar los sostenimientos con cimbras ya sea en materiales de relleno en pasta, así como en zonas de rocas de mala calidad donde la unidad minera realiza trabajos de relleno con pasta utilizando el relave como material de combinación más la pasta de cemento.

1.5 Hipótesis.

1.5.1 Hipótesis general.

Empleando el sistema de sostenimiento con las cimbras en la Rp 3972 cuerpo Melissa, se estará minimizando las caídas de las masas rocosas en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C. – 2022.

1.5.2 Hipótesis específicas.

- Se evaluará los estudios tensionales y las resistencias del relleno en pasta para lograr el buen sostenimiento con las cimbras en la unidad minera Catalina Huanca s.ac.
- Se demostrará la factibilidad técnica del pre dimensionamiento del sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.
- Se ejecutará las cimbras pre dimensionados para el sostenimiento de la Rp 3972 así mismo se procederá a la verificación de las medidas de convergencia según los avances dados en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.

II. CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Generalidades de la mina.

2.1.1 Ubicación.

La unidad minera Catalina Huanca S.A.C. se encuentra ubicada en la cordillera occidental de los Andes del centro del Perú que esta perteneciente al distrito de canaria, provincia de Víctor Fajardo del departamento de Ayacucho a una altitud promedio de 3500 m.s.n.m.

Obteniendo las coordenadas en WGS UTM 84 son:

- Norte : 8453320.12
- Este : 615873.75

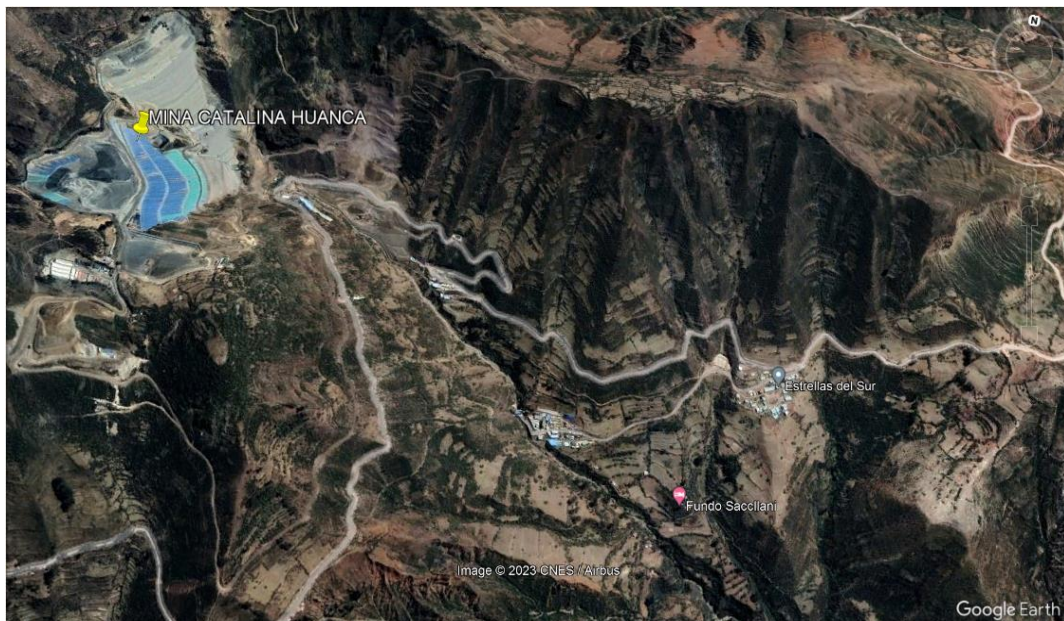


Imagen 1: ubicación de la mina
Fuente: imagen descargada de Google Earth.

2.1.2 Accesibilidad.

Para poder llegar a la unidad minera de Catalina Huanca S.A.C desde la ciudad de Lima se puede optar por 02 rutas:

- 1ra ruta: Lima – Nazca – Pampas Galeras – mina
Distancia Aprox. 715 Km
- Lima – Pisco – Ayacucho – Cangallo – mina
Distancia Aprox. 1022 Km

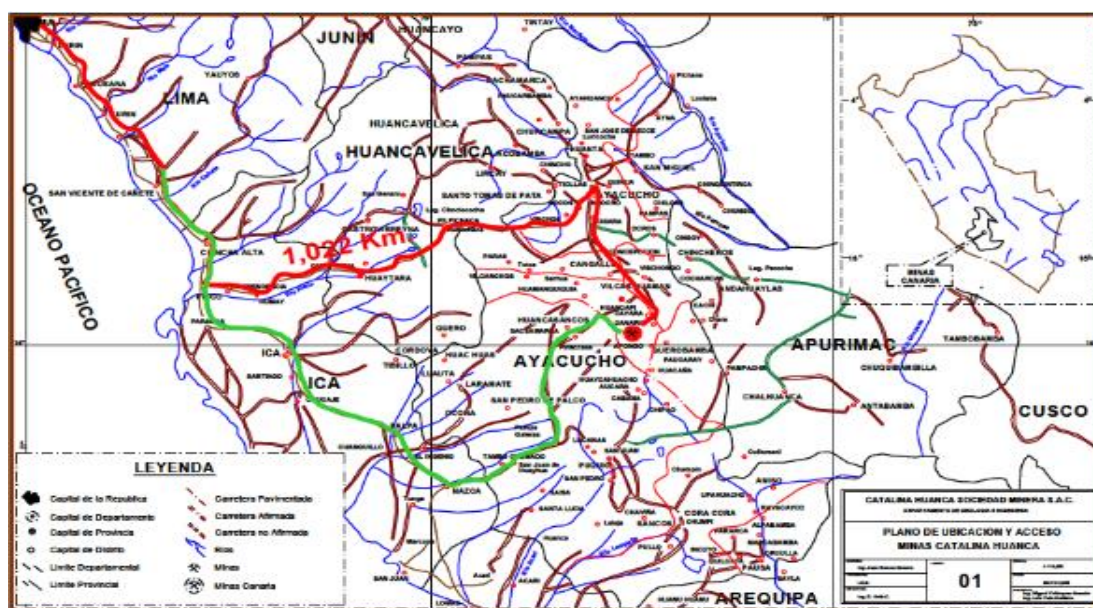


Figura 1: ubicación geográfica de la unidad minera

Fuente: compañía minera Catalina Huanca S.A.C.

a. Concesiones mineras y planta de beneficio.

La unidad minera Catalina Huanca S.A.C. presenta la titularidad de los derechos mineros y de la concesión de beneficio que cubren aproximadamente los 5,406 Has donde los minerales económicos son el Pb, Cu y Ag que estos se encuentran debidamente inscritos en los registros públicos de la minería.

A continuación, se presenta una tabla de las concesiones que hasta la fecha se tiene realizando.

Tabla 1: concesiones mineras y planta de beneficio

Concesión - petitorio	Has	código
-----------------------	-----	--------

Catalina Huanca Nº 01	1000	02000277 X 01
Catalina Huanca Nº 02	300	02000278 X 01
Catalina Huanca Nº 03	300	02000279 X 01
Catalina Huanca Nº 04	200	02000280 X 01
Catalina Huanca Nº 05	200	02000281 X 01
Catalina Huanca número ocho	1000	010049804
Catalina Huanca número nueve	900	010049904
Catalina uno	1000	010098404
Catalina Huanca Nº 51	1000	010152506
Catalina Huanca Nº 06	600	010250305
Catalina Huanca Nº 10	600	010250405
Concesión de beneficio “ San jerónimo”	48.59	P0100224
TOTAL	7 148.59	

Fuente: compañía minera Catalina Huanca S.A.C.

b. Relieve.

Esta unidad minera está caracterizada por las presencias de movimientos orogénicos (plegamientos y fallamientos) y las intensas erosiones fluvio-glaciares que se fueron generando en la formación de las terrazas y los valles de los interandinos por donde se realizan la circulación de los pequeños cauces de los ríos los cuales estas conforman las cuencas del río Pampas y que este finalmente alimenta al río Apurímac.

2.1.3 Clima y vegetación.

si mencionamos en esta parte de los Andes su clima es seco y frío a la vez que se presenta con dos estaciones que están bien marcadas que son el invierno se proyecta desde diciembre hasta marzo con presencia de fuertes precipitaciones de las lluvias en la zona y que según los resultados de los datos registrados alcanzan hasta los 700mm y que la temperatura durante este día alcanza los 20 °C que a su vez desciende por las noches hasta alcanzar los 10°C y si mencionamos el verano, se presenta desde abril hasta noviembre donde las temperaturas varían desde el día en unos 16 °C y que esto desciende por las noches hasta una temperatura de 0°C.

en tema de las vegetaciones de la zona en las partes altas están constituidas por el ichu y el pasto natural donde en las partes bajas se presentan los arbustos nativos y los sembríos de maíz, trigo, cebada y habas que estos son

para los consumos de los habitantes de la zona y en algunos casos el intercambio con otras comunidades el llamado trueque.

c. Fisiografía.

En la unidad minera de Catalina Huanca s.a.c. se puede observar relieves accidentados donde estas relieves están formados por superficies que son onduladas y los valles que están pronunciados, los anticlinales y sinclinales donde al observar las pendientes están hasta los 60°. Cerca de los puntos de estacionamientos existe la presencia de los ríos de Mishka y Sondondo que estos fueron erosionados en el valle obteniendo una forma de cañón cuya cota de profundidad es aproximadamente 2600 m.s.n.m con una cota de la parte de la cumbre de 4200 m.s.n.m donde está la presencia del surca miento por pequeñas quebradas por el cual existe la presencia de los pequeños riachuelos y en otras ocasiones se encuentran secos.

2.1.4 geología.

2.1.4.1 Geología regional.

Regionalmente la mina se ubica en la “Sub provincia polimetálica de la cordillera del sur”, caracterizado por la ocurrencia de yacimientos de Cobre, Zinc, Plomo y Plata. Estratigráficamente se ubica en la base de toda la secuencia sedimentaria Permiano Superior (Paleozoico) y del Triásico – Jurásico Inferior (Mesozoico) representados por los Grupos Mitu (Ps - m) y Pucará (Tr - Ji - p) respectivamente. Regionalmente estas unidades rocosas se encuentran conformando una franja de dirección general NW – SE.

El relieve de la zona está caracterizado por presentar vertientes muy pronunciadas y valles interandinos con ríos de la cuenca del río Cangallo-Pampas afluentes del río Apurímac. El río Pampas presenta un recorrido de Oeste a Este.

Las principales unidades litológicas que afloran en el área de estudio se muestran, y se describen en la Tabla siguiente donde La Formación Socosani del grupo Chunumayo forma un contacto discordante con el Grupo Pucará y también con la Formación Labra y ésta última se encuentra en concordancia con la Formación Gramadal. Se observa afloramientos de facies graníticas (PS-q/gr) hacia el Este del área del emplazamiento minero y en el área del emplazamiento mismo rocas intrusivas de tipo diorítico, la Diorita Ccasccabamba (Nm-ca/di) y cuarzo monzonita (Tms-qm).

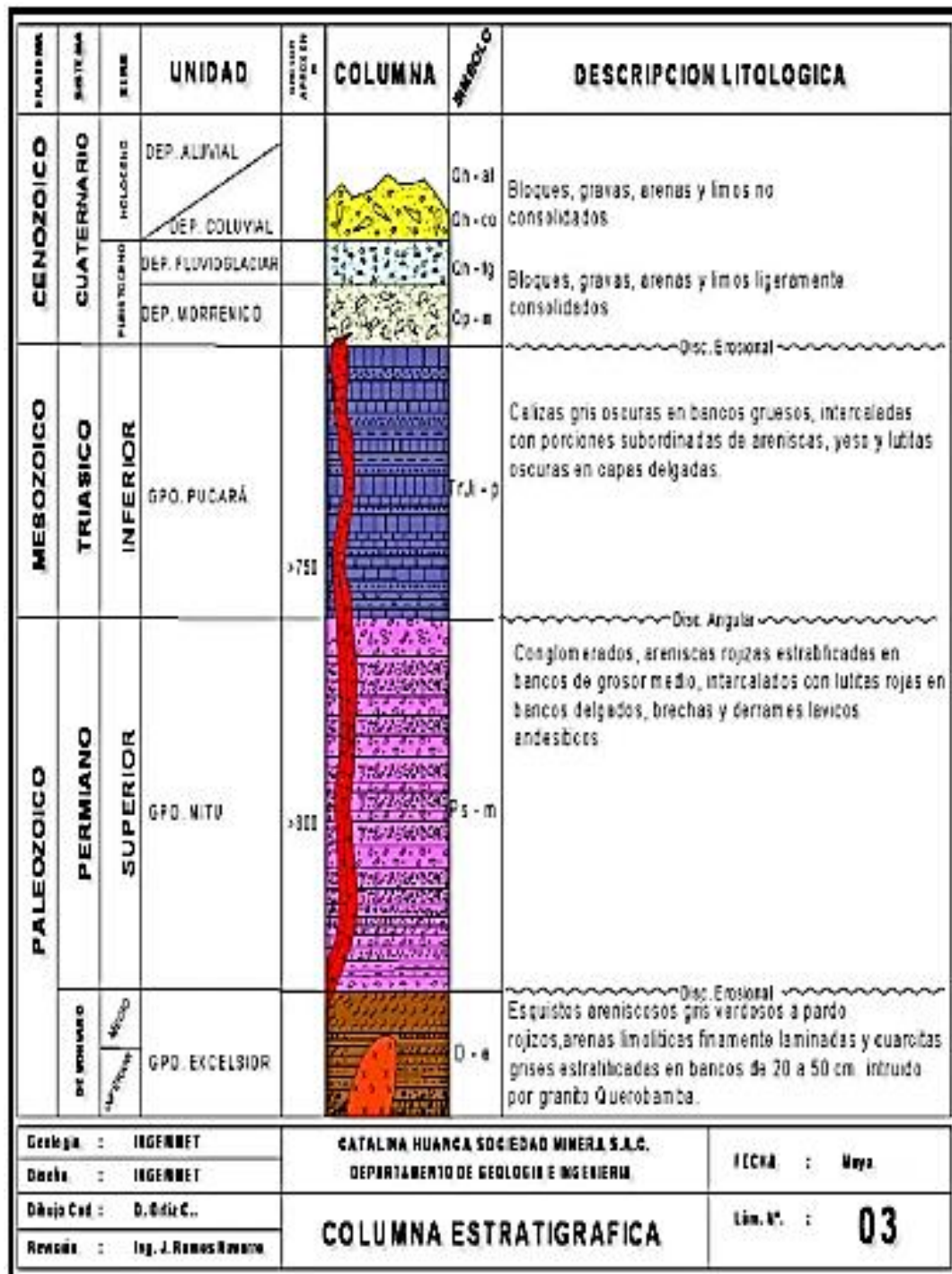


Figura 2: columna estratigráfica de la unidad minera
Fuente: compañía minera Catalina Huanca S.A.C.

2.1.4.2 Geología local.

La Mina Catalina Huanca es un yacimiento tipo: “Vetas Falla”, “Mantos de Reemplazamiento” y “Brechas de Colapso” (stock work), asociado a intrusiones ígneas. A la fecha se conocen cinco estructuras vetiformes con potencias que varían desde los 0.40 metros hasta los 4.50 metros, asociados a intrusivos y diques de composición cuarzo – monzonítica. Los mantos de reemplazamiento están emplazados en los conglomerados calcáreos del Grupo Mitu y las rocas calizas del Grupo Pucara, tienen potencias que van desde los 2.50 metros hasta los 18.0 metros. El “Corredor estructural favorable” para la mineralización de este tipo presenta un rumbo en la dirección NW - SE y cubre las zonas denominadas “Chumbilla”, “Moteruyocc”, “Sayhuacucho” y “Lampaya”.

A. Columna estratigráfica.

En la unidad minera de Catalina Huanca está conformado por las siguientes unidades litológicas:

i. Grupo Mitu.

Esta secuencia se inicia en la cota 2,800 m.s.n.m., conformada por estratos constituidos de fragmentos sub-redondeados de areniscas, cuarcitas, calizas, lutitas y volcánicos, englobados en una matriz arcillosa de color rojizo. Estos estratos presentan un rumbo y buzamiento promedio de S10°E /30°SW.

ii. Grupo pucara.

Grupo Pucara. Desde la cota 3,450 m.s.n.m. hasta la cúspide del cerro Hatun Orco afloran las calizas del grupo pucará. Estos estratos presentan un rumbo y buzamiento promedio de N20°E - 27°NW. Localmente la potencia de los estratos de calizas se estima en 500 metros; esto constituye un importante “target” para la exploración por metales básicos, sobre todo cerca al contacto con el conglomerado y el stock monzonítica.

iii. Rocas intrusivas.

Encontramos en las rocas intrusivas algunos de las siguientes unidades:

- Complejo Querobamba. En la base cerca al nivel del río Mishca a 2,400 m.s.n.m., se tienen las rocas del complejo granítico Querobamba, los cuales consisten en extensos afloramientos de granitos, en el que se observan numerosos cateos y trabajos antiguos,

siguiendo vetillas de cuarzo blanco y limonitas con estructuras de rumbo promedio N32° W.

- *Stock Cuarzo Monzonítica*. Este es un stock un cuarzo - monzonítica que aflora en el cerro Monteruyoc en las inmediaciones del contacto Caliza – Conglomerado. A este intrusivo se le atribuye haber sido el portador de las soluciones mineralizantes y los efectos de la alteración hidrotermal en las cajas.

iv. Formación Chunumayo (Jm – ch).

Esta unidad tiene amplio desarrollo en el área de la Unidad Minera. Está constituido por calizas criptocristalinas en estratos de 0.40 hasta 1.0 m de espesor, con intercalaciones delgadas de margas y calizas arcillosas. Las capas de calizas tienden a dividirse en lajas. Regionalmente las capas de esta unidad están conformando los flancos de una estructura anticlinal de orientación general NO-SE.

v. Formación Huacaña (Jm – hu).

Esta unidad aflora en la parte alta de la quebrada Rajaure, litológicamente está constituida en su base por una secuencia lutácea con algunas intercalaciones delgadas de areniscas cuarzosas y calcáreas, gradando hacia arriba a una secuencia constituida por areniscas calcáreas, margas y lutitas calcáreas. Hacia la parte alta predominan areniscas cuarcíticas dentro de las que se intercalan niveles delgados subordinados de lutitas y areniscas calcáreas.

vi. Formación Paire (Jms – pa).

Esta unidad lito-estratigráfica, aflora en la línea de cumbres del cerro Talavera, que a su vez constituye un sector de la divisoria de cuenca de la quebrada Rajaure. Litológicamente esta formación está representada por una secuencia calcárea constituida por calizas arenáceas en sus niveles inferiores y calizas arcillosas, con algunos horizontes de margas en su parte superior.

2.1.4.3 Geología estructural.

La estructura más importante es la “Falla Principal” que presenta un rumbo y buzamiento promedio de N55°E - 83°SE, es visible en afloramiento en una longitud promedio de 600 metros. Esta falla que controla la mineralización en vetas ha desarrollado un gran conoide en profundidad en cuyo extremo “NE”, las vetas se juntan formando una sola veta “Principal” y hacia el extremo “SW” se abren en forma de “cola

de caballo” para formar las vetas “Principal, Dalina, Rocío, Vilma y Lucero”, hasta interceptar con la Caliza del Grupo Pucará.

Otra estructura importante es la “Falla Chumbilla” localizada al suroeste de la Mina, definida por la línea de contacto entre la Calizas Pucará, el Stock Monzonítica y el Conglomerado Mitu. Estructuralmente esta Falla presenta un rumbo y buzamiento promedio de N40°E - 32°NW.

El rasgo estructural más relevante que ocurre en el área del proyecto, está representado por una estructura anticlinal de orientación general NO-SE, afectando principalmente rocas de la Formación Chunumayo (Jm – ch). El eje del anticlinal se desarrolla a lo largo del flanco izquierdo de la quebrada Rajaure prolongándose hacia el NO y SE.

i. Geodinámica externa.

Cabe destacar que los principales procesos geodinámicas que se describen a continuación ocurren en el área de manera esporádica u ocasional, según corresponda la estación climática, no siendo continuos a lo largo del año, pudiendo verse inducidos por eventos de lluvia intensa y afectando principalmente las áreas debajo de la cota 2,700 msnm.

- Erosión fluvial: Es un proceso lento y continuo que ocurre en el cauce del río Mishca, donde se desarrolla un proceso de erosión que profundiza y ensancha el mencionado río. Cuando el volumen de agua del río Mishca aumenta considerablemente, hecho que se da sólo en época de lluvias, transporta gran cantidad de rocas de diferentes tamaños, generando erosión interna del cauce del río.

- Derrumbes: Son movimientos repentinos de masa rocosa que ocurren cuando la base del talud se erosiona, rompiendo el perfil del equilibrio de la masa rocosa. Esto ha sido observado en los depósitos coluviales y los conglomerados sin consolidar del Grupo Mitu en las áreas de fuerte pendiente a lo largo del río Mishca. Estos fenómenos se dan principalmente en los taludes con relieves que presentan cárcavas (erosión columnar).

- Huaycos: Son flujos de lodo y piedras provenientes de las

quebradas laterales. Este fenómeno se observa particularmente en la ladera derecha del valle durante periodos de lluvia muy intensa y prolongada.

2.1.4.4 Geología económica.

La presencia de la “Falla Principal” y hacia el suroeste la “Falla Chumbilla” controla la mineralización en vetas y mantos respectivamente en toda el área de la Mina. De manera breve estas estructuras mineralizadas se describen a continuación. Estructuras Mineralizadas. Entre las estructuras mineralizadas encontradas a la fecha destacan las siguientes:

Veta Principal. Es la mayor de las estructuras vetiformes, geométricamente es una estructura tabular, uniforme reconocida en una longitud de 600 metros, con potencias que varían desde los 0.40 metros hasta los 4.50 metros. Estructuralmente presenta un rumbo y buzamiento promedio de “N55°E - 83°SE” y está controlada por la “Falla Principal”. Mineralógicamente presenta Esfalerita, Galena, Fluorita y Cuarzo.

Veta Dalina. Es un ramal de la veta Principal, reconocida en una longitud de 350 metros. Estructuralmente presenta un rumbo y buzamiento promedio de “N45°E - 75°SE”, con potencias mineralizadas que van desde los 0.40 metros hasta los 3.50 metros. Mineralógicamente presenta Esfalerita, Galena, Fluorita, Pirita y Cuarzo. Esta veta se emplaza íntegramente en el Stock Monzonítica.

Veta Rocío. Esta veta es un ramal que se desprende de la veta Dalina y está emplazada íntegramente en el Conglomerado del Grupo Mitu. Estructuralmente presenta un rumbo y buzamiento promedio de “N77°E - 85°NW”, tiene potencias que varían desde los 0.30 metros hasta los 1.10 metros. Mineralógicamente presenta Esfalerita, Galena, Fluorita, Pirita y Cuarzo.

Veta Vilma. Esta veta se emplaza al “NW” del yacimiento íntegramente en el Conglomerado del Grupo Mitu; es una veta que no aflora en superficie. Estructuralmente tiene un rumbo y buzamiento promedio de “N75°W - 72°NW”. Ha sido reconocida en una longitud de 400 metros, hacia el “SW” la veta intersecta con las Calizas Pucara. Las potencias mineralizadas varían desde los 0.40 metros hasta los 2.50 metros. Mineralógicamente presenta Galena, Esfalerita, Fluorita, Pirita, Hematita y Cuarzo, esta veta se caracteriza por presentar los mayores contenidos de Galena sobre la Esfalerita, además de Fluorita, Calcopirita y Hematita en la Mina, longitudinalmente presenta un fuerte ramaleo del tipo cimoide, de significativa importancia económica.

Veta Lucero. Esta veta es un ramal importante de la veta Principal, su mejor exposición geoeconómica se evidencia en el nivel 3190, con más de 200 metros de

longitud. Estructuralmente tiene un rumbo y buzamiento promedio de “N88°E/89°SE”, presenta potencias mineralizadas que van desde los 0.40 metros hasta los 1.60 metros.

Mineralógicamente consiste en abundantes concentraciones de Esfalerita, Galena, Calcopirita, Fluorita, Pirita, Hematita, Cuarzo. Longitudinalmente presenta ramales de tipo cimoide los cuales forman cuerpos de hasta 5 metros de potencia. Litológicamente se emplaza íntegramente en el Conglomerado del Grupo Mitu. Se evidencia que Lucero mineraliza mucho más intensamente hacia el “SW” del yacimiento con respecto a las otras vetas.

Manto Amanda. Es una estructura importante por el potencial geológico que presenta, se emplaza en el contacto entre la Caliza del Grupo Pucara y el conglomerado del Grupo Mitu, atraviesa toda el área de la mina en una extensión aproximada de 1000 metros, espacialmente se sitúa entre 50 a 70 metros encima del plano de la “Falla Chumbilla”. Se trata de mantos con una potencia mineralizada que varía desde los 4.0 hasta los 6.0 metros, constituido por Calizas brechosas y Horizontes de Calizas Tufáceas Mineralizadas. Estructuralmente los mantos presentan un rumbo y buzamiento promedio de “N25°E - 25°NW”. Mineralógicamente se los mantos se constituyen de Esfalerita, Galena, Calcopirita, Pirita, Rodocrosita y Cuarzo.

2.1.5 Reservas y recursos.

- **Reservas minerales.**

Una reserva probada de mineral, es la parte económicamente explotable de un recurso de mineral medido, tiene alto grado de confianza en su estimación para demostrar continuidad geológica y de ley. Con ella se establecen los planes de minado. Una reserva probable de mineral, es la parte económicamente explotable de un recurso de mineral indicado y en algunos casos de un recurso de mineral medido, que tiene un nivel de confianza más bajo que una reserva probada; pero de igual manera, también sirve para establecer los planes de minado.

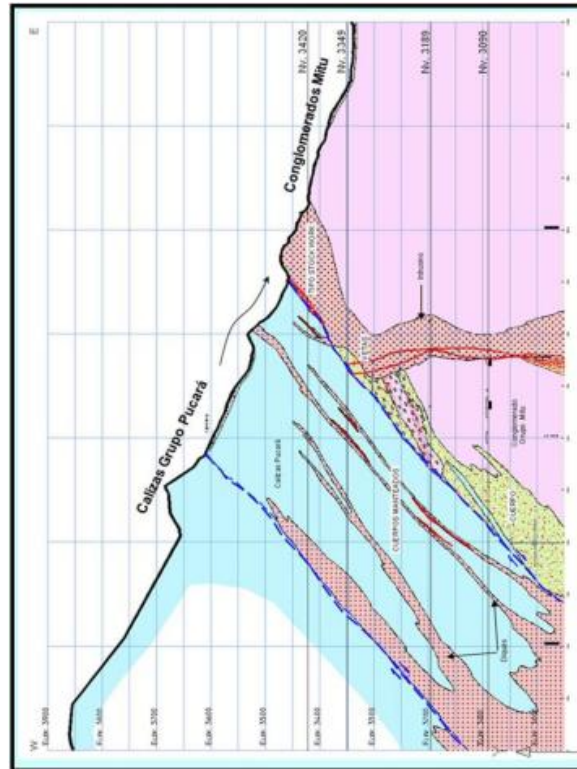


Figura 3: modelo geológico de Catalina Huanca

Fuente: compañía minera Catalina Huanca S.A.C.

- **Recursos minerales.**

Para la elaboración del cuadro de reservas, sólo se consideraron blocks de minerales medidos e indicados que calificaron como probados y probables respectivamente, y para ello se requirió de la información base del siguiente cuadro que resume de recursos minerales, elaborado por el departamento de Geología. Para efectos de este cuadro de recursos minerales, el área de Geología ha considerado los siguientes aspectos:

- Para el cálculo de tonelaje el ancho mínimo de minado es de 0.80 m, por lo tanto, las estructuras menores a 0.80 fueron calculadas con este ancho mínimo. En las estructuras mayores a 0.80 m. de ancho, se mantiene su potencia real para efectos de los cálculos de tonelaje.
- El peso específico utilizado para el cálculo de tonelaje, varió de acuerdo al tipo de estructura. Así tenemos que para las vetas, cuerpos y mantos se consideró 3.00 y para stockwork se consideró un peso específico de 2.80.
- Las leyes de los recursos minerales son las leyes de laboratorio obtenidas del muestreo de canales y sondajes, estas no fueron

castigadas por ningún factor de corrección; pero en las zonas donde se aplicó el ancho mínimo de minado a 0.80m, hubo una corrección por dilución a ese ancho mínimo.

2.2 Antecedentes de la investigación.

Según **Villanueva (2018)**, que publica en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero de minas por la universidad nacional Daniel Alcides Carrión denominada: *“Sostenimiento de rocas utilizando el bolsacreto con cimbras en el nivel 1400 de la empresa administradora cerro S.A.C.”* cuyo **objetivo principal** es de optimizar el sostenimiento de rocas utilizando el bolsacreto con las cimbras en el nivel 1400 de la empresa administradora Cerro S.A.C. en esta tesis nos permite ampliar los conocimientos de cómo se tiene que utilizar las cimbras metálicas realizando el empaquetamiento mediante los costalillos de los materiales estériles que serán oportunos a un determinado costo optimo cuando se presentan problemas de altos esfuerzos o deterioros de algún sostenimiento.

Para este trabajo se realizaron mediante informaciones que fueron recolectados ya sea teóricos – campo y estos análisis nos estarán permitiendo hacer conocer los distintos diseños teóricos para los sostenimientos de las cimbras en la mina subterránea.

Para poder lograr los objetivos que se desarrollaron fue de optimizar los empaquetamientos de los bolsacreto en las cimbras de acero donde se manifestó las conclusiones de la optimización en tema de los costos en sostenimientos de rocas y los factores influyentes que los afectan, también de evaluar los empaquetamientos de las cimbras con bolsacreto y conocer sobre los comportamientos de ellos.

Según **Fernández (2018)**, que publica en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero de minas por la universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo denominada: *“sostenimiento con cimbras para el análisis de costos en la empresa minera los Quenuales S.A. – unidad minera Iscaycruz”* donde menciona como **objetivo principal** emplear el sostenimiento mediante las cimbras para el análisis de los costos en la empresa minera los Quenuales S.A. – unidad minera Iscaycruz.

Se menciona que los sostenimientos con cimbras son elementos o sistemas que realizan los soportes para los diferentes tipos de macizos rocosos de mala calidad tipo V y que estos garantizaran las estabildades de las labores mineras, devolviendo los equilibrios de los macizos rocosos y las velocidades de las instalaciones quienes controlan las dinámicas de las producciones en las operaciones mineras. Para este tipo de sostenimiento que es de forma pasiva o que también se le denomina para los sostenimientos permanentes en labores de avance mediante las diferentes condiciones de las masas rocosas que son intensamente fracturadas y/o muy débiles que son

conferidos rocas de calidad mala a muy malas que esto son sometidos a condiciones de altos esfuerzos.

Los **resultados** que se obtuvieron en esta investigación mediante las descripciones de las realidades y los procesamientos de los datos en el estudio geo mecánico de las diferentes labores de exploración subterránea resultan ser adecuadas a los sostenimientos que se está realizando para evitar los deslizamientos y que puedan soportar un rango de tensiones que son muchos en las multidireccionales debido a los deslizamientos. También se menciona que las tipologías de los arcos perfiles omegas son muy adecuadas para la realización de las intersecciones de las galerías, combinando tramos semicirculares con los tramos rectos en los proyectos de intersección de las galerías.

Según **Estrella (2015)**, que publica en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero de minas por la universidad nacional del Centro del Perú denominada: *“sostenimiento de labores con cimbras metálicas en el diseño del Sublevel Caving”* donde realiza como **objetivo** general de cómo poder determinar la relación entre las presiones inducidas, el sostenimiento de las labores que son con cimbras metálicas y las recuperaciones de los materiales con el método de la explotación subterránea de Sublevel Caving.

Menciona que los métodos de explotación en este caso el Sublevel Caving no es posible observar directamente los diferentes sucesos que están gobernando el flujo gravitacional de los minerales rotos donde las extracciones de los minerales se estarán realizando mediante aberturas que serán relativamente pequeñas; entonces ya no es necesario realizar las pruebas de las simulaciones a diferentes escalas para determinar los parámetros de los flujos gravitacional de los minerales rotos en las extracciones.

Está presente investigación estará intentando demostrar que estos métodos de Subniveles son altamente productivos realizando el control de las leyes de los minerales donde estos estarán dependiendo no solo de los diseños geométricos que serán aplicados, sino que también serán métodos de extracción aplicados.

Los **resultados** mediante esta operación con el Sublevel Caving miden las funciones de la recuperación y la calidad de los materiales producidos que este método de extracción masiva y de alta dilución llegan al 80% en la recuperación de estos minerales que esto resulta exitoso, aunque las leyes de los minerales no cumplan dichos objetivos.

Según **Castañeda (2016)**, que publica en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero de minas por la universidad nacional de Ciencias Aplicadas (UPC) denominada: *“sistema de relleno con mortero de relave para mejorar la confiabilidad del sostenimiento en la minería subterránea”* detalla que los frecuentes accidentes,

derrumbes y equipos que son atrapados en los diferentes labores mineras subterráneas que son muestras de las necesidades de las mejoras de la confiabilidad de los sostenimientos en las minerías. Para las realizaciones de los sistemas de sostenimientos en los cortes y rellenos de la zona central se encuentran que el relleno en pasta de cemento es utilizado mediante un concreto pobre con relaves finos que estos son bombeados de la planta concentradora a los diferentes puntos que se estarán necesitando para el relleno de ellos.

Las ventajas que se obtuvieron con este nuevo sistema en primer lugar es la aceptación de las empresas el bienestar del entorno social y siempre la preservación del medio ambiente que es primordial en la industria minera y la recuperación del 10% al 15% del mineral que fueron cubricados evitando así las diluciones de los minerales al presentar las paredes auto estables como en los pilares y que estos también evitan el colapso por las explosiones de las rocas encajonantes.

Según **Arroyo (2019)**, que publica en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero de minas por la universidad nacional del Centro del Perú denominada: *“diseño del sistema de relleno hidráulico con relave y cemento para incrementar la productividad de tajeos en zonas vetas en la compañía minera Casapalca S.A.”* donde trata de determinar cuál será la influencia de las aplicaciones del diseño del sistema del relleno hidráulico con cemento para la incrementación de la productividad de tajeos en zonas vetas en la compañía minera Casapalca S.A.

También menciona que al realizar los rellenos en las labores hidráulicas que contienen relaves y cementos se tendrá que tener en cuenta que en su diseño podrá cumplir con los diferentes procesos de la elaboración, colocación, curado y protección de los pasos de las resistencias que tendrán ser controlados a los 7, 14 y 28 días para poder alcanzar su resistencia máxima. Ya obteniendo como las evaluaciones de las resistencias de los diferentes periodos de los tiempos se estará realizando la estabilidad de las labores por lo que estos se mejorara la planta del relleno hidráulico así como las calidades de los materiales en este caso el relave tendrá que ser mayor a la malla 200 y que estos no serán afectados en especial el cemento por las aguas acidas los cual se estará controlando la alcalinidad, los aditivos plastificantes del mejor rendimiento y las purezas de las aguas que estos serán monitoreados constantemente.

2.3 Bases teóricas.

La presente investigación se basa principalmente en el diseño de las cimbras y su topeado con los bolsacreto para un tipo de relleno en pasta de cemento que la unidad

minera Catalina Huanca S.A.C. está desarrollando para realizar un tajeo y así realizar la explotación de los minerales que se encuentran dentro de ello.

Las actividades mineras en las distintas zonas del país ya sea nacionales e internacionales que en todos ellos utilizan las cimbras de acuerdo a los diferentes usos que se dan en los sostenimientos dentro de la unidad minera y por tener también rocas sueltas.

2.3.1 Bases teóricas – científicas.

2.3.1.1 La minería.

Hoy en día la minería se basa principalmente al mercader externo y esto permite que al sector minero contribuye en la balanza comercial que tiene como un 45% de todas las exportaciones totales. Ahora donde se prende un factor que es preocupante para la minería es el impacto ambiental dado que en los años 80 esto se visualizaba como una actividad minera económica más contaminante. *(Kuramoto Glave, 2020)*

Las exploraciones mineras en el Perú fueron los estudios de los yacimientos de los metales que abundan en todas las unidades mineras que antes ya fueron mencionados y que también se registraron más de 40 sustancias metálicas y no metálicas como son los yacimientos del antimonio, bismuto, cadmio, indio, manganeso, molibdeno entre otros metálicos. Y como el petróleo, carbón, baritina, caliza, yeso, caolín, sílice, arcilla refractaria y entre otros.

2.3.1.2 El acero en la minería.

En el mundo de la minería el proceso del acero en la utilización en diferentes construcciones que se exigen cada día para las diferentes fortificaciones ya sea para las galerías, tajos y /o cruceros dentro de la unidad minera. *(Gordon F., 2021)*

Cada etapa que se estará realizando en el proceso de la producción de la fabricación de estos aceros estarán basados principalmente para el buen funcionamiento de la buena calidad y el rendimiento que tiene que cumplir las estrictas especificaciones en tanto a su dureza y resistencia para la utilización en el mundo de la minería.



Imagen 2: ubicación de la mina
Fuente: imagen descargada del internet.

2.3.1.3 Importancia del acero.

Si mencionamos que los aceros son materiales indispensables que hoy en día se utilizan en toda la unidad minera ya sea subterránea, superficial en vías de ferrocarril, calles en las construcciones y entre otros por tener una buena resistencia, plasticidad y versatilidad. (Lanza Toscano, 2020)

A nivel nacional el acero ha concentrado diferentes esfuerzos para poder retomar las dinámicas de los trabajos tanto en proyectos distintos donde la cualidad del acero en tema de sostenimiento fue llevados al reemplazo de la madera por el acero principalmente en las minas de carbón y que son utilizados en las galerías de arrastre. Si mencionamos el tema de sus características básicas podemos mencionar lo siguiente. (Villanueva Trujillo, 2016)

Si mencionamos al acero del carbono nos estamos refiriendo a las propiedades del acero donde el hierro que es en su forma originaria necesita de su durabilidad que es una característica muy importante en el acero. Cuando se procede a la aleación del carbono estos pueden alcanzar un equilibrio en los ambos sentidos mejorando así al acero que sea más fuerte, el acero del carbono también es conocido a los aceros que son producidos en el mundo y que la durabilidad lo hace muy resistente y versátil para las diferentes construcciones que estos son predestinados; para obtener sus procedimientos y/o utilidades se realizaron algunas clasificaciones:

- Los aceros que poseen un alto grado de porcentaje de 1.5% aproximadamente estos son usados en bienes de líneas de rieles y en las construcciones que son complejas.
- En los aceros de porcentaje media de carbono en este caso de 0.6% aproximadamente; estos son utilizados en construcciones de armazones estructurales o también para las fabricaciones de algunas piezas de los automóviles.
- En los aceros de porcentaje baja de carbono de 0.3% aproximadamente su uso se afianza en las construcciones de utensilios pequeños que normalmente son para usos domésticos donde se necesita poca durabilidad de los aceros.

los aceros de carbono generalmente son los más utilizados en los diferentes trabajos que se realizan en el mundo de los diseños no solo en el mundo de la ingeniería civil también son utilizados en el mundo de la minería para realizar distintos trabajos dentro de la unidad minera.

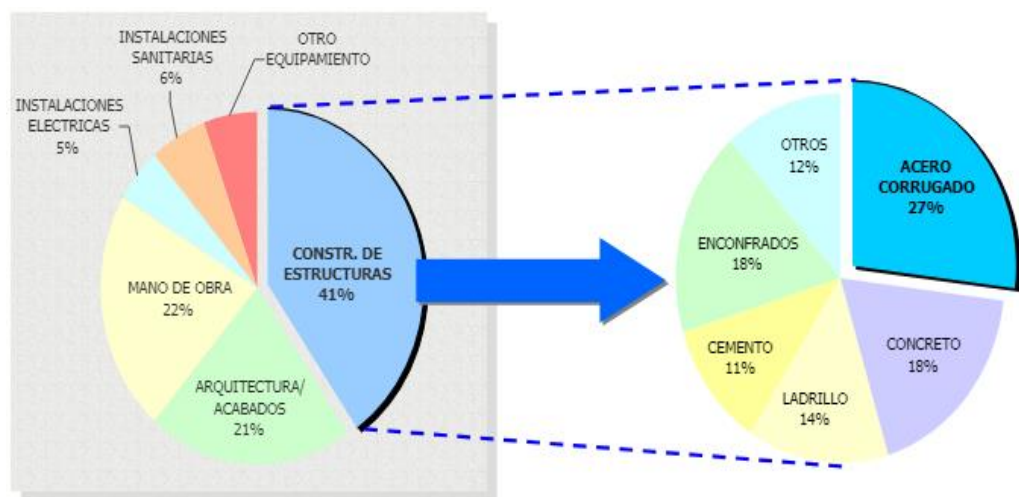


Figura 4: utilización del acero en la construcción.
Fuente: corporación Aceros Arequipa S.A.

En la utilización de las construcciones en todo su aspecto el acero corrugado estará representado en el 11% de los costos directos de las obras realizadas.

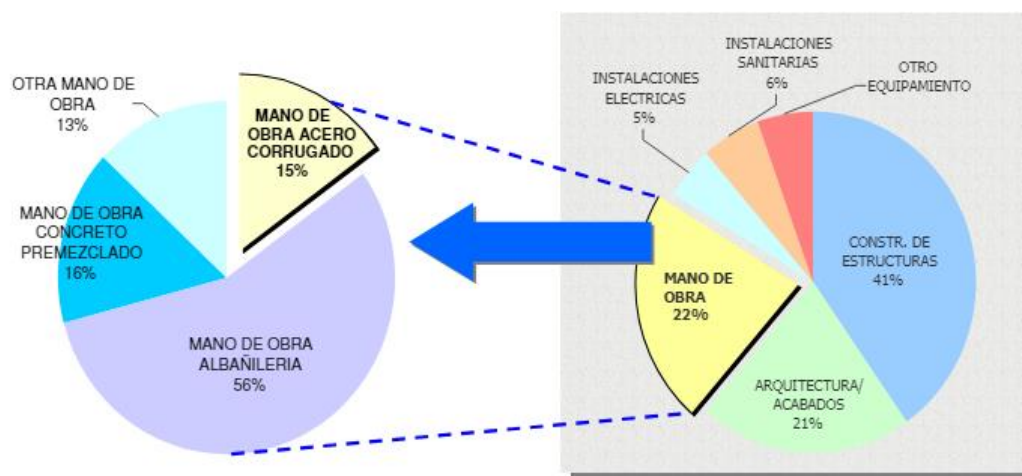


Figura 5: utilización del acero en mano de obra.
Fuente: corporación Aceros Arequipa S.A.

En caso en los manos de obras, el acero corrugado estará representado con el 3% de los costos directos de las obras realizadas.

Tabla 2: actividades del uso del acero corrugado

ABASTECIMIENTO		HABILITACION		COLOCACION	
INGENIERIA	RECEPCION	CORTE	DOBLADO	ARMADO	COLOCACION
					
ACTIVIDADES DE FLUJO Y TRANSFORMACION					
Visualización	conteo	armado banco	información	información	transporte
Constructibilidad	descarga	información	búsqueda	búsqueda	colocación
metrados	traslado	búsqueda	traslado	traslado	valorización
presupuestos	Almacenado 01	traslado	medición	medición	
		medición	doblado	armado	
		cortado	inspección	Almacenado 04	
		Almacenado 02	Almacenado 03		

Fuente: corporación Aceros Arequipa S.A.

2.3.1.4 Sostenimiento en la minería.

En el mundo de la minería los tipos de sostenimientos que se desarrollan son importantes debido a los trabajos que se realiza en toda labor se hacen en el interior de la mina realizando espacios vacíos que esta inestabilidad a las rocas o producto de la extracción de los minerales son extraídos, para poder realizar estos procedimientos se tiene que incorporar el sostenimiento de las rocas que este contenga estable a la masa rocosa para lograr la estabilidad de ello. (Quilca Alejo, 2020)

En los aspectos de los planes de sostenimiento la manera de poder realizar los planeamientos de los sostenimientos se tiene que basar principalmente en los estudios geo mecánicos de los macizos rocosos donde estos estudios tienen que ser realizados por profesionales competentes en cada una de las ramas a su estudio. Los estudios que se realizan se basan principalmente en los análisis de las resistencias de ellas mismas a las diferentes compresiones y las flexiones de las rocas encajonantes como tenemos a las rocas techo y piso y por consiguiente a las direcciones de los minerales que de cada uno de ellos; también se tendrá que ver las clases de los terrenos donde nosotros estamos realizando los trabajos en base a los conocimientos para poder realizar los sostenimientos de cada uno de los labores donde desde un punto de vista práctico apreciamos las siguientes clases:

Terrenos compactos; donde estas clases de terreno estas formados por los cristales o para las partículas que estos están bien conformadas y cementadas.

Terreno fracturado; donde nos muestra variedades de planos que estos están en paralelo de las discontinuidades como son las rocas sedimentarias.

Terrenos arcillosos; que estos terrenos están puestos por rocas casi elásticas donde las deformaciones que se encuentran en ellas son de bajo presión para las rocas preexistentes.

Terrenos suaves; en este caso esta clase de terreno está constituido por distintos fragmentos ya sean gruesos y finos o que están conformadas por mezclas de ambos tamaños.

2.3.1.5 Estudios técnicos para los sostenimientos.

Para los sostenimientos adecuados de las labores que esta asociados a las explotaciones y/o para las zonas que necesitan ser sostenidas, se tiene que contar con los siguientes determinados. (Huaman Aparicio, 2017)

- ✓ **Identificación de la labor;** para realizar los diferentes trabajos se tiene que definir los nombres de cada uno de ellos para obtener una correcta identificación de ellos.

- ✓ Características geo mecánicas; se tiene que tener presente las secciones útiles de las labores a realizar los trabajos y su determinada longitud; pero si estaríamos basándonos en las galerías que están conformados por capas filones se deberá realizar una determinada sección para colocar la posición correcta de los trabajos a realizar.
- ✓ Características de los terrenos; este punto trata de la manera de poder realizar las descripciones de las características de las zonas del terreno circundante cuyos ejes de la zona de trabajo de las secciones deberán obtener un ancho y altura que sea 06 veces el mayor de las excavaciones que serán proyectadas.
- ✓ Diseños de sostenimientos; se tendrán que realizar en base a los sostenimientos teniendo en cuenta todas las características de los terrenos mediante las dimensiones de cada labor a realizar, teniendo en cuenta las condiciones que están impuestas por las explotaciones iniciales y de las próximas.
- ✓ Consideraciones geotécnicas; todo movimiento y los productos de los asentamientos tienen un cierto origen en los terrenos donde cada esfuerzo de los redistribuyentes donde se origina las presiones principalmente en el techo, piso y las zonas de las paredes laterales tienden a realizar básicamente a causa de las gravedades y las presiones internas de la tierra.

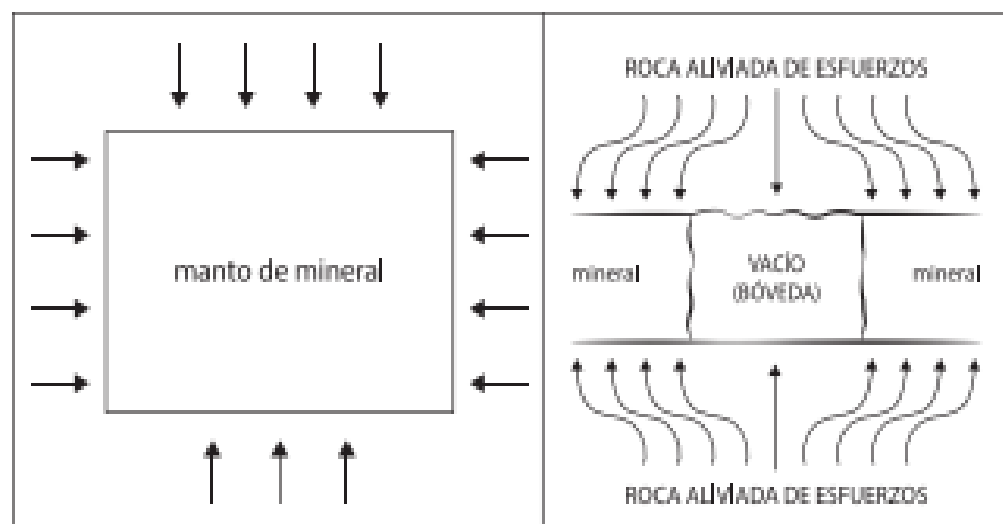


Figura 6: comportamiento del terreno

Fuente: descarga de Osinergmin.

Es por ello que se tiene que tener en cuenta todas las consideraciones geotécnicas para el buen sostenimiento de la estabilidad de las rocas, sus propiedades geomecánicas de ellos teniendo siempre presente el buen diseño de las labores estables y el control de las presiones de cada zona de trabajo.

2.3.1.6 Exigencias de los sostenimientos.

Los trabajos que se realizan en tema de los sostenimientos en obras subterráneas nos permite controlar y poder mantener las estabildades de las diferentes excavaciones para controlar la seguridad de los personales quienes realizan los trabajos dentro de ellos, también nos permite determinar las diferentes fases transitorias de las construcciones, así como las labores activas. (Lazaro Quicaña, 2020)

Al realizar las aplicaciones de los sostenimientos en las diferentes excavaciones mineras por medio de las utilizaciones de maderas y fortificaciones con el uso de los arcos que también son utilizados los concretos; a estos sostenimientos se procederán por tres razones principales:

- En toda excavación subterránea las paredes generaran presiones mediante desprendimientos a causa de su propio peso de las rocas y que estos se encuentran por encima de los laterales de los túneles y por su redistribución de todos los esfuerzos productos por los espacios que se generaron.
- Se realiza también por las presiones internas de la tierra es la causa de los desprendimientos del techo, pisos y laterales que son originarias por los movimientos de ellos.
- Cuando exista la presencia de las fallas, diaclasa miento y fracturas que estos desestabilizan los macizos rocosos en la minería subterránea.



2.3.1.7 Mecanización del sostenimiento.

El sostenimiento de las rocas menciona que son los procedimientos que se realizan para la mejora de las estabildades de la masa rocosa y la capacidad portante de las rocas en las excavaciones subterráneas donde el objetivo principal es conservar la resistencia de la masa rocosa. Estas efectividades del sostenimiento son importantes por razones importantes como la seguridad de las personas quienes trabajan dentro de ello y los equipos que realizan sus trabajos para realizar las extracciones de los minerales con una dilución posible. (Pérez Lira, 2021)

Para poder mantener las capacidades de cargas portantes que están cerca de los límites de las excavaciones subterráneas pueden ser empleados de las diferentes estabilizaciones tales como:

1. Refuerzo de rocas

Esto hace referencia a todos los elementos que son instalados en los taladros de perforación y que estos son perforados en las rocas donde este hace referencia a la adherencia de las fricciones y los cables cementados donde el esfuerzo de las rocas proporciona una estabilización eficaz.

Este refuerzo de rocas permite los anclajes y las sujeciones de las rocas, taludes que estos permiten tener integro las rocas que estos están sometidos a esfuerzos que actúan de manera efectiva ya sea como arcos de las vigas dentro de las excavaciones.

2. Sostenimiento de rocas.

Son considerados como los elementos que están ubicados en las superficies de las rocas que se encuentran en la parte externa del macizo rocoso que rodean las excavaciones.

Los sostenimientos permiten mejorar la estabilidad y poder mantener las capacidades portantes de las rocas circundantes dentro de una excavación subterránea.

2.3.1.8 Diseños de sostenimientos.

Los sostenimientos son muy importantes en las explotaciones mineras donde involucra trabajos adicionales con un alto costo y que también reduce la velocidad de los avances y/o producciones, pero a su vez es un proceso muy importante para los personales y equipos para la protección y cuidado de ellos. (Loarte Trujillo, 2018)

Los trabajos de los sostenimientos que se desarrollan en las obras subterráneas permiten controlar y mantener las estabildades de las excavaciones para controlar la seguridad de los personales y equipos quienes realizan los trabajos o que realicen el circulamiento en la minería subterránea.

Según el **Art. 61 RGNBSM**, menciona que “en las obras y trabajos subterráneos el sostenimiento se realizará según las instrucciones del Director facultativo y deberá controlarse y mantenerse empleando sistemas adecuados al terreno y conservarse secciones suficientes”

Menciona también en el **ITC 04.6.05 en el ítem 4.1.4.** menciona que “El diseño del sostenimiento debe realizarse teniendo en cuenta las características del terreno, las dimensiones de las labores, las condiciones impuestas por la explotación como disponibilidad y facilidad de la instalación y las posibles influencias de explotaciones próximas”.

Nos trata de mostrar que debemos tener en cuenta las deformaciones que tendrá la estructura que estará sostenida y que este debe ser compatible con el tiempo y los servicios que serán previstos realizando un diseño que siempre tendrá como principal los términos de costos. Cada comportamiento del macizo rocoso es diferente donde se determinarán las condiciones de estabilidad y de acuerdo a ello se realiza los sostenimientos aportando las dimensiones en los pres dimensionamientos donde la respuesta final estará otorgando todas las características geotécnicas de las masas rocosas. Ahora bien, si se observan rocas competentes juntamente con las características mecánicas competentes y las resistencias elevadas teniendo las juntas que no son desfavorables entonces no se tendrá ningún problema durante los trabajos de las excavaciones teniendo un buen comportamiento sin necesitar ningún sostenimiento de refuerzo.

También menciona en el **ITC 04.6.05 en el ítem 4.2.5.** en medidas de control “en el proyecto debe incluirse un plan de control que permita conocer razonablemente el comportamiento del sostenimiento y los desplazamientos del terreno circundante, tanto en las distintas fases constructivas como en las utilidades”.

2.3.1.9 Clasificaciones geo mecánicas.

1. Métodos empíricos.

Para realizar los cálculos de los sostenimientos se tiene que utilizar procedimientos de las clasificaciones geo mecánicas donde estas clasificaciones se utilizaran para los distintos diseños previos y los estudios preliminares de las obras subterráneas. Existen variedades de clasificaciones para diseños de túneles y excavaciones subterráneas los cual los más destacados son: Terzaghi (1946), Lauffer (1958), Deere et al (1967), Wickham et al (1972), Bieniawski (1973) y Barton et al (1974).

Todas estas aplicaciones fueron para las aportaciones de las clasificaciones y realizar las parametrizaciones y el buen entender como un lenguaje para los geólogos, ingenieros y constructores. En el tema de las minerías las clasificaciones de los trabajos

deben estar prediseñados para las características propias de cada entorno de trabajo según las fracturas, fallas y fisuraciones que se pudiesen existir donde las más utilizadas en las clasificaciones en las obras subterráneas son RMR y la de Barton (Q). (Bujaico Mallma, 2021)

1.1 RMR de Bieniawski.

Está relacionado con el índice que va realizar la evaluación de la competencia del macizo rocoso, es un sistema de la clasificación geo mecánica que ha sido propuesto por Bieniawski en el año de 1973 lo cual fue creado para el diseño de túneles, pero en los últimos años se incrementaron para otros diseños como pre dimensionamientos de taludes y cimentaciones rocosas, así como también para las estimaciones de los módulos de deformaciones y las resistencias de los macizos rocosos.

Para poder utilizar se tiene que basar en los cálculos de los 06 parámetros de la unidad estructural de estos elementos:

- Resistencia a la compresión uniaxial - UCS.
- Calidad de la roca – RQD.
- Discontinuidades o espaciamiento de juntas.
- Condiciones de las juntas.
- Condiciones de las aguas subterráneas.
- Orientación de las juntas.

En las tablas siguientes nos muestra las puntuaciones que oscilan desde 0 – 100 donde nos enseña el nivel de la calidad de la roca cuanto más elevado sea el valor será de buena calidad.

Tabla 3: Clasificación del macizo rocoso

CLASE DE ROCA					
R.M.R.	81 - 100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	< 20
CLASE	I	II	III	IV	V
DESCRIPCIÓN	Muy buena	Buena	Media	Mala	Muy mala

Fuente: Ministerio de industria, energía y turismo.

Tabla 4: significado del macizo rocoso según el índice RMR

SIGNIFICADO DE LAS CLASES DE MACIZOS ROCOSOS					
CLASE	I	II	III	IV	V
TIEMPO DE MANTENIMIENTO	10 años para 5 m	6 meses para 4 m	1 semana para 3 m	5 horas para 1,5 m	10 min para 0,5 m
COHESIÓN (kPa)	>300	200-300	150-200	100-150	<100
ANGULO DE FRICCIÓN	> 45°	40°-45°	35°-40°	30°-35°	<30°

Fuente: Ministerio de industria, energía y turismo.

Para poder utilizar estas tablas lo que tendríamos que hacer son las divisiones de las galerías de la mina en tramos donde se obtengan las características geológicas que sean similares a las bases de dichas clasificaciones obteniendo resultados de acuerdo a los diseños que se estaría obteniendo.

Tabla 5: cálculo del RMR de Bieniawski

PARÁMETROS DE CLASIFICACIÓN									
1	Resistencia de la Matriz Rocosa	Ensayo de Carga Puntual	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión Simple (MPa)		
		Compresión Simple (MPa)	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1
		Puntuación	15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		100-90%	90-75%	75-50%	50-25%	<25%		
	Puntuación		20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		> 2m	2-0.6m.	0.6-0.2m.	0.2-0.06m.	<0.06m.		
4	Estado de las discontinuidades	Puntuación	20	15	10	8	5		
		Persistencia	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
		Abertura	Cerrada	<0.1mm	0.1-1mm	1-5mm	>5mm		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Rugosidad	Muy Rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro <5mm	Relleno duro >5mm	Relleno suave <5mm	Relleno suave >5mm		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
5	Agua Freática	Puntuación	6	5	3	1	0		
		Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10litros/min	10-25 litros/min	25-125 litros/min	>125 litros/min		
		Relación Presión de agua/Tensión principal mayor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo		
		Puntuación	15	10	7	4	0		
ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES EN EL TÚNEL									
Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección Paralela al eje del túnel			Cualquier Dirección Buzamiento 0°- 20°		
Excavación a favor del Buzamiento		Excavación en contra del buzamiento							
Buz. 45°-90°	Buz. 20°-45°	Buz. 45°-90°	Buz. 20°-45°	Buz. 45°-90°	Buz. 20°-45°				
Muy Favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy desfavorable	Media	Desfavorable			
CORRECCIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES									
Dirección y Buzamiento		Muy Favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable			
Puntuación	Túnel	0	-2	-5	-10	-12			
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60			
CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO SEGÚN EL RMR									
RMR		100-81	80-61	60-41	40-21	<20			
Clase		I	II	III	IV	V			
Calidad		Muy Buena	Buena	Media	Mala	Muy Mala			
Cohesión		> 4 Kp/cm ²	3 - 4 Kp/cm ²	2 - 3 Kp/cm ²	1 - 2 Kp/cm ²	< 1 Kp/cm ²			
Ángulo de rozamiento		> 45°	35° - 45°	25° - 35°	15° - 25°	< 15°			
Tiempo de Autosostporte y longitud sin sostener		10 años 15m.	6 meses 8m.	1 semana 5m.	10 horas 2.5m.	30 minutos 1m.			

Fuente: Ministerio de industria, energía y turismo.



Figura 7: excavación en relación a las capas

Fuente: Ministerio de industria, energía y turismo.

2.3.1.10 Tipos de sostenimientos.

Según **Pflucker (2019)** en su tesis de investigación que lleva por título “Sostenimiento de labores subterráneas”, menciona que todo sostenimiento siempre estará relacionado de acuerdo al tipo de terreno donde se realice el trabajo por tal sentido los diferentes estudios que se realizan acerca de los sostenimientos varían de acuerdo a los tipos de rocas o zonas donde se encuentre, así tenemos. (Pflucker Mendoza, 2019)

• natural	• Acero (arcos de acero, fortificación)
• entibación	• Concreto
• En puerta Alemana	• Pernos de anclaje
• Otros tipos de puertas	• Tacos
• cuadros	• Canastas
• Otros.	

1. Sostenimiento natural.

En este tipo de rocas son utilizados los sostenimientos naturales donde poseen una gran resistencia y que las rocas son muy competentes donde las presiones no alteren los espacios abiertos tanto en el techo como en el piso y que estos se auto sostienen. Se puede mencionar que este tipo de sostenimientos son aquellos que las rocas no poseen ningún peligro de desplomarse los cuales están conformados por dos tipos:

1.1 Machones.

Que forman parte de los bloques de los minerales que estos tienen la función de realizar la protección de las vías principales de los transportes que estos generalmente están en los lados.

1.2 Pilares.

Pertenecientes a las columnas de los minerales donde estos se dejan de realizar las explotaciones y que estos sirven como sostenimiento de las cavidades de las explotaciones contiguas obteniendo una forma irregular y que sus dimensiones son variadas.

2. Entibación.

Las entibaciones se refieren a los sostenimientos que se realizan utilizando las maderas juntamente con las puertas alemanas que estos son métodos de sostenimientos que se realizan en las actividades mineras subterráneas, puerta en boca de pescado, cuadros y tacos entre otros que se pueden presentar.

2.1 sostenimiento en labores de desarrollo.

las diferentes entibaciones que se realizan en las labores de explotaciones subterráneas en este caso del carbón permite el control de los impactos sobre los techos causando los desprendimientos de las rocas en las fallas que se pudiesen existir; se debe considerar las inestabilidades imprescindibles y que a veces son incómodos en la mayoría de las veces. Si observamos desde un punto de vista ergonómico y antropométrico en estos influye principalmente las temperaturas, polvo, gases, y otros factores que abarca para los diseños de los sostenimientos de cada una de ellas.

En la entibación como operadores de los diseños se encargan de la construcción del apuntalamiento y el fortalecimiento mediante las maderas y tablas en las excavaciones que ofrecen una seguridad óptima para los sostenimientos antes que se realice el desplome de ellos. Los sostenimientos que se utilizan en la unidad minera subterránea para los desarrollos de las minas son aplicados mediales los siguiente:

- inclinados
- transversales
- galerías
- guías.

2.2 sostenimientos en labores de preparación.

En este tipo de sostenimientos para las labores de preparación son utilizados como las puertas alemanas, tacos y cuadros de madera donde estos facilitan el tránsito de las personas y la comunicación segura para los vehículos que realizan la circulación de ellos evitando los desprendimientos de los techos inmediatos de las excavaciones

2.3 fortificaciones.

Las fortificaciones para los sostenimientos se realizan utilizando los aceros como propósito principal de ellos y que a ellos se les pueden agregar las maderas como modo de complementación. Las fortificaciones que se realizan están sometidos a los tipos de terreno dentro de los cuales se estarán realizando los trabajos; estas fortificaciones se estarán realizando para el soporte de las cajas techos y evitar los derrumbes que no son planificados donde existen diversos tipos de fortificaciones:

a. fortificaciones rígidas.

Estas son las que realizan los sostenimientos sin permitir los movimientos de las rocas y que estos son los más resistentes y así evitar que los bloques que contengan puedan caerse.

b. Arcos.

Este también es un tipo de sostenimiento que también las minerías subterráneas lo utilizan dentro de ellos donde en este se utilizan arcos para las vías de las secciones y que generalmente se componen de tres segmentos.

2.3.1.11 Sostenimiento en la minería subterránea.

Los sostenimientos son los trabajos diarios que se realizan por los distintos tipos de sostenimiento y de acuerdo a las utilidades del tipo de las rocas en cada unidad minera donde puede incidir primordialmente en las velocidades y las producciones de la minería donde siempre se estará priorizando el incremento de la seguridad en las labores. (Espinoza Bustillos, 2011)

Según **Laso (2020)**, presenta su tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Minas “Optimización del sistema de sostenimiento de las labores subterráneas para una mina con problemas de altos esfuerzos”, menciona como su objetivo principal de realizar las evaluaciones de las condiciones geológicas, geo mecánicas de los macizos rocosos y las actividades sísmicas con el propósito de realizar las optimizaciones de los sostenimientos de las labores de las minas subterráneas de bajas condiciones y de altos esfuerzos. Se menciona que en algunos sectores de las vetas y cuerpos y donde se

realizan en las profundizaciones en la secuencia del minado obtendrán o sufrirán estados de tensiones elevados en todas sus distribuciones de las labores ocasionando las fracturas, craquelamiento y en algunos casos los lajamientos. Esta investigación pretende realizar el análisis y evaluar todas las condiciones geológicas, geo mecánicas de los macizos rocosos y las informaciones sísmicas de las minas que se necesiten realizar los sostenimientos con el propósito de optimizar todos los sostenimientos de los labores que ellos están expuestos a distintas condiciones críticas y así poder evaluar y proponer algunas medidas de mitigación con el propósito de mantener de la productividad y las estabildades de la mina y la seguridad de ellos. (Lazo Laura, Enero 2020)

Para realizar los diseños de los sostenimientos de las labores se tiene que priorizar los estudios geológicos, geo mecánico, así como validar que tipo de sostenimiento se estará utilizando en los techos de acuerdo a los siguientes:

1) sostenimiento activo.

Los refuerzos que actúan en este tipo de sostenimientos activo actúan con la roca donde los refuerzos tienen la función de proveer refuerzo que va aumentando las resistencias friccionales entre los bloques que estas la componen; el principio fundamental es de realizarla estabilidad de los bloques rocosos o las deformaciones de la caja techo pudiese ocasionar.

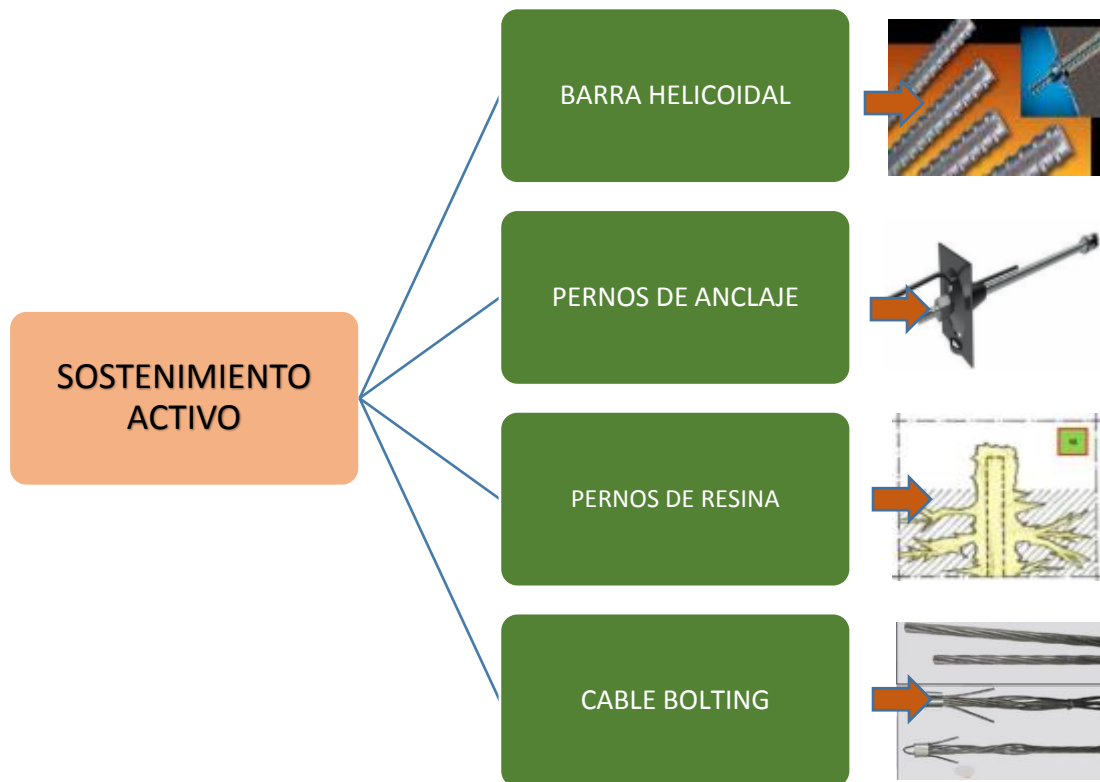
Las ventajas que se pudiesen encontrar en estos tipos de sostenimientos es:

- realiza el aumento de los tamaños efectivos de los bloques.
- Presentan la forma de un arco compresivo por encima de la parte de la corona.
- Se realiza la suspensión de los bloques sueltos.

Al poseer una instalación optima se presentan algunas características que son de mucha importancia entre ellos tenemos:

- Realizan esfuerzos que son predeterminados a las superficies de los macizos rocosos donde se asimila estas presiones que son ocasionadas por el terreno.
- Para su instalación es muy rápida ya que su aseguramiento es más seguro obteniendo el aumento de la productividad de las operaciones.
- Las instalaciones se realizan en todo tipo de excavaciones subterráneas.
- En tema de los mantenimientos es muy poca en lo largo del tiempo y es muy versátil.
- Al realizar las instalaciones de estos sostenimientos son menores los costos y su mantenimiento de ello.
- Para los trabajos se tienen sistemas de mecanización que son muy avanzados en los tipos de sostenimientos.

A continuación, se presentan los tipos de sostenimientos que pertenecen a ello.



2) Sostenimiento Pasivo.

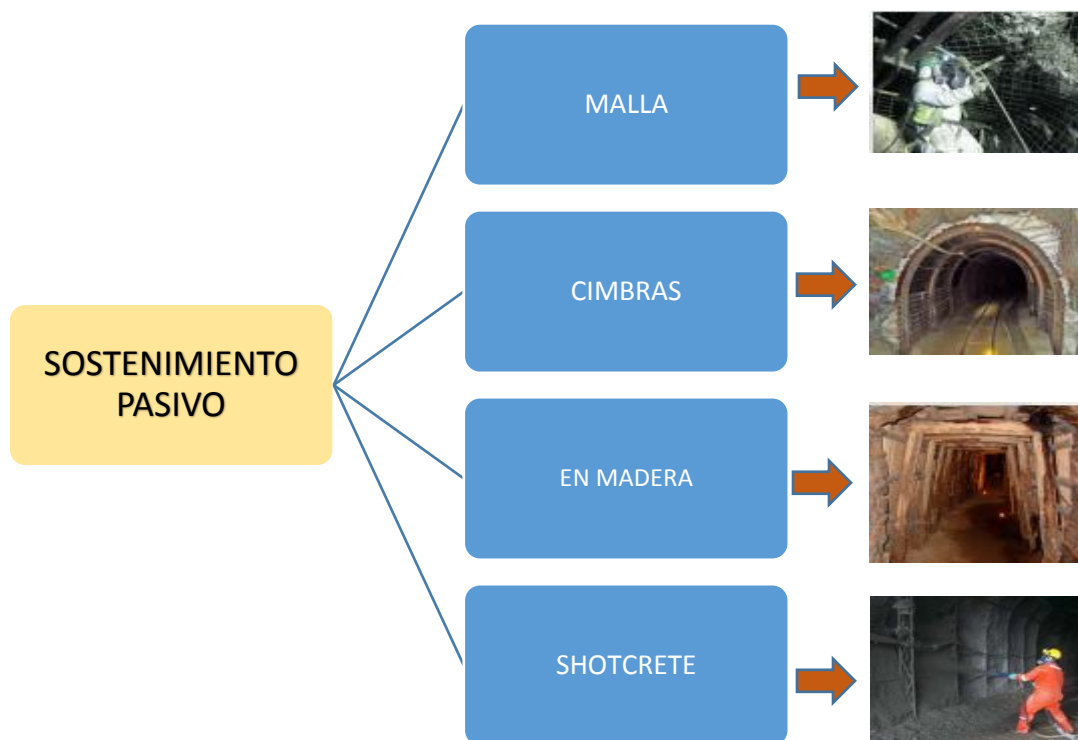
Estos tipos de sostenimientos se basan o se caracterizan por no ejercer esfuerzos sobre los macizos rocosos donde se desarrolla una capacidad resistente cuando las rocas comienzan a deformarse.

En este tipo de soportes consiste en los elementos de los soportes que van a cumplir funciones individuales que tienen la función de trabajar juntos para poder lograr un resultado óptimo; los soportes tienen la función de estabilizar las masas rocosas mediante los controles del colapso que puede ser progresivo o las deformaciones de las mismas.

Las ventajas que se tiene con este tipo de sostenimiento pasivo son:

- Permiten controlar los desprendimientos de la superficie de las rocas.
- Permiten formar una superficie que es más amplia para las distribuciones de las cargas.

En este tipo de sostenimiento encontramos a los siguientes.



2.3.1.12 Cimbras metálicas.

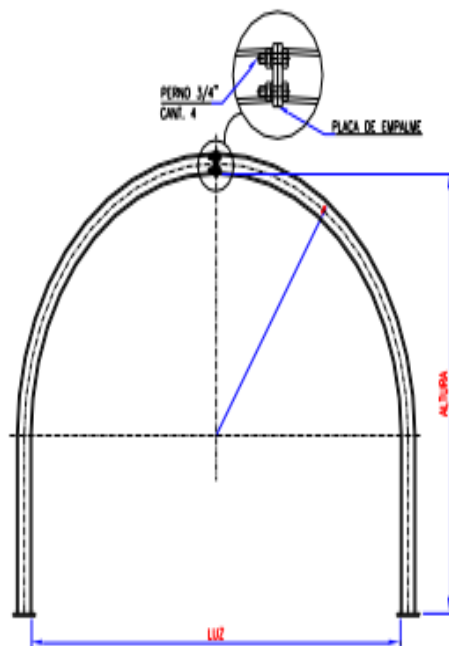
Las cimbras presentan una constitución de segmentos curvilíneos que estos están formados por conjunto de aceros rígidos o deslizantes; también se puede mencionar que presenta una técnica para este sostenimiento de la minería subterránea del tipo de sostenimiento pasivo o de soporte donde este tipo de sostenimiento se estará usando para los sostenimientos permanentes en las labores de avance cuando haya presencia de la masa rocosa muy débil. (Taboada Meneses, Noviembre 2020)

Las utilizaciones de las cimbras metálicas son por su excelente resistencia mecánica y sus propiedades de la deformación lo cual contrarresta el juntamiento de las excavaciones y evita las rupturas prematuras donde una de sus ventajas principales es que este sistema incorpora soportes, aunque haya sufrido algunas deformaciones principales. Su fabricación se realiza con vigas de acero en perfiles de "H" donde al realizar la curvatura forman la geometría que las empresas mineras requieren pudiendo realizarse de tipo herradura, baúl o para instalaciones en las chimeneas.

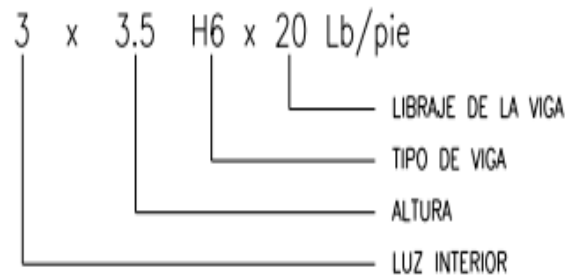


Fuente: Imagen descargada del internet.

Al proceder a qué tipo de cimbra metálica se tendrá que utilizar se tiene que verificar los dimensionamientos según los códigos que se registran en cada uno de los arcos de vigas donde en ella nos detallan los códigos de ellos. A continuación, se presenta la forma de como verificar el código que se registra en cada una de los arcos de las cimbras metálicas.



DESIGNACION DE LAS CIMBRAS



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

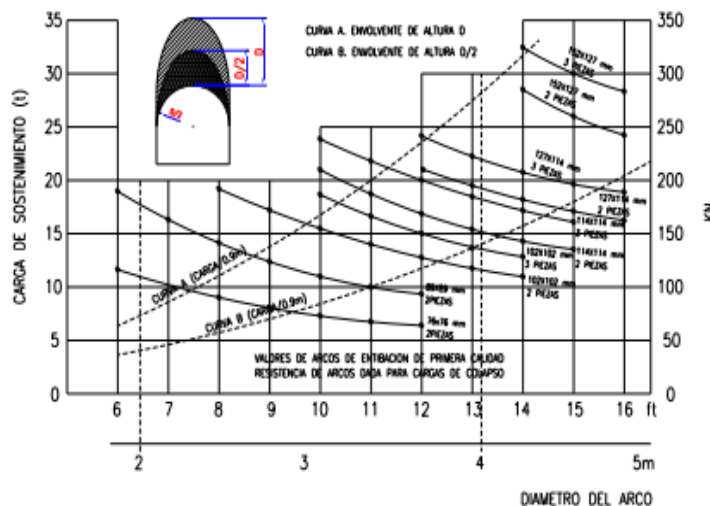
Material: Perfiles H de alas anchas WF Standard americano

Norma Técnica ASTM A-36

Limite elástico (MPa) 320

Resistencia (MPa) 470

Alargamiento 18%



PERFILES DE ACERO UTILIZADOS

H8 x 40 Lb/pie

H6 x 20 Lb/pie

H6 x 25 Lb/pie

H4 x 13 Lb/pie

* Otros perfiles segun requerimiento

En las cimbras metálicas se presentan 02 tipos los cuales tenemos:

- **Cimbras rígidas;** en este tipo de cimbra usualmente presentan perfiles del tipo “W, H, I” los cuales están formados por dos o tres componentes donde las uniones se realizan en base de platinas y sujetadas mediante pernos con tuerca.
- **Cimbras deslizantes o fluyentes;** en este caso presentan comúnmente perfiles del tipo “V y U” que están conformadas por tres componentes que estas se deslizan entre ellas mismas sujetadas y ajustadas mediante uniones de tornillos.

A parte de los accesorios que llevan las cimbras metálicas son llamados los tirantes o Distanciadores para el amarre entre ellas mismas, el encostillado o puesta de planchas metálicas y finalmente lo elementos de bloqueo.

Los tirantes o Distanciadores están conformados por varillas de fierro corrugado de distancias variables de $\varnothing 1"$, donde su función principal es de realizar el amarre entre las cimbras instaladas entre sí.



Imagen 3: Distanciadores de 1.5m
Fuente: Imagen propia.

El encostillado también puede estar colocado mediante las planchas acanaladas que tienen dimensiones variados según los requerimientos de cada empresa minera y en algunas unidades mineras utilizan o son reemplazados por tablones de madera.

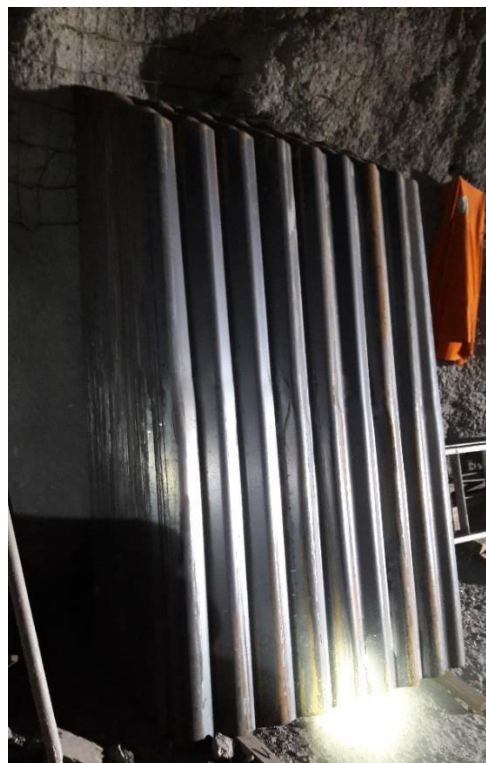


Imagen 4: Planchas metálicas acanaladas.
Fuente: Imagen propia.

Los elementos de bloqueo dependen la colocación de cada unidad minera donde pueden estar colocados con maderas o los bolsacreto.



Imagen 5: Encostillado con bolsacreto en las cimbras.

Fuente: Imagen propia.

El bolsacreto es la unión de material de relleno producto del residuo de los minerales combinado con cemento donde estos son almacenados en costalillos o sacos metaleros; son colocados encima de los tablonos o planchas acanaladas para el soporte de ellos y fijación hacia la caja techo de ello donde proporcionara un bloque adecuado para realizar la transferencia de las cargas uniformes sobre las cimbras.

Los marshavantes son aquellos que también forman parte de los accesorios de las cimbras su diseño va depender del frente de trabajo son colocados encima de las cimbras para el soporte o la seguridad de los trabajadores que realizan los trabajos debajo de ellos. Están constituidos por maderas, rollizos u barras de perforaciones.



Imagen 6: Partes de las cimbras metálicas.
Fuente: Imagen descargada del internet.

2.3.1.13 Determinación de las cargas actuantes.

Para las determinaciones de las cargas tendremos que mencionar a Terzaghi donde define a las cargas verticales de las rocas o el suelo en los túneles como a la masa de los materiales que tienden a caer desde la caja techo en caso sea muy débil. Estos valores de las cargas se van clasificando en rangos que va depender del estado de las rocas y la naturaleza en distintas áreas que van a delimitar estas cargas.

En las cimbras metálicas estará dependiendo del base de grado de las cohesiones intergranulares y los fracturamiento de los macizos rocosos donde las presiones verticales tienden a ser mayores en las rocas con los plegamientos donde se realizan las fracturas, presiones horizontales que va depender de la eliminación de las fuerzas que estarán originando estos plegamientos o de otro modo los valores de las presiones horizontales serán absorbidos por las diferentes resistencias de las compresiones de cada una de las rocas. (Miranda Cajahuanca, 2020)

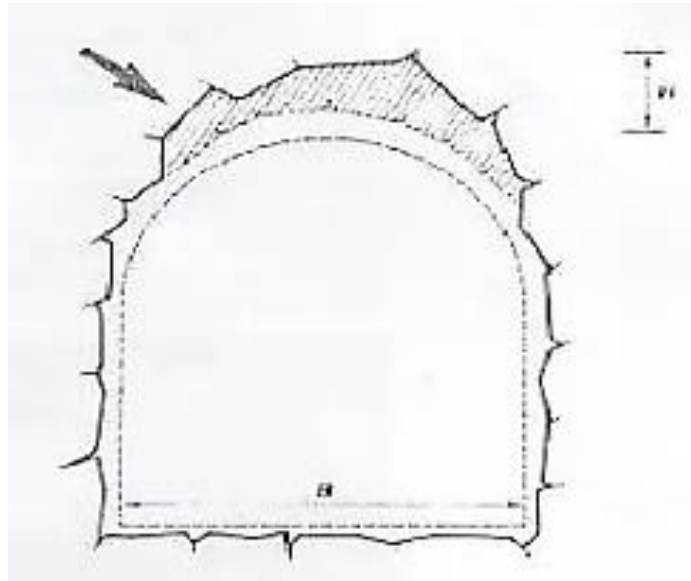


Figura 8: Carga masiva sobre las cimbras

Fuente: Curso de Cimbras metálicas.

$$H = 0.25 \cdot B$$

H = carga de roca que se asume por probable sobre perfil, generalmente cuando no existe soporte en la excavación.

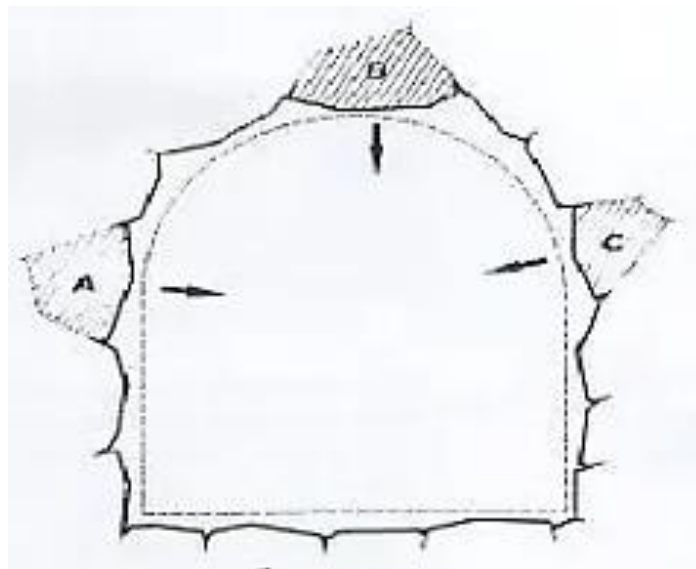


Figura 9: carga puntual sobre las cimbras.

Fuente: Curso de Cimbras metálicas.

Donde:

A, B y C = son bloques de las rocas explosivas

2.3.1.14 Cargas sobre las cimbras en las rocas trituradas.

Son aquellas variedades de las rocas que se encuentran muy fragmentadas donde el comportamiento de estas tiene mucha similitud con las arenas o suelos. Si mencionamos el “efecto arco” nos estamos refiriendo a las rocas que se encuentran en la caja techo obtiene una capacidad de poder transmitir una determinada presión que esto origina en su peso a los laterales de la masa rocosa. En la tabla siguiente nos muestra los valores de las cargas que es ejercida sobre las cimbras metálicas cuando este se encuentre en zonas de rocas trituradas.

Tabla 6: Valores de cargas sobre las cimbras

ROCAS TRITURADAS (EQUIVALENTE A LA ARENA)	CARGA (HP)	FLUENCIA DEL TECHO DEL TÚNEL
COMPACTA	Min: 0.27 (B+H)	0.01 (B+H)
	Max: 0.60 (B+H)	0.15 (B+H) o mas
SUELTA	Min: 0.47 (B+H)	0.02 (B+H)
	Max: 0.60 (B+H)	0.15 (B+H) o mas

Fuente: Curso de Cimbras metálicas.

Para obtener los valores de la presión media en las paredes del túnel, se tendrá que utilizar:

$$Pm = 0.3 * \gamma * (0.5 * Hf * Ho)$$

Donde:

Pm = presión media sobre las paredes del túnel.

γ = peso específico de la arena o roca del túnel.



Imagen 7: Efecto del arco.
Fuente: Imagen propia.

Figura 10: cargas sobre las cimbras.

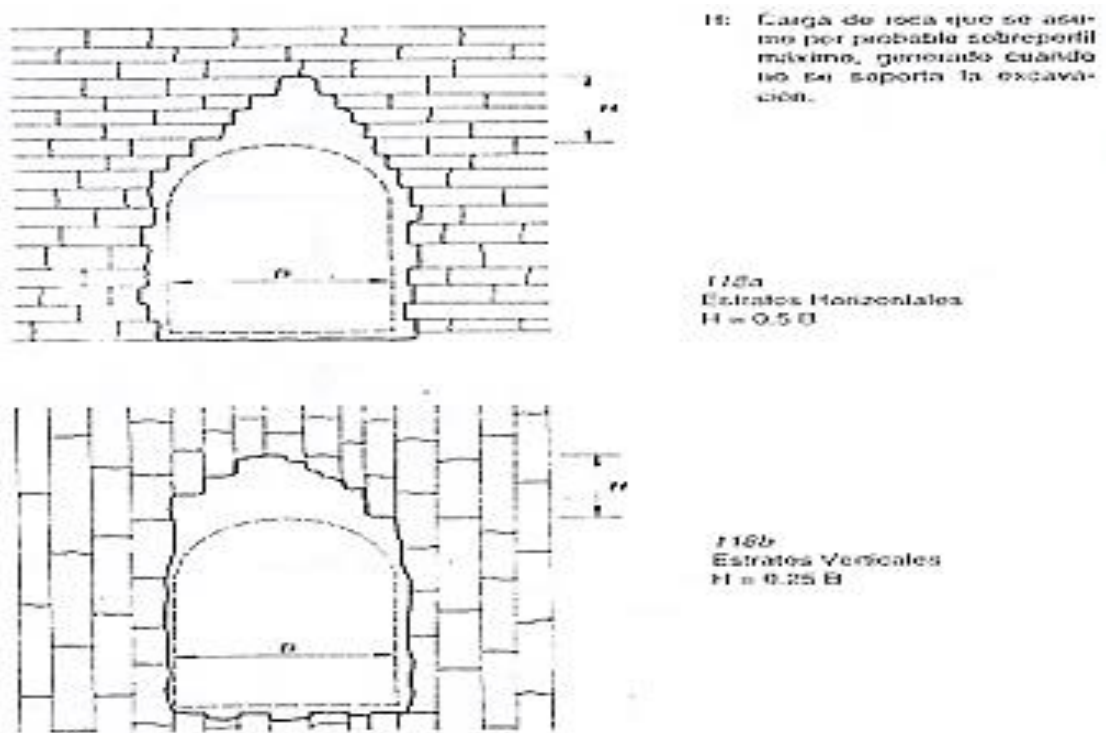


Figura 11: cargas sobre las cimbras.

Fuente: Curso de Cimbras metálicas.

Resumen de cargas de roca (H_0) sobre el techo de un túnel de ancho "B" y altura "H" para ser sostenida por un soporte rígido – Cimbra metálica.

Tabla 7: tipo de soporte de la cimbras metálicas.

ESTADO DE LA ROCA	CARGA DE LA ROCA (Hp, m)	OBSERVACIONES
1. Dura y masiva	0	Solo se necesita refuerzo escaso si hay desprendimiento o chasquido.
2. Dura pero estratificada o esquistosa	0 a 0.5B	Refuerzo escaso más que nada como protección contra desprendimientos.
3. Masiva, ligeramente fisurada	0 a 0.25B	La carga puede cambiar en forma errática de un punto a otro.
4. Medianamente fracturada en bloques algo abiertos*	0.35B a 0.35(B+Ht)	No hay presión lateral.
5. Muy fracturada en bloques y las fracturas abiertas*	0.35(B+Ht) a 1.10(B+Ht)	Poca o ninguna presión lateral.
6. Totalmente triturada, pero químicamente intacta*	1.10(B+Ht)	Presiones laterales considerables. Los efectos de las infiltraciones hacia el piso del túnel requieren apoyo continuo para las partes bajas de los marcos o bien marcos circulares.
7. Roca comprimida profundidad moderada	1.10(B+Ht) a 2.20(B+Ht)	Considerable presión lateral. Se requiere plantilla apuntalada; es preferible usar marcos circulares.
8. Que fluye plásticamente en poca profundidad.	2.10(B+Ht) a 4.50(B+Ht)	
9. Rocas expansivas.	Hasta 250 pies, independientemente del valor (B+Ht)	Marcos circulares indispensables. En casos extremos usar refuerzo elástico.

Fuente: Curso de Cimbras metálicas.

*Si el túnel esta sobre el nivel freático, la carga puede ser reducida en 50% para los tipos 4 – 6.

A. Procedimiento de instalación.

En todo sistema de soporte que se pudiesen trabajar se tiene que considerar aspectos que son de mucha importancia para sus instalaciones donde observando las evoluciones de las cargas se tiene que observar de cuan prioritario es las instalaciones de los soportes de las cimbras metálicas, cuanto más sea el retraso de las instalaciones en un frente de trabajo estará aumentando las presiones de la caja techo.

Para poder realizar las instalaciones con las cimbras se tiene en primer lugar realizar el soporte del frente de trabajo realizando el aseguramiento momentáneo de la caja techo mediante la colocación con shotcrete, mallas si es que se necesite y marchavantes si es de mucha importancia. Verificar que todos los accesorios se encuentren para el armado de las cimbras y estos deben estar correctamente apoyados y sujetos al piso realizando picado de patillas y puesta con mezcla de concreto para su fijación teniendo siempre presente la perpendicularidad de ellos; para lo cual se tendrá en cuenta el aseguramientos de las cimbras anclándola a las paredes y con ayuda de equipos proceder a la colocación de los arcos y puesta de tuercas y pernos, prosiguiendo con otros armazones de las cimbras y realizar el amarre con los Distanciadores o tirantes de poste a poste. Una vez que se encuentre firme la estructura proceder con el encostillado utilizando los bolsacreto y colocado de las planchas acanaladas en cada punto de trabajo.

Son muy importantes el bloqueo de las cimbras contra las masas rocosas ya que pueda existir una transferencia uniforme de las cargas de ellas sobres el armazón de las cimbras. Si no se tiene un buen bloqueo de las cimbras estas no serán muy efectivas, por ende, es muy importante realizar los sostenimientos en cada labor a realizar también mencionar que se tiene que efectuar cimbra por cimbra a la vez hasta poder completar un cuadro de ello.



Imagen 8: instalación de cimbras metálicas en la Rp 3420.

Fuente: Imagen propia.

B. Control de calidad.

Para los sostenimientos que se realizan en cada unidad minera estos tienen que cumplir algunas condiciones en temas de cimbras metálicas:

- Los armazones tienen que presentar un riguroso paralelismo entre los elementos.
- Presencia de una buena adaptación hacia las paredes en caso contrario este se realizará que los elementos flexiones hacia el exterior.
- En un cuadro completo el armazón tendrá que presentar una resistencia que sea conveniente a todo el conjunto donde esto dependerá de las uniones, su instalación y el buen control de ellos.
- Se tiene que presentar un estrecho contacto entre las cimbras y las paredes y caja techo de las rocas en todo su perímetro. Para obtener una buena capacidad de sostenimiento antes de que ocurra una deformación que puede ser significativa hacia el interior de las excavaciones.
- En tema de la supervisión, se tiene que estar siempre presente desde el inicio de la instalación y no será aprobada ninguna cimbra que este mal diseñada o colocada que no presente una verticalidad ni su alineamiento también se mencionara sobre su correcto topeado hacia la superficie de las roas en contacto con ellos.

2.3.1.15 Pasta de relleno en minas subterráneas.

Según **Omar Fimbres (2018)**, menciona que en casi todas las operaciones mineras subterráneas utilizan la pasta de cemento como la utilización para rellenos de las cámaras que ya fue explotado o extraído el mineral del punto, para la utilización de la pasta tenemos que saber cuál es su procedimiento los cual primero se realiza con la fabricación de esta pasta donde tiene como componente primordial el relave que este es proveniente de los circuitos del espesamiento que contiene en promedio de 50 a 70% de sólidos.



Imagen 9: planta de relleno de PTAM.
Fuente: Imagen propia.

Este relave se almacena en otra segunda etapa donde en este se realiza la separación del líquido de los sólidos donde pasa mediante filtros de discos que estos se utilizan unas telas filtrantes y las bombas que estos generan un vacío, obtenido un material con una concentración del 80% de los sólidos q a esta mezcla se le llama torta. De los productos que se obtuvieron de la filtración este es mezclado con cemento para así poder formar una pasta de cemento que esta es almacenada en tolvas para posterior ser transportadas mediante tuberías por impulsión en el interior de la mina donde es bombeado para los rellenos de os tajos que generalmente son en niveles superiores.

La función de esta pasta de cemento es dar la estabilidad a los niveles superiores que es su función principal y poder dar continuidad al minado de los niveles inferiores. Si se menciona en tea del impacto ambiental el reuso de este relleno disminuye las deposiciones ya que este regresa hasta un 50% de los materiales extraídos y la recuperación de las aguas para así luego en este proceso reutilizarla en las plantas.



Imagen 10: Relleno de pasta de cemento a la zona de un tajo.

Fuente: Imagen propia.

Según **Vega (2011)**, menciona que existen problemas diversos en los terrenos donde al momento de realizar los trabajos dejan descubiertos grandes superficies encontrando así vacíos que estos se mantienen sin hundirse durante mucho tiempo por ende estos espacios quedan vacíos. Es por ello que se necesita ser rellenados estos puntos ya sea con materiales estériles o también con relleno de pasta de cemento donde este material que va sustituir al mineral que fue extraído de la zona con los distintos métodos servirán para ser rellenados estos puntos.

El tema del relleno de pasta de cemento nos sirve para realizar el soporte de las superficies de los exteriores ante hundimientos rápidos y excesivos para así poder realizar la reducción de las presiones de los terrenos y dar la protección de las excavaciones y los resquebrajamientos dentro de los trabajos. (Vera Vega, Junio 2011)

1. Ventajas del relleno en pasta.

- En las unidades mineras donde se utilizan los métodos de explotación y en ellas los rellenos cementados en los techos de los cortes y rellenos descendentes o en los pilares como el corte y relleno ascendente los ahorros del cemento son superior al 50% ya que esta mezcla que se utiliza posee menor cantidad de agua que en los rellenos hidráulicos o los hidroneumáticos.
- Las utilizations de las pastas de cemento se pudo realizar la disminución del alto consumo del cemento que se estuvo utilizando en

el método del corte y relleno descendente teniendo en cuenta de esta manera una rentabilidad económica.

- Cuando se realiza una mayor cantidad de los finos que lo permitido en los rellenos hidráulicos; las pastas que se utilizan no presentan ningún problema de percolación por obtener un porcentaje de partículas que no sedimentan secándose por completo mediante la decantación o por el uso de algunos agentes como es el cemento, cal y entre otros.
- Teniendo la cal o el cemento en pequeñas porciones de 5 – 10 Kg/m³ se podrá utilizar hasta el 85% de los relaves que se producirán.
- Posee un alto rendimiento de los rellenos teniendo el tiempo de trabajar hasta 200 m³/hora; por ende, se podrá tener ciclos más cortos en el minado teniendo así un incremento de la productividad.
- Nos permite tener mayor seguridad evitando así los fracturamiento de los techos y que se realice los derrumbes y accidentes que se pudiesen existir de estos.
- Nos permite realizar las extracciones de los yacimientos del tipo manto teniendo los techos soportados mediante los sistemas de relleno previo a un sostenimiento de ellos al realizar la eliminación de los sobrepesos excesivos de este.
- Los yacimientos que se encuentren después de este relleno se podrá realizar la explotación en su totalidad.

2. Característica de los rellenos en pastas.

Las características que tenemos tener en cuenta de los rellenos en pastas son las siguientes:

- ✓ La fluidez de los materiales.
- ✓ La buena densidad de las pastas.
- ✓ Una bombeabilidad.
- ✓ La resistencia de ellos.

Los materiales finos que son los relaves son los elementos primarios de los rellenos en pasta donde para obtener una buena fluidez tendrá que tener una densidad de pulpa que sea aceptable. Esta fluidez de las pastas se logrará teniendo las características de los materiales como es el relave, tamaño del grano y la gravedad específica. Para la bombeabilidad de las astas va ser dependiente de las viscosidades de ellos, así como del tipo de la bomba con que se estará realizando y las geometrías de las redes de distribución. (Villegas Landa, 2020)

Si la trabajabilidad de los finos de pasta va a ser con limos, este se realizará utilizando lubricantes que esto estará alrededor de las tuberías donde se permitirá la fluidez de estos. Se tiene que tener en cuenta la densidad de la pasta que este cumple un rol muy importante en los cambios pequeños que se realizan en los volúmenes de agua donde pueden producir un cambio en el volumen del agua variando completamente las presiones de las líneas poder afectar la resistencia final de las pastas. Para obtener una pasta que sea acorde para los trabajos se tendrá que apreciar estos requisitos:

- Presencia de los relaves con un contenido del 15% de las partículas que estos pasaran la malla 635.
- Que los relaves tienen que estar libres de las impurezas orgánicas.
- Una buena velocidad de la sedimentación y una granulometría continua.

3. Componentes del relleno de las pastas.

3.1 diseño.

Un adecuado control de los materiales que serán los integrantes de la mezcla será muy importante para la combinación de ello. Los diferentes criterios de los diseños de las diferentes proporciones de las mezclas serán más adecuados para la utilización en cada caso, así como el proceso de la puesta en la obra y los controles de la calidad del relleno; estos son los puntos a considerar cuando se tiene que realizar cualquier uso de las pastas con las mezclas del cemento y que tendrán que cumplir con los requisitos de la calidad, seguridad y las vigencias de cada una de ellas.

3.2 Cemento.

El cemento es un material es una producción química que está compuesto por una sustancia en polvo que al realizar el mezclado con agua u otra sustancia esta estará formando una pasta blanda que al endurecerse con relación al agua y aire se estará empleando para las utilidades de diversas cosas.

Para la utilización en la mezcla de las pastas que estas serán expuestas con acciones de los suelos o en aguas subterráneas con altas concentraciones de los sulfatos se tendrán que emplear cementos con alta resistencia de sulfatos (portland II o V).

Tabla 8: tipos de cemento

TIPO DE CEMENTO	CONCEPTO
Tipo I	Este cemento es de uso general, para construcciones de concreto y en trabajos de albañilería y otros; sus aplicaciones en climas fríos, pavimentos, cimentaciones, etc.
Puzolánico IP	En este tipo de cemento se le añadió la puzolana hasta un 15% su coloración es de color rojizo que se obtiene de las arcillas calcinadas de las cenizas volcánicas. La ventaja es que permite la retención del agua y se obtiene una mayor capacidad de adherencia.
Tipo II	Posee moderada resistencia al ataque de los sulfatos, este se estará utilizando en zona agresivas. Los sulfatos se encuentran en las aguas subterráneas o en los suelos que cuando se combinan con el concreto estos se deterioran.
Tipo III	Presenta su desarrollo que es rápido de resistencia a este tipo de cemento se estará utilizando cuando se requiera adelantar el desencofrado. Cuando comience el fraguado este producirá un alto calor por lo que es aconsejable su utilización en climas fríos.
Tipo IV	Este cemento al realizar el fraguado produce un bajo calor donde se recomienda que los vaciados de este se realiza en grandes masas d los concretos como en presas por gravedad.
Tipo V	Es de alta resistencia al ataque de las sales, se recomienda que este cemento este en contacto con el agua o en zonas donde exista la presencia de ambientes salinos.

3.3 Relave.

Para la utilización del relave se realizan pruebas como la petrográfica que según ASTM-295 y las pruebas de la reacción alcalina que se dan según ASTM-C-289-81 donde en las distribuciones granulométricas nos estarán indicando que el 77.93% además tendremos que observar la curva granulométrica que tendrá que corresponder a un material que estará bien graduado.

Los componentes de los relaves que están integrando son la pirita (60.28%), el cuarzo (45.21%), la galena (0.57%), la calcopirita (0.10), los carbonatos (1.15%) y las arcillas (3.10%).

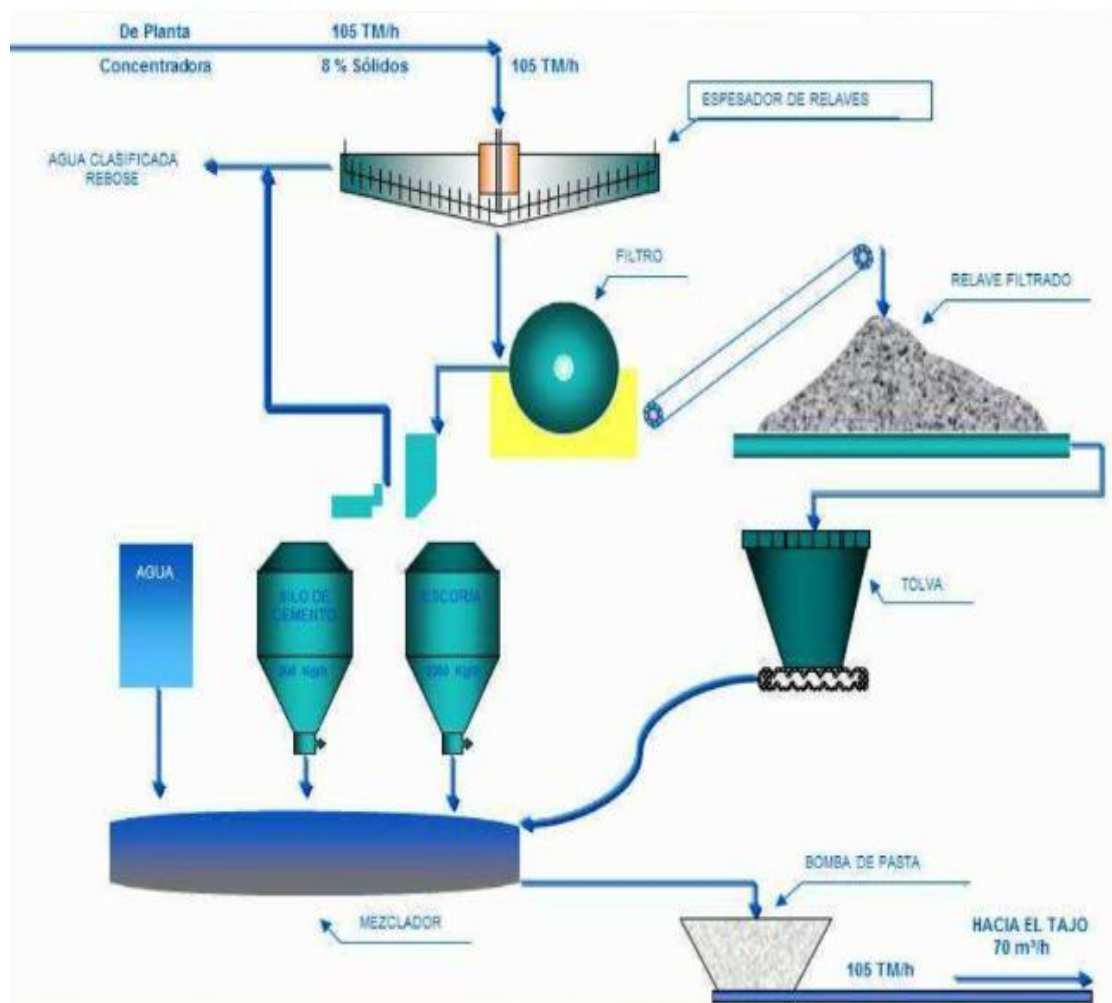


Figura 12: Flujograma del relleno en pasta.

Fuente: Flujograma de Catalina Huanca S.A.C.

3.4 Monitoreo de convergencia de las Cimbras.

Cuando se realiza las excavaciones subterráneas este produce el rompimiento del equilibrio de las fuerzas del macizo rocoso presentando variedades de tensiones radiales en todo el perímetro de la parte excavada. Estas tensiones procuran de tapar esos huecos que se encuentran abiertos y a esta tensión se le denomina Convergencia.

En las cimbras rígidas cuando llegan a su límite de la deformación elástica presentan algunas deformaciones ya sea laterales y/o verticales donde para realizar el control de seguimiento de estas deformaciones se tiene que realizar constantemente el “monitoreo de convergencia” de las cimbras.



Fuente: Extensometer, Imagen descargada del internet.

En la unidad Catalina Huanca S.A.C. al realizar los trabajos de sostenimiento con las cimbras, los trabajos se realizan semanalmente el monitoreo de la convergencia donde consistía en la toma de medidas de las dimensiones laterales “AC” (ancho de las cimbras) y los controles de las dimensiones “AB” y “BC” donde los resultados calculados ofrecían a corto y mediano plazo. En la *Figura* siguiente se muestra la posición de las medidas de las variaciones de las dimensiones.

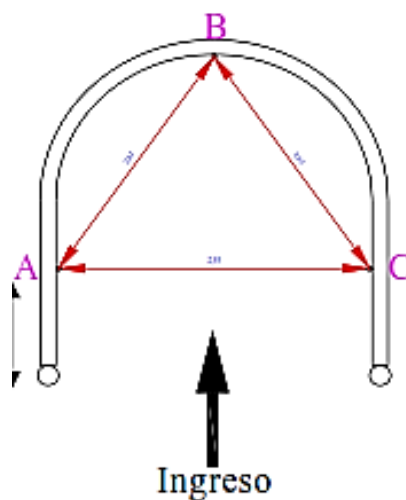


Figura 13: esquema de medición de convergencia.

Fuente: Imagen descargada del internet.

2.3.2 Bases conceptuales.

1. Sostenimiento.

Para una explotación minera subterránea se menciona que el sostenimiento especialmente de las labores son acciones que se utilizan para mantener espacios abiertos de las labores mineras subterráneas con una determinada sección que sea suficiente para la circulación de los personales, ventilación subterránea o movimientos vehiculares.

Estos sostenimientos son trabajos adicionales con un alto costo donde reduce las velocidades de los avances y las producciones pero que este son procesos esenciales para las protecciones contra derrumbes ya sea al personal y equipo.

2. Labor de desarrollo.

Se menciona que una labor de desarrollo es utilizada para accesos hacia el cuerpo mineralizado donde de esta manera se podrá realizar los análisis las diferentes labores de explotaciones que se pudiesen existir.

3. Labores permanentes.

Son labores mineras que están preparados para largas duraciones durante la vida útil de la mina donde se requiere utilizar un determinado sostenimiento que sea adecuado garantizando un potencial alto en tema de factor de seguridad. En estas labores serán utilizados para los tránsitos constantes tanto de personas y equipos para las diversas construcciones que se pudiesen existir en la mina.

4. Labores subterráneas.

Son excavaciones que se realizan bajo la tierra con el propósito de realizar las explotaciones y exploraciones donde esta incluidos los trabajos subterráneos que se realizan en diferentes trabajos según los accesos de las personas.

5. Rampa.

Se menciona que una rampa son accesos con pendientes determinados en el interior de la mina que son destinados a las circulaciones de los distintos equipos entre bancos.

6. Frente.

Se puede mencionar que un frente son lugares donde las personas como los equipos realizan los distintos avances de una determinada labor de desarrollo, preparación o explotación de ellos mediante las perforaciones y voladuras.

7. Cimbras de acero.

Se puede mencionar que son armazones o sistemas de sostenimientos que son configurados mediante estructuras y que están hechas con distintos perfiles u otros componentes para los diversos soportes de los elementos estructurales que son utilizados durante una construcción de una determinada obra.

8. Perforación.

Son operaciones que se realizan con una finalidad de poder abrir los tiros en los macizos rocosos con una determinada distribución y una geometría adecuada en donde se estarán alojado las cargas explosivas.

2.4 Aplicación de cimbras en la Rp 3972 – cuerpo Melissa.

Los sostenimientos son muy importantes en esta unidad minera de Catalina Huanca, ya que presentan sistemas de masas rocosas inestables, así como rellenos de pasta en su interior como es el caso de la Rp 3972, los cuales al momento de realizar los estudios se presenta un material de relleno en pasta. se propuso pre dimensionar el tipo de sostenimiento a utilizar y gracias a las evaluaciones dadas por parte del área de Geomecánica se propuso las siguientes alternativas para sus diseños del tipo de sostenimiento que será en cimbras metálico con dimensiones constantes según los planos presentados y que ahora en la actualidad se está procediendo con los trabajos previo análisis de convergencia de estas cimbras ya instaladas en la Rp 3972.

2.4.1 Descripción del trabajo de campo.

Las investigaciones sobre el estudio del sostenimiento fueron realizadas en la unidad minera de Catalina Huanca S.A.C con la empresa AZOR ING. En la Rp 3972 – Tj 15 donde los estudios se basan principalmente de cómo se tiene que realizar el sostenimiento con cimbras teniendo un frente de relleno en pasta para ello se realizó previos estudios del comportamiento del relleno en pasta, así como los predimensionamientos de la utilización de las cimbras.

El yacimiento de la unidad minera Catalina Huanca S.A.C se encuentra ubicada en el Nv 2700 del Tj 15 piso 02 en el NW en base a los planos Topograficos de la unidad minera, el cuerpo se le denomino con el nombre de Melissa por poseer mineral de Zinc con un alto porcentaje. Para poder realizar la extracción del mineral es necesario cortar el relleno donde anteriormente se realizó una extracción y lo rellenaron con pasta de cemento y en la actualidad se tendrá que realizar el corte, pero previo a ello se está realizando los estudios para el tipo de sostenimiento que se tendrá que realizar. Esta unidad minera se encuentra en el distrito de canaria, provincia de Víctor Fajardo del departamento de Ayacucho a una altitud promedio de 3500 m.s.n.m.

En el **anexo N° 01** se presenta el plano topográfico general del piso 02 donde se encuentra ubicado la zona del yacimiento de investigación.

2.4.2 Caracterización del área de trabajo.

Para realizar este proyecto de tesis se escogió un frente de trabajo donde se observó cuán importante se tenía para poder realizar la extracción de los minerales que se tiene en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C. donde se presenta a continuación el frente de trabajo:

1) Rampa 3972.

El frente de trabajo se encuentra en una estructura mineralizada entre los niveles de 2700 – 2800 m.s.n.m del Tajo 15 denominado con el nombre de Rp 3972 que pertenece al cuerpo Melissa con una mineralización principalmente de Zn y que existe la presencia del emplazamiento con la arenisca junto a los conglomerados fuertemente argilizada con potencias que se presentan desde 3 m hasta los 40 m; en este punto existe la presencia de un relleno que está establecido con un material de pasta que al realizar los estudios mencionan los Ing. Geólogos y Geo mecánicos que se necesita el sostenimiento para poder realizar la perforación de este material de relleno.

2.4.3 Descripción del proceso operacional.

Como sabemos en las unidades mineras subterráneas la importancia del sostenimiento es muy importante dado que la unidad de Catalina Huanca S.A.C. realiza sus sostenimientos por las condiciones rocosas que la conforman de tener rocas malas donde se tiene que tener un cuidado de los diseños, la buena elección de las cimbras y el monitoreo de sus deformaciones. Cuando realizamos los diseños de los sostenimientos determinamos las cargas de las rocas donde estos están sometidas a los elementos de los sostenimientos y esto nos permitirá proporcionar la cimbra que pueda soportar estas cargas.

Las elecciones del tipo de las cimbras dependerán de los criterios que los ingenieros quienes se encuentran a cargo presenten una consideración mencionando el tiempo de vida que se requerirá para las excavaciones y los costos de los sostenimientos; los monitoreos serán encargados por la unidad minera Catalina Huanca S.A.C quienes semanalmente estarán realizando estas variaciones de deformaciones de las cimbras donde nos permitirá conocer el comportamiento típico bajo condiciones geo mecánicas en que estas se encuentren y poder estimar el tiempo de vida que se aproximada de las cimbras donde se podrá medir las efectividades de las deformaciones de ellas.

Los predimensionamientos de las cimbras es la base de la presente tesis ya que el tipo de relleno con que nos encontramos es una pasta que este necesita realizar un sostenimiento para poder así realizar las extracciones de los minerales en especial del Zn que presenta una calidad alta.



Fuente: Frente de trabajo de la Rp 3972 en cimbras.

2.4.4 Estudio y modelamiento de las cimbras.

En este trabajo de investigación se trabaja con las cimbras rígidas del tipo “H” y para realizar los análisis se utilizó el programa para los elementos finitos el Software PHASE que principalmente está basado en los temas de la convergencia que esta determina en los modelos al realizar las evaluaciones de las dimensiones iniciales que son necesarias para los labores donde se observa el tiempo de vida de las cimbras de modo que las excavaciones logren obtener las dimensiones finales sin que exista que las cimbras sufran una deformación.

Las dimensiones con que se está realizando los trabajos de las cimbras rígidas son de 4m x 4m. en las figuras que se presentan a continuación se muestran los modelos que se realizaron de los elementos finitos. Para realizar el proceso de la triangulación de estos elementos fueron usados con seis interpolaciones cuadráticas para realizar los

modelamientos del relleno de pasta de cemento para poner el tipo de sostenimiento de las cimbras con sus pre dimensionamientos.

Los modelamientos se realizaron juntamente con la empresa de Azor Ing. Donde procedió a los cálculos de los soportes para el sostenimiento que se tiene que realizar donde nos encontramos con un material que el relleno de pasta de cemento. Posterior a ello se procedió con los predimensionamientos en el programa de Auto CAD civil 3D.

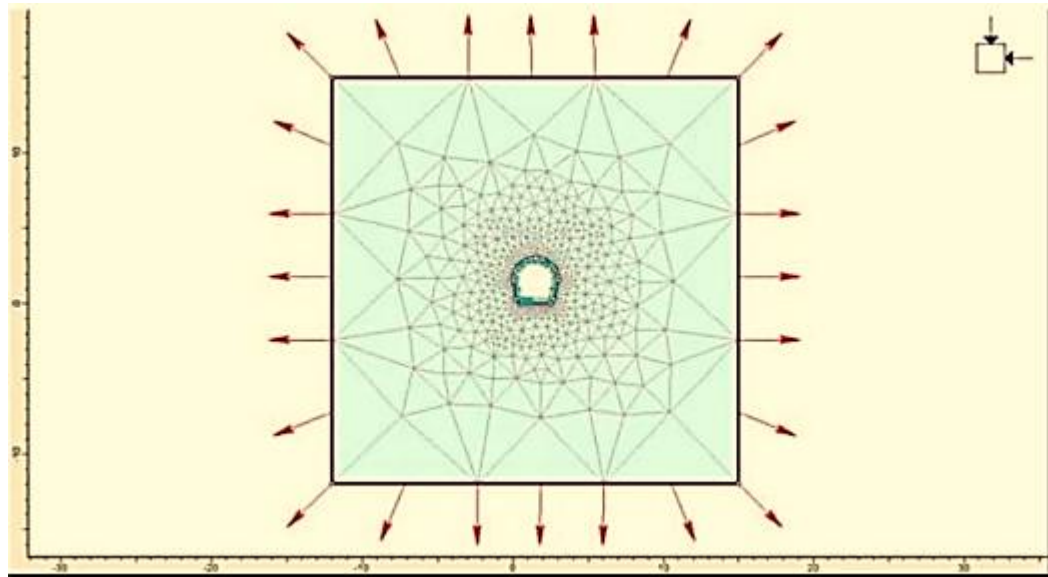


Figura 14: Visión del modelo de los elementos finitos.

Fuente: Modelamiento presentado por la empresa Azor Ing.

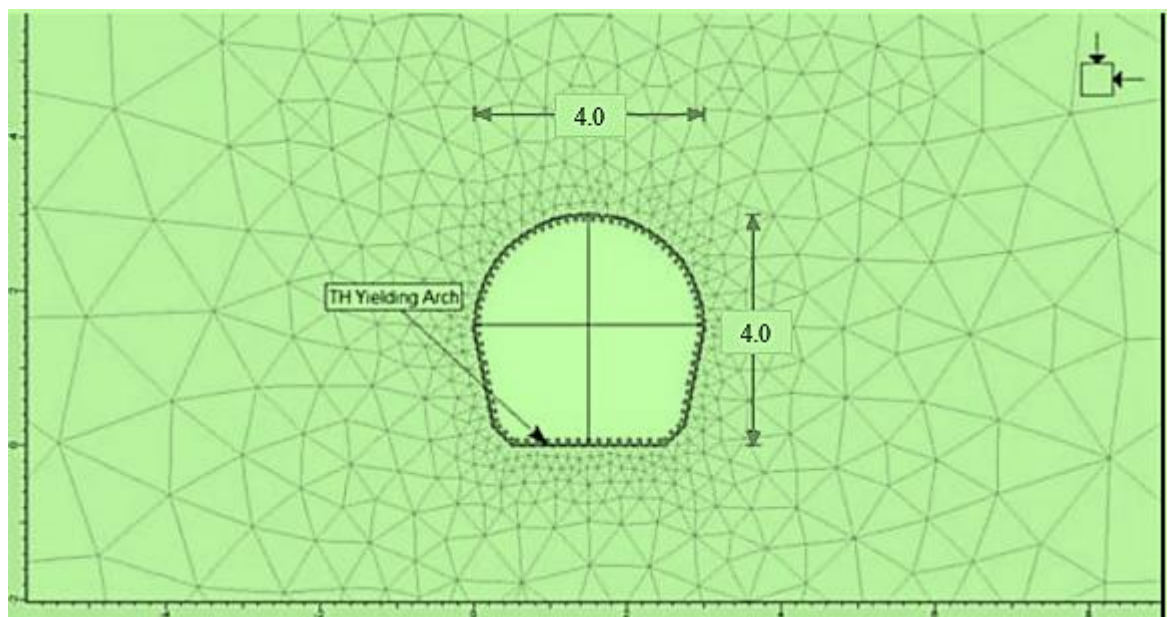


Figura 15: Detalle del modelo de elementos finitos.

Fuente: Modelamiento presentado por la empresa Azor Ing.

Las propiedades del material del relleno de pasta de cemento que nos facilitó el área de Geo mecánica se presenta a continuación utilizando con un Slump de 9% donde en líneas arriba se presenta las pruebas que se realizaron.

Tabla 9: Características del relleno de pasta de cemento

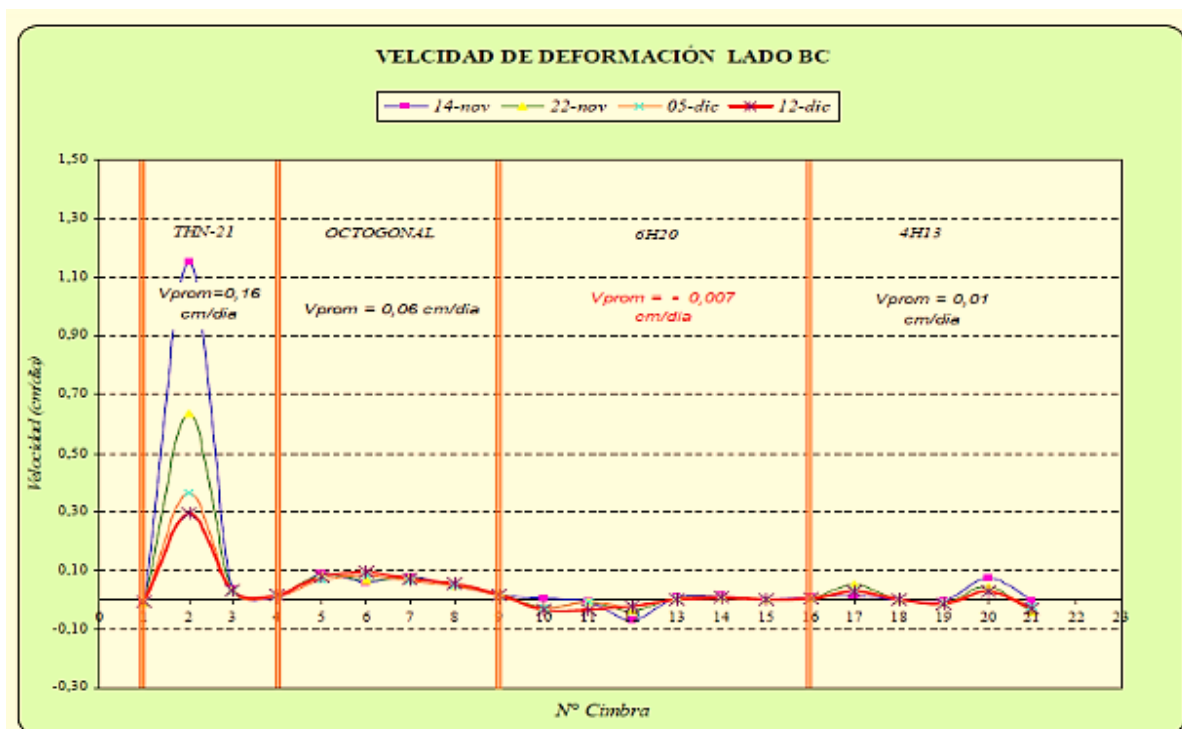
Contenido de cemento	94 Kg/m³
PE de cemento	3.15 gr/cm ³
Densidad de la Pasta	2.260 Kg/m ³
Porcentaje de solidos	78 a 80%
Slump	9%
Caudal de pasta en mina	35 – 44m ³ /hr

Fuente: Información obtenida del área de Geo mecánica de la UMCH.

2.4.5 Cimbras metálicas.

Para estos diseños que se tiene en frente de trabajo con un material de relleno en pasta se pre dimensiono una cimbra del tipo 6H20 de tres cuerpos, para obtener estos resultados se utilizaron problemas sobre los cálculos según Terzaghi y Cemal Biron realizando las comparaciones adecuadas.

Para los análisis de los resultados se realizaron algunas comparaciones entre algunas cimbras que se estuvieron utilizando en dicha unidad minera donde en el grafico siguiente se muestra las diferentes velocidades de deformaciones, en las cimbras octogonales se presenta 0.1 cm/día ya sea en presiones laterales y verticales, en las cimbras 6H20 presenta una deformación de 0.009 cm/día y en las cimbras 4H13 presenta una deformación de 0.026 cm/día.



Fuente: dato estadístico facilitado por parte del área de Geo mecánica – UMCH

2.4.6 Procedimientos de Instalación.

Para realizar los sistemas de soportes con las cimbras diseñadas es muy necesario poder considerar algunos aspectos que son muy importantes para su instalación. Antes de realizar el sostenimiento lo primero concierne a realizar el desate manualmente con el equipo Scayler. Por presentar un material de relleno de pasta no es posible su voladura de ello; con el equipo Scayler se realizará el desatado con un distanciamiento de 0.80 m según los diseños obtenidos previo a ello se procederá a la colocación de los marchavantes en el techo para así evitar cualquier caída de la roca. Como siguiente es realizar la limpieza del material desatado con apoyo del equipo Scoop y realizar el proceso de picado de las patillas con dimensión de 0.50 * 0.60 * 0.60 m realizando el picado también para la solera y piso donde estos tres elementos tendrán que ser vaciado al mismo tiempo. Como tercer paso es la colocación de los postes de las cimbras y colocado de la malla tanto patillas y muro según los cálculos de diseños obtenidos y su proceso de vaciado de concreto para ello. Una vez fraguado el concreto se procede a la colocación del arco de la cimbra con sus respectivos pernos con apoyo del equipo Manitdu o Telehandler para el izamiento de ello hasta el arco. Como final es realizar el colocado de las planchas con su soldeo de cada uno de ellos y sostenido con los bolsacreto en cada viga de las cimbras ya instaladas.

2.4.7 Control de calidad.

Para este sostenimiento que se está realizando se procedió con el cumplimiento riguroso de los planos de la parte estructural diseñados y pre dimensionamientos de ellos, a parte de estos también se tiene que cumplirse de las siguientes condiciones

- Control riguroso del paralelismo de estos elementos.
- Una buena adaptación a las paredes donde caso contrario estos elementos se estarían flexionando hacia el exterior.
- Una resistencia que es conveniente al conjunto donde este va depender de las uniones y un buen control de ellos.
- Una buena supervisión de las instalaciones y el control adecuado del seguimiento para las colocaciones y profundizaciones según los planos presentados y los diseños que fueron calculados.
- El control constante del análisis de la convergencia de las cimbras instaladas para así evitar cualquier inconveniente en el frente de trabajo.

2.4.8 Fundamentos de uso de cimbras.

Según Romero (2018), menciona que las cimbras metálicas son sostenimientos de tipo pasivo donde la función es de realizar los sostenimientos permanentes de las labores de avance en presencia de masas rocosas que son intensamente fracturadas o que son muy débiles de una calidad de rocas malas y muy malas que estos están sometidos a esfuerzos altos.

Las cimbras metálicas son utilizadas casi en todas las unidades mineras, no solo subterráneas sino también en obras civiles superficiales donde estas son utilizadas por presentar una buena resistencia mecánica y sus determinadas propiedades en bases a sus deformaciones. Estas cimbras son elaboradas con perfiles de acero dependiendo los pedidos de cada unidad y las formas que lo requiera cada empresa de acuerdo a los dimensionamientos presentados.

En la unidad minera Catalina Huanca, es muy importante el uso de las cimbras metálicas dentro de sus unidades mineras subterráneas principalmente en zonas de profundización ya que se presentan zonas de masas de rocas inestables casi en toda su unidad minera.

Las dimensiones varían de acuerdo a la sección del frente con que se presenta y las formas de instalación son distintas ya que pueden presentarse con instalaciones de patillas, con vigas de amarre o con puesta de soleras que todos estos son puestas en desarrollo en dicha unidad minera.

En la imagen siguiente se presenta la inspección de la Gal. 4520 en función a la instalación de cimbras de la UMCH.



Fuente: imagen propia.

2.4.9 Tipo de cimbra utilizado en la UMCH.

Según Iazo L. A. (2020), menciona que los sostenimientos en una unidad minera subterránea son parte de los trabajos mineros donde estos inciden en las velocidades y las producciones mineras implicando a la seguridad que prima, ante todo. Los sostenimientos son muy importantes ya que por su naturaleza estos se realizan en espacios vacíos e inestables que son producidos por las roturas de las rocas o de los minerales que son extraídos y que estos son instalados para mantener nuevamente estable la zona y dejarlo en condiciones de trabajo seguro.

Si mencionamos los tipos de cimbras entonces mencionaremos dos tipos que son las cimbras rígidas y las cimbras deslizantes o llamados también fluyentes; donde cada uno de ellos son utilizados según los requerimientos y para las distintas secciones a presentar.

En la UMCH se utiliza el tipo de **cimbra rígida** del tipo perfil “H” que están conformadas por tres segmentos ajustadas mediante uniones de tornillos y tuercas donde en el **Anexo 08** se presenta a detalle el plano de diseño.

Los accesorios que se utilizaron en estas cimbras rígidas metalizas fueron los Distanciadores con varillas de $\frac{1}{2}$ ” que estuvieron distanciados a 0.80 m por presentar un material de relleno en pasta, tuercas y pernos para su ajuste e unión, las cimbras tipo “H”, marchavantes. Para el encostillado se utilizaron las planchas acanaladas de 1.0 * 0.60 m con su soldeo de ellos a las cimbras y bolsacreto (material de relave más cemento en relación de 2:1. A continuación, se presenta las imágenes de los accesorios utilizados en el sostenimiento con cimbras.

a. Distanciadores



Fuente: imágenes propios

c. Plancha acanalada

b. Arco de cimbra



d. Bolsacreto

Fuente: imágenes propios



e. Instalación del poste y solera

2.4.10 Costo para el sostenimiento de las cimbras en Rp 3972.

Siempre se tiene que tener en cuenta que el objetivo primordial de un sostenimiento con cimbras es de inmovilizar y conservar la resistencia que posee una masa rocosa, de tal modo los trabajos de excavación tiendan a auto sostenerse para evitar los accidentes de desplome y/o caídas de las rocas. Es por ello que para realizar un sostenimiento con cimbras presentan costos de instalaciones de ellos; a continuación, se estará presentando los costos por cada metro de sostenimiento de las cimbras en la UMCH de la Rp 3972, cuerpo Melissa.

2.4.10.1 Análisis de costo por cada metro.

COSTO DE MATERIAL PARA LA CIMBRA		
DESCRIPCION	US\$	UNID.
Cimbra H6", 4.0 m * 4.0 m, 20 Lb/pie, 03 Pz	450.51	Por cada juego

Fuente: dato presentado por UMCH – área de planeamiento.

En las instalaciones de las cimbras para este frente de trabajo se tuvieron algunas inconveniencias en el aumento de las soleras, el piso de concreto los cuales produjeron algunos costos.

ZONA DE MEDICION	DATOS	UNIDAD
RP 3972	Sostenimiento recomendado	cimbra Pies
	Tipo de cimbra	H6 Metros
	Sección del túnel	4.0 * 4.0 Metros
	Espaciamiento	0.80 Metros
	Distancia a sostener	32.80 Metros
	Precio de la cimbra metálica	450.51 Dólares

Fuente: dato presentado por UMCH – área de planeamiento.

ZONA DE MEDICION	CALCULO DE SOSTENIMIENTO CON CIMBRA		
RP 3972	Nº de Cimbra	$\frac{32.80}{0.80}$	42 cimbras
	Costo de sostenimiento	$42 * 450.51$	18 921.42 Dólares

Fuente: dato presentado por UMCH – área de planeamiento.

COSTO DE PERSONAL DE CIMBRAS 2022			
CARGO	MAESTRO SOLDADOR		
JORNAL	80.00	S/	2,433.33
ASIGNACION FAMILIAR		S/	102.50
		S/	-
TOTAL REMUNERACION		S/	2,535.83
APORTES EMPLEADOR			
TOTAL APORTES A EMPLEADOR	18.41	S/	466.85
LEYES SOCIALES			
TOTAL LEYES SOCIALES	44.29 %	S/	1,123.11
TOTAL A.P (3) T L S (4)	62.70 %	S/	1,589.96
		S/	4,125.79
		S/	49,509.53
FACTOR DE CALCULO EN FUNCION DEL TIEMPO DE TRABAJO			
DIAS LABORADOS QUE SE TAREARAN AL AÑO			335.00
HORAS LABORADOS AL AÑO			3,433.75
COSTO HORARIO HH (COSTO/TIEMPO DE LABOR)		S/	14.42
GESTION EN ALIMENTACION, Y SALUD OCUPACIONAL		S/	10.25
SUB TOTAL		S/	24.67
UTILIDAD	7%	S/	1.73
TOTAL HH		S/	26.39
TARIFA POR DIA		S/	270.54

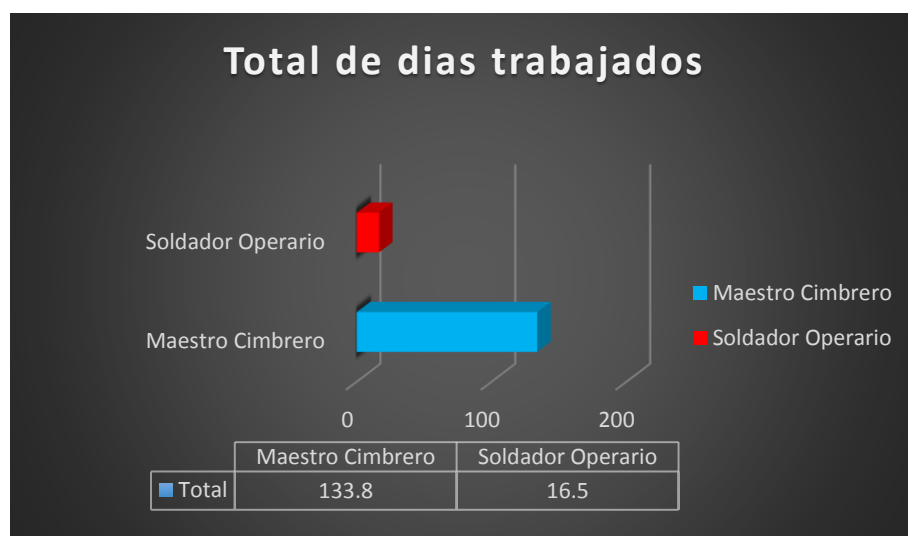
Fuente: dato presentado por Azor ING.

COSTO DE PERSONAL DE CIMBRAS 2022			
CARGO	MAESTRO CIMBRERO		
JORNAL	95.00	S/	2,889.59
ASIGNACION FAMILIAR		S/	102.50
		S/	-
TOTAL REMUNERACION		S/	2,992.09
APORTES EMPLEADOR			
TOTAL APORTES A EMPLEADOR	18.41	S/	550.84
LEYES SOCIALES			
TOTAL LEYES SOCIALES	44.29 %	S/	1,169.60
TOTAL A.P (3) T L S (4)	62.70 %	S/	1,720.44
		S/	4,712.53
		S/	56,550.34
FACTOR DE CALCULO EN FUNCION DEL TIEMPO DE TRABAJO			
DIAS LABORADOS QUE SE TAREARAN AL AÑO			335.00
HORAS LABORADOS AL AÑO			3,433.75
COSTO HORARIO HH (COSTO/TIEMPO DE LABOR)		S/	16.47
GESTION EN ALIMENTACION, Y SALUD OCUPACIONAL		S/	9.18
SUB TOTAL		S/	25.65
UTILIDAD	7%	S/	1.80
TOTAL HH		S/	27.45
TARIFA POR DIA		S/	281.35

Fuente: dato presentado por Azor ING.

El cuadro siguiente se muestra la suma total de días trabajados según el cargo para la instalación de las cimbras.

Etiquetas de fila	Suma de total
Maestro	133.8
Cimbrero	
Soldador	16.5
Operario	
Total general	150.3



Para un determinado mes según los armados de las cimbras se realiza.

ZONA DE MEDICION	UNIDAD	DATOS
01 Cimbra instalada (solera, piso y muro)	Días	2.5 (ambos turnos)
Total de cimbras instalada	Mes	12 cimbras
Costo de instalación de cimbras	Mes /Soles	20,597.32

Fuente: diseño propio.

La siguiente tabla muestra el costo total del armado de la cimbra en la Rp 3972.

VALORIZACION					
ARMADO DE CIMBRAS RP 3972					
AREA	MINA				
ORDEN	ARMADO DE CIMBRAS RP 3972				
JUSTIFICACION					
CENTRO COSTO					
UBICACION	LABORES INTERIOR MINA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	FECHA Precio (S/.)	nov-22 Parcial (S/.)
01	ARMADO DE CIMBRAS RP 3972				62,705.78
01.01	Soldador Operario	HH	169.13	26.39	4,463.88
01.02	Maestro Cimblero	HH	1,371.45	27.45	37,644.59
01.03	Costo cimbra Mensual	Mes	1.00	20,597.32	20,597.32
TOTAL MENSUAL(S/.)					62,705.78
Consideraciones:					
- NO incluyen herramientas manuales ni equipo - Los costos generados por COVID-19 serán asumidos por Catalina Huanca sociedad minera, esto incluye los días de cuarenta, exámenes y/o cualquier otro gastos que se presente, se presentará sustento para la valorización - El sistema de trabajo será de 14x7, entregando una valorización mensual de avance según cronograma - No incluye ningún supervisor colegiado, esto será contemplado en contrato aparte de Gastos Generales					
			1,540.58		
			150.3		

Fuente: dato presentado por Azor ING.

2.4.11 Herramientas de control de seguridad.

La UNMCH, siempre realiza las capacitaciones a todos sus personales ya sea Ing. Supervisores, Seguridad y personal obrera en temas de los diferentes formatos que uno debe llenar antes de realizar algún trabajo, así como también el personal tiene que estar capacitado para realizar un trabajo lo cual lleva a los responsables hacer cumplir esas normas siempre dando las charlas en distintos temas cada día para que el personal este siempre alerta a cualquier evento que se pueda suscitar.

Para realizar los trabajos de sostenimiento en la Rp 3972 de la zona de trabajo se utilizaron PETS, PETAR, ATS, Check List, IPERC, previa inspección del Ing. Supervisor responsable y firmado de cada uno de los formatos antes de su inicio de los trabajos.

2.4.11.1 IPERC.

Una IPERC son siglas que se denominan la Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y medidas de Control, lo cual son procesos mediante él se realizan las identificaciones de los peligros en un determinado lugar de trabajo, se realiza la evaluación de los riesgos donde estos se pueden generar y se establecen los distintos mecanismos de control para poder prevenir y así minimizar los niveles de riesgo. Para poder utilizar la matriz de riesgo se estará presentando un ejemplo:

Ejemplo de Aplicación de Controles

Actividad: Mto. de Vehículos Pesados
Tarea: Izaje de Baterías
Peligro: **Carga suspendida**
Riesgo: **Aplastamiento** (caída de objetos)
Descripción Consecuencia: Golpes, fracturas, Incapacidad Temporal, permanente o Muerte.
Severidad: 2
Frecuencia: C
Nivel de riesgo: 8 - ALTO

→

SEVERIDAD	Catastrófica	1	1	2	4	7	11
	Mortalidad	2	3	5	8	12	16
	Permanente	3	6	9	13	17	20
	Temporal	4	10	14	18	21	23
	Menor	5	15	19	22	24	25
			A	B	C	D	E
			Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
			FRECUENCIA				

↑

Controles:

Ingeniería:

1. Uso de equipos de izaje en buen estado y de capacidad adecuada.
2. Uso de accesorios de izaje en buen estado y cambio periódico.

Administración:

1. Capacitación periódica en Equipos de izaje y grúas.
2. Check List Pre-Use de Herramientas y Equipo de Izaje.

EPP:

1. Casco protector con barbiquejo
2. Mameluco con cinta reflectiva
3. Botas de jeba con punta de acero
4. Lentes de seguridad
5. Guantes de cuero

Evaluación de Riesgo

SEVERIDAD	Catastrófica	1	1	2	4	7	11
	Mortalidad	2	3	5	8	12	16
	Permanente	3	6	9	13	17	20
	Temporal	4	10	14	18	21	23
	Menor	5	15	19	22	24	25
MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGOS			A	B	C	D	E
			Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
			FRECUENCIA				

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE MEDIDA CORRECTIVA
ALTO	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paralizan los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Buscar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	0-72 HORAS
BAJO	Este riesgo puede ser tolerable.	1 MES

"Seguridad, compromiso de uno, responsabilidad de todos"

Imagen 11: Matriz de evaluación de riesgos

Fuente: IPERC presentado por la empresa de Azor ING.

Un PETAR es un permiso escrito para trabajos de alto riesgo, este documento es firmado por cada turno según el Ing. Supervisor o jefe de guardia por los cual este documento autoriza realizar trabajos en zonas o ubicaciones que son peligrosos o que están considerados de alto riesgo. A continuación, se presenta el formato de llenado de la empresa Azor Ing.

PERMISO ESCRITO PARA TRABAJO DE ALTO RIESGO		Página 1/1
AREA :		
LUGAR :		
FECHA :		
HORA INICIO :		
HORA FINAL :		
NUMERO :		
1.- DESCRIPCION DEL TRABAJO:		
<i>Instalado de cimbras con equipo telehandler - carga suspendida</i>		
2.- RESPONSABLES DEL TRABAJO:		
OCUPACION	NOMBRES	FIRMA INICIO
3.- EQUIPO DE PROTECCION REQUERIDO		
☐ CASCO CON BARBIQUEJO	☐ ARNES Y LINEA RETRACTIL	☐ GORRA DE CUERO
☐ ROPA DE TRABAJO	☐ LAMPARA MINERA	☐ PROTECTOR DE OJOS
☐ GUANTES DE JERSECUERO	☐ RESPIRADOR GIGASES, POLVO	☐ AUTORESCATADOR (EN INTERIOR MINA)
☐ BOTAS / ZAPATOS DE SEGURIDAD	☐ PROTECTOR VISUAL	☐ OTROS
4.- HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIAL		
<i>Equipo telehandler, equipo anticaida, soga, juego de barretilla, llave francesa o llave mixta, pemo, tuerca, arandela</i>		
<i>cimbra de 3 cuerpos (solera, poste y arco), comba, martillo, distanciadores</i>		
5.- PROCEDIMIENTO		
<i>1. traslado a labor donde se realizará instalado de cimbras</i>		
<i>2. coordinar la actividad con el equipo de trabajo y operador del equipo Telehandler</i>		
<i>3. colocarse el equipo anticaida previa inspeccion de preuso (checklist), colocar telehandler en area de instalacion</i>		
<i>4. colocar arco de cimbra en canastilla telehandler (asegurar con sogas) y trasladar a la zona de instalacion</i>		
<i>5. coordinar con operador maniobras de elevacion de la canastilla del equipo con el arco de cimbra</i>		
<i>6. posicionar el arco de cimbra sobre poste. buscar posicion adecuada e insertar tuercas, pemos y arandelas en punto de union</i>		
<i>7. sentar el otro extremo de arco de cimbras sobre el poste, posicionar e insertar tuercas, pemos y arandelas en punto de union</i>		
<i>8. realizar ajustado de tuercas de puntos de union con llave francesa</i>		
<i>9. instalar distanciadores en cimbras para asegurar instalacion de estructura. desatar las sogas</i>		
<i>10. dar indicacion de descenso y concluir con los trabajos</i>		
PARA TRABAJOS EN CALIENTE ¿PERMANECIÓ EL PERSONAL 30 MINUTOS LUEGO DE FINALIZADAS LAS ACTIVIDADES PARA EL CONTROL DE UNA POSIBLE IGNICIÓN?		
		SI NO
6.- AUTORIZACION Y SUPERVISION		
CARGO	APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA
Ingeniero supervisor del trabajo:		
Responsable de area donde se realiza el trabajo:		

Imagen 13: PTAR para instalación de cimbras con equipo.

Fuente: PTAR presentado por la empresa de Azor ING.

2.4.11.3 PETS.

Un PETS, procedimiento escrito de trabajo seguro, en este documento nos indica la forma correcta de proceder las cosas donde contiene las descripciones específicas de cómo realizar o desarrollar una determinada tarea desde su inicio hasta su final. A continuación, se está presentando el PETS de la instalación de las cimbras en la Rp 3972.

1.- PERSONAL			
1.1. maestro de sostenimiento (01) 1.2. ayudante mina (03).			
2.- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL (EPP)			
2.1 Casco 2.2 Lentes de seguridad 2.3 Respirador con filtro 2.4 Guantes de badana o de hilo con neopreno 2.5 Botas de jebe con punta de acero 2.6 Mameluco con cinta reflectiva 2.7 Auto rescatador 2.8 Sistema tag 2.9 Conos de Seguridad 2.11 Lampara Minera 2.12 Monitor de gas. 2.13 Arnés de Seguridad 2.14 Línea de Vida retráctil			
3.- EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES			
3.1 Plomada 3.2 Nivel de mano 3.3 Combo de 6 lb 3.4 Cimbra de tres cuerpos 3.5 Tuercas para perno 3.6 Pernos 3.7 Distanciadores 3.8 Cordel 3.9 Pintura/Apraxia 3.10 Cáncamos de 1.50 metros 3.11 Flexómetro. 3.12 Equipo Telehandler 3.13 Soga ½"			
4.- PROCEDIMIENTO			
4.1 El personal recibirá la capacitación como mínimo 5 minutos sobre temas de seguridad. 4.2 El equipo de trabajo recibirá la orden de trabajo escrita de la labor a realizar. 4.3 Inspección de área de trabajo: Techo de labor, hastiales de labor, frente de labor, Ventilación, vías de acceso. 4.4 Inspección de Herramientas y equipos mediante formato Check list pre-uso. 4.5 Verificación de sostenimiento de guarda cabeza: Techos, hastiales; si no se encuentra en condiciones avisar al supervisor y bloquear la zona 4.6 Rellenado de IPERC del área de Trabajo 4.7 Los que realizan trabajos en altura, obligatoriamente contar con autorización de trabajos de altura. 4.8 Elaboración de PETAR, para armado de Cimbra (Trabajo de altura). 4.9 Colocar bloqueo con Cono. 4.10 Marcado de eje y gradiente 4.11 Nivelación de piso para Poste 4.12 Colocación de Postes de Cimbras ambos lados. 4.13 Colocación de Tirantes en los postes de Cimbras			
PREPARADO POR  Supervisor de Área: Ivan Palomino Hinojosa	REVISAR POR:  Residente: Ing. Helio Zavala Alarcón	REVISADO POR:  Ingeniero de Seguridad: Ing. Luche Sulca Augui	APROBADO POR:  AZOR INGENIEROS S.R.L. Ing. Edgar Osorio Pérez Gerente General
Fecha de Elaboración: 03-04-2023			Fecha de Aprobación: 03-04-2023

Imagen 14: PETS de armado de cimbra con equipo.

Fuente: PETS presentado por la empresa de Azor ING.

2.4.11.4 ATS.

Un ATS, análisis de seguridad en el trabajo, son documentos que sirve para identificar los peligros que puedan generar un determinado riesgo ya sea de accidentes o enfermedades que pueden ser potenciales que están relacionados con cada uno de los trabajos o tareas que se pueden desarrollar y realizar un control para poder minimizar esos riesgos.

NOMBRE DE LA TAREA NO RUTINARIA:				
AREA:	FECHA:	LABOR ESPECIFICA:		HORA INICIO:
PERSONAL EJECUTOR		FIRMAS	EQUIPO Y HERRAMIENTAS	HORA FINAL:
APELLIDOS Y NOMBRES				EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

PASOS DE LA TAREA	PELIGROS	RIESGOS POTENCIALES	MEDIDAS PREVENTIVAS	RESPONSABLE
1.-				
2.-				
3.-				
4.-				
5.-				
6.-				
7.-				
8.-				
9.-				
10.-				

Supervisor de trabajo:		Responsable de Área:	
Fecha:	Firma:	Fecha:	Firma:

Imagen 15: ATS de llenado.

Fuente: ATS presentado por la empresa de Azor ING.

III. CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Método y alcance de la investigación.

Para el desarrollo de esta investigación se procedió con las investigaciones, pre diseños y verificaciones del frente de trabajo realizando inspecciones visuales sobre los comportamientos de masa rocosa juntamente con los Ing. geólogos y geo mecánicos de la unidad minera, así mismo las investigaciones del comportamiento del relleno en pasta para realizar las perforaciones previo aseguramiento de la caja techo con marchavantes para los trabajos previos a ello.

3.2 Tipo de investigación.

Según **Tamayo (2021)** afirma que el tipo de investigación cuando un quiere resolver un determinado problema de manera científica se debería tener convenientemente un conocimiento detallado de posibles tipos de investigación que se pudieran seguir donde estos conocimientos evitarían las equivocaciones en las elecciones de los métodos que serán adecuadas para un determinado procedimiento específico.

Si mencionamos el tipo de investigación nos estaríamos refiriendo a una característica **Cuantitativo** que se realiza en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

Es **Cuantitativo** porque estará utilizando procedimientos para comprender las frecuencias, patrones para poder relacionas la causa y efecto y así poder probar o confirmar las teorías, hipótesis de las cimbras de acero y el topeado mediante los Bolsacreto.

3.3 Nivel de investigación.

Para **Arias (2012)**, menciona que el nivel de investigación se menciona que es el grado de la profundidad con que realizara un fenómeno o un objeto de estudio donde los niveles varían de acuerdo a la forma de verificarlo los fenómenos. Otros mencionan que se tiene que verificar su naturaleza o profundidad donde el nivel de investigación estará referido al grado de conocimiento que tendrá el investigador con la relación de los problemas que se obtiene al realizar un determinado estudio donde cada

investigador estará empleando diferentes estrategias que serán adecuadas para realizar el desarrollo de las investigaciones.

La investigación se presenta a nivel **Experimental – Aplicada** donde se realiza en la unidad minera de Catalina Huanca S.A.C.

Es **experimental** porque el investigador realiza y/o aplica la observación y realiza el control de los elementos quienes participan en la investigación poniendo en situaciones concretas en el sistema del sostenimiento mediante las cimbras en un material de pasta de cemento como relleno en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

Es **aplicada**, porque tiene la función de desarrollar una determinada estrategia y así poder alcanzar un objetivo concreto donde que aquí no se pretende ampliar la información si no que se busca solucionar el problema de cómo realizar el sostenimiento del relleno en pasta de cemento evitando así cualquier inseguridad de ello y poder realizar las extracciones del mineral en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

3.4 Método de investigación.

Según **Aguilera (2013)**, menciona que el método de investigación se valora como un conjunto de los procedimientos que estos permiten orientar, descubrir y tratar de explicar una verdad. También se puede mencionar son elementos claves para las construcciones de conocimientos validos sobre los fenómenos particulares. (Aguilera Hintelholher, Abril 2013)

Se menciona que el método de investigación se menciona como un conjunto de técnicas que realiza la orientación a una investigación y sus usos de determinadas herramientas que permiten las obtenciones de un determinado producto o resultados particulares.

El método de investigación se basa en el método científico de un enfoque **cuantitativo** dado que los datos y los resultados que se obtuvieron fueron datos numéricos de cálculos de los diseños de las dimensiones y predimencionamientos del diseño de las cimbras para u buen sostenimiento que nos permitirán realizar las mediciones y así poder demostrar los datos que se obtuvo son válidos y confiables para el sostenimiento que se realizara.

3.5 Diseño de la investigación.

Para la utilización en esta investigación se estará realizando mediante los objetivos que conforme a ello se presenta el esquema siguiente para su desarrollo:

OG = Objetivo general

HG = Hipótesis general

CG = Conclusión general

3.6 Población y muestra.

3.6.1 Población.

Según **Arias (2006)**, define a la población como la totalidad de los fenómenos quien se estudia donde las diferentes unidades que se realiza el estudio de una población poseerá una característica común lo cual será estudiado y dará origen a los datos de las investigaciones.

Si mencionamos a la población entonces se estará mencionando al sostenimiento con cimbras de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c – 2022.

3.6.2 Muestra.

Según **Tamayo (2006)**, menciona a la muestra como un conjunto de las operaciones que realizan para realizar los estudios de las distribuciones de los determinados caracteres en su totalidad de una determinada población del universo partiendo de las observaciones de una determinada fracción de las poblaciones que están consideradas.

En temas del estudio de la muestra nos presenta como no probabilístico ya que son datos propios de las labores subterráneas que estos serán tomados según los avances con los pre dimensionamientos dados por ser una investigación experimental en la unidad minera Catalina Huanca.

La muestra entonces estará comprendida en la cantidad de cimbras a instalar en la Rp 3972 cuerpo Melissa, en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c. – 2022.

3.7 Variable de la investigación.

3.7.1 Variables Independientes.

X= diseño de sostenimiento

Dimensiones:

- ✓ Índice de resultados
- ✓ Reducción de costo de minado
- ✓ Reportes de incidentes
- ✓ Check list

3.7.2 Variables Dependientes.

Y= cimbras metálicas

Dimensiones:

- ✓ Presiones laterales
- ✓ Velocidad de deformación
- ✓ Esfuerzos insitu.

3.8 Operación de las variables.

Se menciona que están constituidas por una serie de procedimientos o los indicadores donde se realiza mediciones de una variable que está definida conceptualmente donde es esta se intenta obtener la cantidad necesaria de informaciones posibles de las variables seleccionadas teniendo un determinado sentido y una adecuación del contexto.

Las operaciones de las variables se presentan en el **Anexo 02**.

3.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.9.1 Técnicas.

Para la presente investigación se estará utilizando técnicas que estarán acorde a los trabajos que se desarrollarán dentro de la unidad minera tales como:

- monitoreo constante del sostenimiento de las cimbras
- observación.
- Análisis documentales de los materiales usados
- Sistema de registros y muestras

3.9.2 Instrumentos.

Los principales instrumentos que se estarán desarrollando en esta investigación se presenta a continuación:

- Técnicas de procesamientos y análisis de datos.
- Guías de observación.
- Informaciones técnicas
- Cálculos relacionados a los diseños
- Planos

3.10 Técnicas de análisis y procesamiento de datos.

Para los procesamientos y predimencionamientos se utilizaron algunas tablas y programas de cálculo en Excel donde nos facilitó para las demostraciones y las presentaciones de los datos que se obtuvieron tanto grafico de los resultados. Así mismo los diseños de los planos y modelaciones se realizaron en los softwares de AutoCAD Civil 3D y entre otros programas, así como los predimencionamientos de las zapatas y las distancias de perforado del frente de trabajo.

A parte de la utilización de programas también se utilizaron fichas de datos, guías de observación y entre otras cosas para poder registrar los diferentes datos y/o resultados que se fueron utilizando de acuerdo al avance de este estudio de investigación.

3.11 Tratamiento estadístico.

Para poder realizar las tabulaciones, así como los conteos y presentar en los análisis estadísticos estos nos permitirán evaluar la seguridad de los diseños que se realizaran

para los sostenimientos que se estará realizando al relleno de pasta de cemento con que nos encontramos en el frente de trabajo que este será nuestro problema para realizar. En primer lugar, se estará realizando los planteamientos de las hipótesis donde se tendrá como principal el sostenimiento del relleno ya mencionado donde se estarán analizando con las encuestas que se realizaron con una muestra de 20 personas quienes realizan trabajos para este sostenimiento en ello se realizaron las encuestas al Ing. Residente de la empresa Azor Ing., a los Supervisores de esta obra, los maestros cimbreros y sus oficiales y ayudantes.

Donde nos estará mencionando sobre las aceptaciones de las hipótesis nulas que nos mencionaran sobre los datos que provendrán de las distribuciones normales cuando el p – valor sea menor a 0.05.

3.12 Recolección y procesamiento de datos.

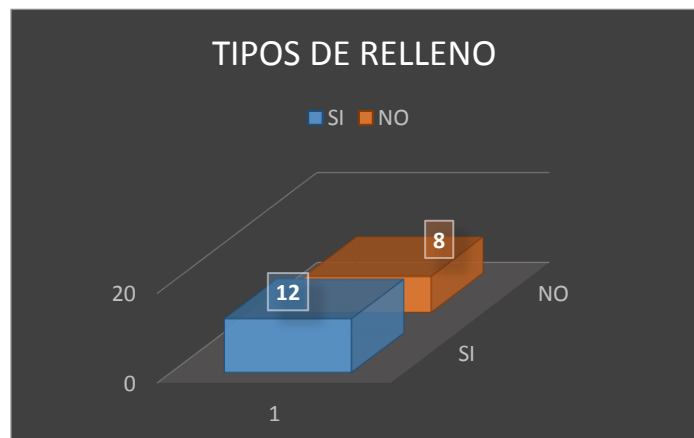
Se procedió a la recolección de datos realizando encuestas al Ing. Residente, Ing. Supervisor, los maestros cimbreros y oficiales contando con una muestra de 20 personas entre todos, los cuales impartieron sus ideas en temas sobre los trabajos de la instalación de las cimbras en un material de relleno en pasta de cemento ya que estos maestros tienen experiencia en sostenimientos de cimbras en rocas malas y no así en el tipo de relleno que se presenta.

En el **Anexo 04**, se presenta la ficha de la recolección de datos que se realizó la encuesta a cada uno de los integrantes de los trabajadores quienes estarán integrando en el sostenimiento y dimensión de las cimbras.

Al proceder con las tabulaciones de las encuestas que se obtuvieron se encontraron los siguientes resultados:

1. ¿Ud. Sabe diferenciar sobre los tipos de relleno?

PREGUNTA	RESPUESTA
SI	12
NO	8
TOTAL	20



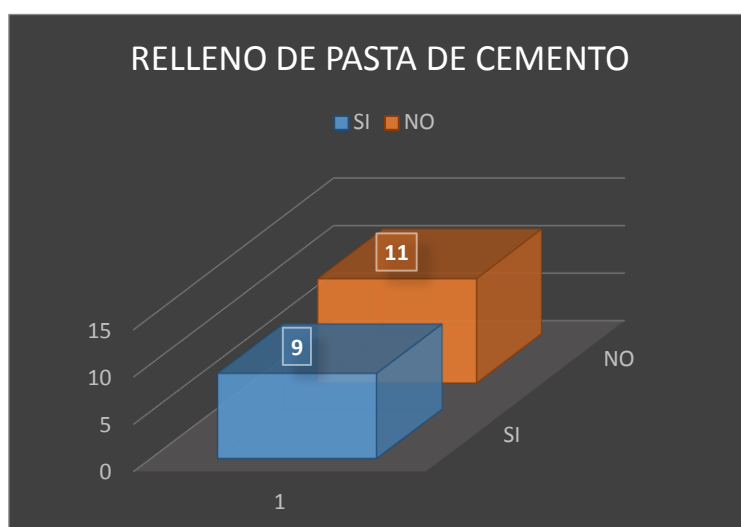
Fuente: Diseño propio.

Interpretación: del total de las personas quienes realizaran los trabajos del sostenimiento de las cimbras, 12 personas mencionan que si conocen sobre la diferencia de los rellenos; mientras que 08 personas mencionan que no conocen.

2. ¿Ud. entiende cuando se le menciona que es un Relleno de Pasta?

PREGUNTA	RESPUESTA
SI	9
NO	11
TOTAL	20

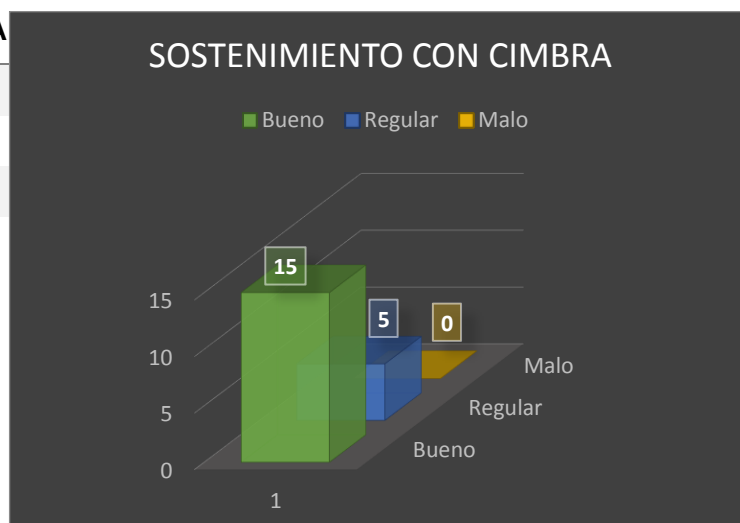
Fuente: Diseño propio.



Interpretación: del total de las personas quienes realizaran los trabajos del sostenimiento de las cimbras, 11 personas mencionan que no conocen sobre el tema del relleno de pasta de cemento; mientras que 09 personas mencionan que si conocen.

3. ¿el pre dimensionamiento que se presenta para el sostenimiento con cimbra, como lo considera?

PREGUNTA	RESPUESTA
BUENO	15
REGULAR	5
MALO	0
TOTAL	20

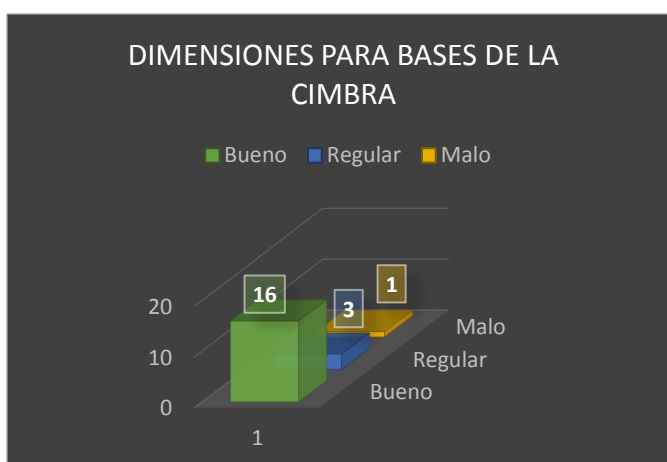


Interpretación: del total de las personas quienes realizaran los trabajos del sostenimiento con cimbras, 15 personas mencionan que el pre dimensionamiento se encuentra bien diseñado; mientras que 05 personas mencionan que falta dimensionar tema de las mallas que se incorporara en el piso.

4. Las dimensiones que se presenta para las bases de los soportes de las cimbras, ¿Ud. como lo considera?

PREGUNTA	RESPUESTA
BUENO	16
REGULAR	3
MALO	1
TOTAL	20

Fuente: Diseño propio.

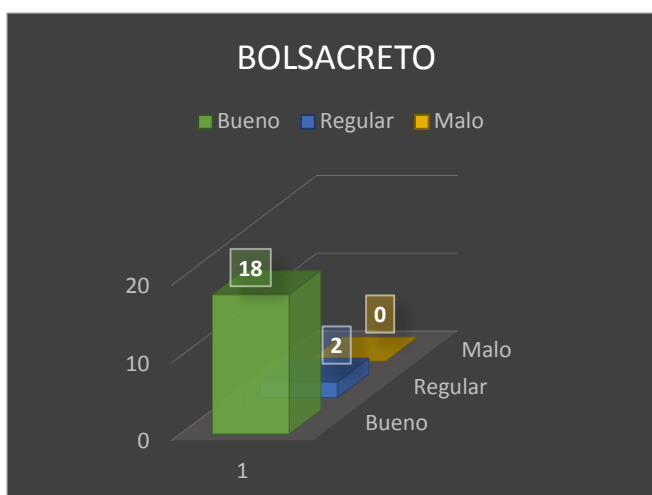


Interpretación: del total de las personas quienes realizaran los trabajos del sostenimiento de las cimbras, 16 personas mencionan que las dimensiones se encuentran bien diseñado; mientras que 03 personas mencionan que falta dimensionar tema de las mallas que se incorporara en el piso.

5. ¿la utilización del bolsacreto según su dosificación 1:2, como lo califica?

PREGUNTA	RESPUESTA
BUENO	18
REGULAR	2
MALO	0
TOTAL	20

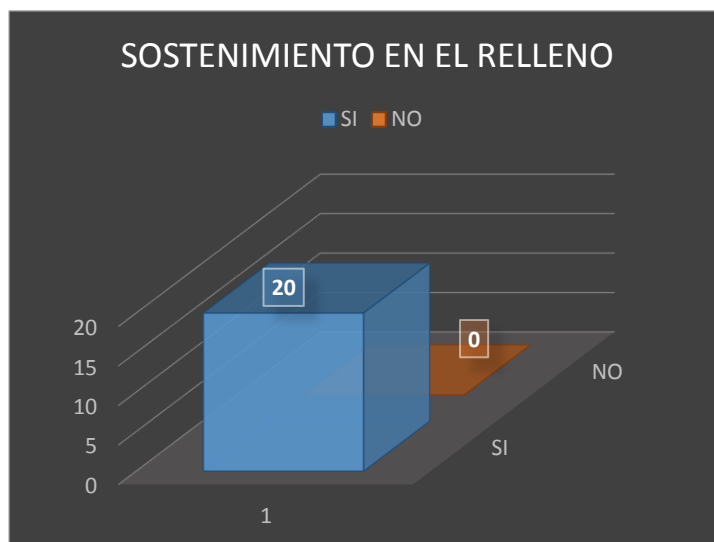
Fuente: Diseño propio.



Interpretación: del total de las personas quienes realizaran los trabajos del sostenimiento de las cimbras, 18 personas mencionan que la dosificación para el bolsacreto se encuentra bien diseñado; mientras que 02 personas mencionan que el relleno tiene que estar sin humedad para realizar el bolsacreto.

6. ¿Está de acuerdo sobre el sostenimiento que se realiza para el tipo de relleno?

PREGUNTA	RESPUESTA
SI	20
NO	0
TOTAL	20

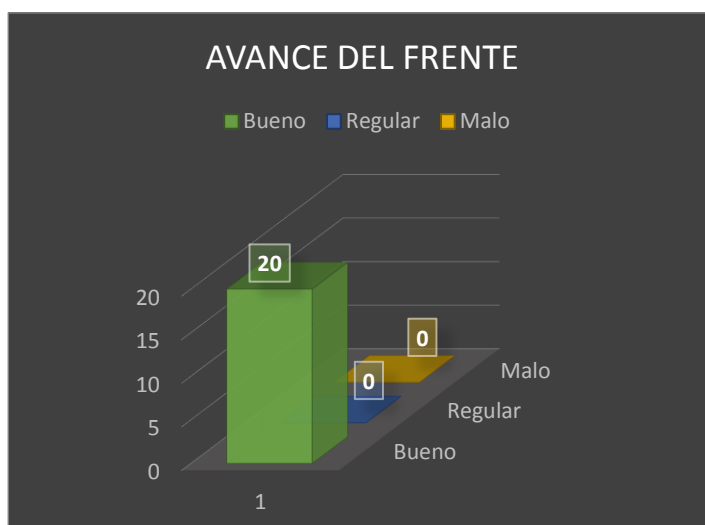


Fuente: Diseño propio.

Interpretación: del total de las personas quienes realizaran los trabajos del sostenimiento de las cimbras, 20 personas mencionan que el sostenimiento está bien dimensionado de acuerdo a los cambios que fueron incorporados.

7. El avance corto que se realiza en el frente es para evitar el derrumbe ¿Cómo lo califica Ud.?

PREGUNTA	RESPUESTA
BUENO	20
REGULAR	0
MALO	0
TOTAL	20

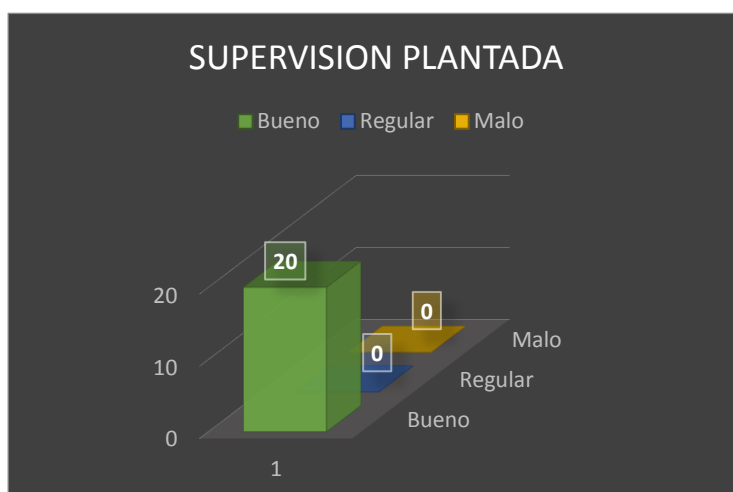


Fuente: Diseño propio.

Interpretación: del total de las personas quienes realizaran los trabajos del sostenimiento de las cimbras, 20 personas mencionan que el avance que se realiza en el frente de trabajo es para evitar cualquier incidente a pesar de estar colocado los marchavantes.

8. La supervisión plantada que se encuentra en el frente de trabajo toda la hora ¿Cómo lo considera?

PREGUNTA	RESPUESTA
BUENO	20
REGULAR	0
MALO	0
TOTAL	20



Interpretación: del total de las personas quienes realizaran los trabajos del sostenimiento de las cimbras, 20 personas mencionan que en toda labor tiene que estar siempre el supervisor plantado, más aún cuando se realice trabajos en altura y caliente.

9. ¿Cómo lo considera Ud. sobre las charlas que imparte el supervisor sobre temas de cimbras y temas de seguridad?

PREGUNTA	RESPUESTA
BUENO	20
REGULAR	0
MALO	0
TOTAL	20

Fuente: Diseño propio.

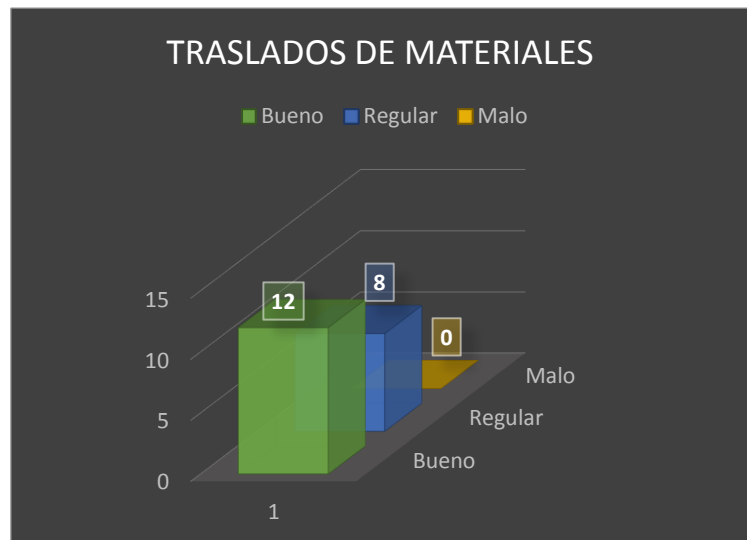


Interpretación: del total de las personas quienes realizaran los trabajos del sostenimiento de las cimbras, 20 personas mencionan que antes de iniciar un trabajo

no solo en temas de cimbras sino en otros trabajos siempre se tiene que impartir cualquier conocimiento del tema a realizar.

10. Los traslados de los materiales de las cimbras se realizan según los procedimientos y estándares. ¿Ud. como lo considera?

PREGUNTA	RESPUESTA
BUENO	12
REGULAR	8
MALO	0
TOTAL	20



Fuente: Diseño propio.

Interpretación: del total de las personas quienes realizaran los trabajos del sostenimiento de las cimbras, 12 personas mencionan que el traslado de los materiales se tiene que basar principalmente de acuerdo a los procedimientos y estándares; mientras que 08 personas mencionan que falta agregar algunos ítems a los procedimientos.

IV. CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN TÉCNICA Y CALCULOS.

4.1 Análisis e interpretación de los Objetivos.

4.1.1 Respecto al primer objetivo.

- a) *Evaluar los estudios tensionales y las resistencias del relleno en pasta, para asegurar un buen sostenimiento con cimbras en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.*

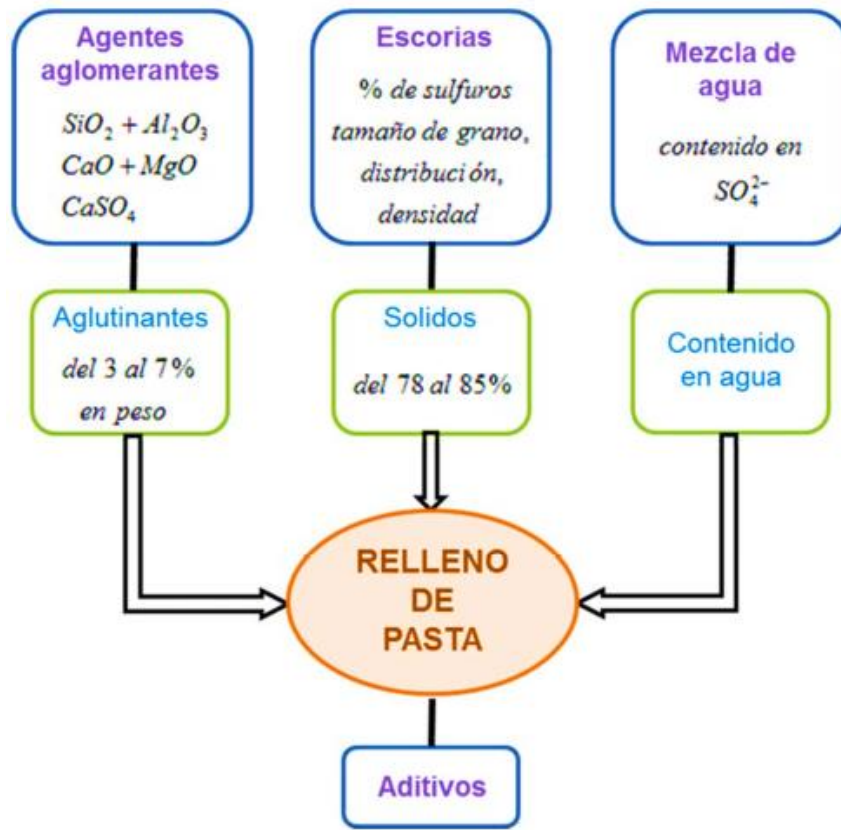
Primer trabajo para el estudio de investigación de campo.

Al proceder con las evaluaciones de los estudios acerca de las resistencias del relleno en pasta donde el área de geo mecánica de la unidad minera Catalina Huanca quienes son ellos encargados de dichas evaluaciones mencionaron que se utilizan ensayos ya sea por triaxiales en forma de sin consolidar, triaxiales consolidados con medidas para presiones de los poros y las conductividades hidráulicas donde también son utilizados en las pruebas de laboratorio para la determinación de las resistencias a compresión simple que son reales de los rellenos en pasta.

Según Yilmaz (2013), menciona que mediante las disminuciones de los contenidos de los finos que pasan < 20 mm de los tamaños de las partículas, estarán produciendo efectos positivos a las resistencias de compresión simple en las muestras de relleno en pasta teniendo una mayor resistencia en los contenidos finos del 20%.

Si se aprecia la **figura** siguiente, se aprecia los diferentes componentes principales sobre la afectación de la calidad del relleno en pasta en base a los agentes aglomerantes, escorias y las composiciones del agua en una determinada mezcla.

Diagrama esquemático acerca de los componentes que compone el relleno en pasta.



Fuente: figura prestada del área de Geo mecánica de la unidad minera Catalina Huanca S.A.C

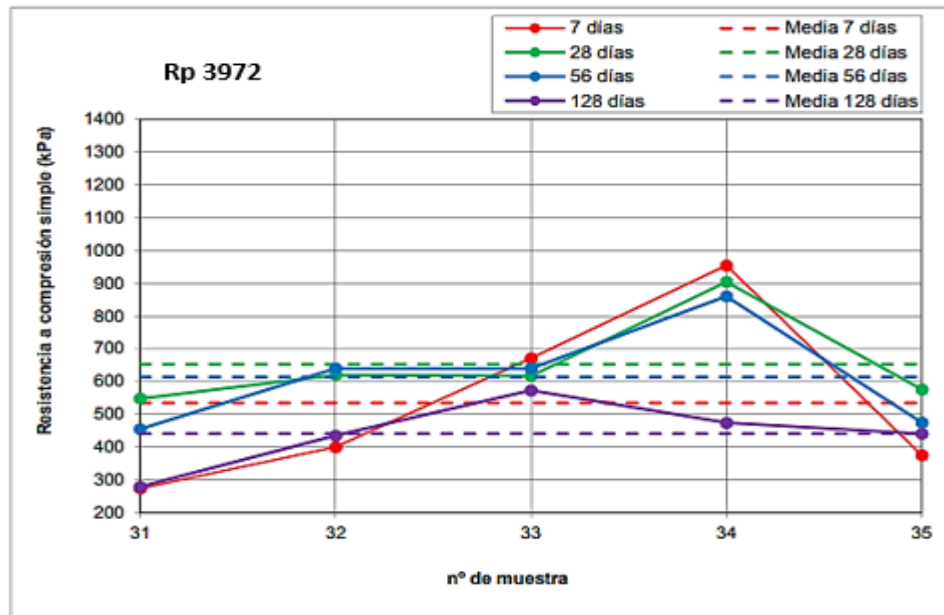
Todos estos componentes tienen papeles muy importantes en los transportes de la pasta donde las variaciones de las resistencias y el tiempo de curado presentan porcentajes de aglomerantes que oscilan entre el 7 a 9% en peso de las pastas de relleno mediante numerosos ensayos que se dieron en los laboratorios.

variación de UCS en función a los aglomerantes con diferentes tiempos de curados en días.

Tabla 10: Relleno de pasta para la Rp 3972

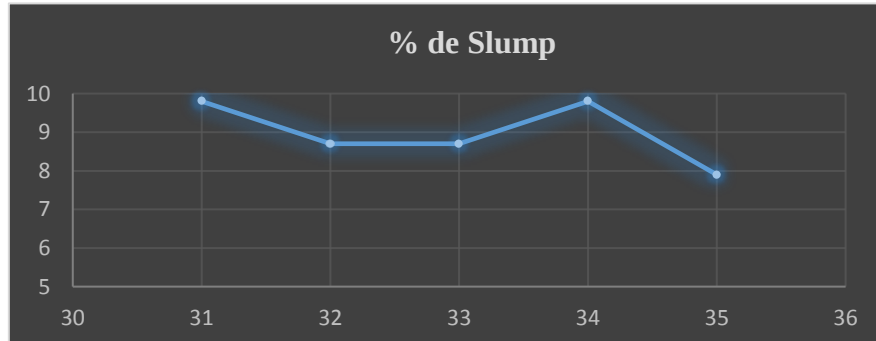
	Días de curado							
	7	28	56	128	cemento	Slump	sólidos	densidad
muestra	UCS (Kpa)				%	"	%	Kg/m3
31	274	548	455	279	4.1	9.8	77.89	2396
32	400	620	640	435	3.9	8.7	76.77	2356
33	671	617	640	573	3.9	8.7	75.97	2379
34	954	904	860	474	4	9.8	77.91	2437
35	375	576	475	441	4	7.9	78.27	2405
media	534.8	653	614	440.4	4	9	77.36	2395

Fuente: área de Geo mecánica de la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

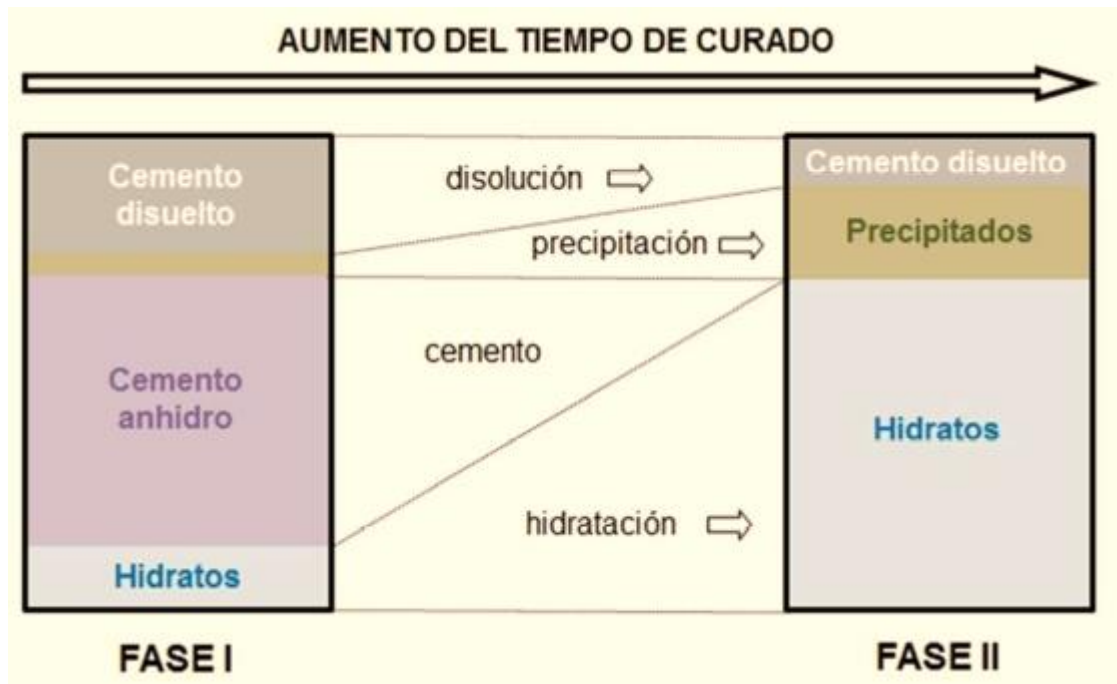


Fuente: área de Geo mecánica de la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

Grafico 1: resistencia a la compresión simple (UCS), de los distintos días de curado de la pasta.



Tiempo de curado de las reacciones en las disoluciones y las precipitaciones en tema del endurecimiento de las pastas.



Fuente: figura prestada del área de Geo mecánica de la unidad minera Catalina Huanca S.A.C

Cuando se realizaron los ensayos mediante modelamientos primeramente se realizaron con secciones de 3mx3m donde al observar los desplazamientos y los factores de seguridad mediante la convergencia este menciona que se obtuvo un total de 0.2540 m. a pesar de la plastificación de las deformaciones con el 9.5% las cimbras iniciaron su deslizamiento aun así al no poder alcanzar su deslizamiento que es permitido encontrando así la falla de flexión y arqueado de esta cimbra.

Pero cuando se cambió las dimensiones de las secciones a 4m x 4m entonces tanto los desplazamientos, así como los factores de seguridad comenzaron a variar obteniendo un factor de convergencia de 0.05 que se acerca al 9% de la plastificación del relleno donde la estructura de la cimbra no se presentó ninguna falla en toda su estructura.

Se realizó la recolección de datos del relleno de pasta del área de geo mecánica quien nos facilitó las tablas de los ensayos que realizaron del relleno. obteniendo los siguientes datos:

Tabla 11: 1er ensayo a compresión axial de testigos

N°	% cimento Slump	Fecha de Muestreo	Fecha ensayo	Edad (Días)	f'c Especificado (kg/cm2)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a compresión (kg/cm2)	resistencia a compresión MPA
	9%	03/12/2022	03/12/2022	0	6	10.08	79.80	0 kg	0.00	0.00
						10.00	78.54	0 kg	0.00	0.00
1	10 1/2	03/12/2022	16/12/2022	14	6	10.08	79.80	1307 kg	16.38	1.61
2						10.00	78.54	1338 kg	17.04	1.67
1	10 1/2	03/12/2022	30/12/2022	28	6	10.00	78.54	1625 kg	20.69	2.03
2						10.05	79.33	1670 kg	21.05	2.06
1	10 1/2	03/12/2022	27/01/2023	56	6	10.09	79.96	1369 kg	17.12	1.68
2						10.07	79.64	1316 kg	16.52	1.62
1	10 1/2	03/12/2022	02/03/2023	90	6	10.10	80.12	1285 kg	16.04	1.57
2						10.02	78.85	1270 kg	16.11	1.58

Fuente: Dato obtenido del área de Geo mecánica – unidad minera Catalina Huanca S.A.C

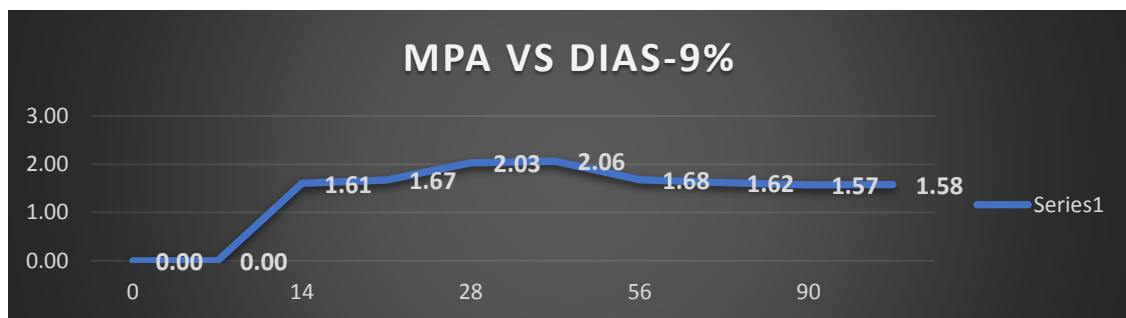


Figura 16: Grafico de la resistencia a compresión de Tabla 9.

Fuente: Grafico obtenido del área de Geo mecánica – unidad minera Catalina Huanca S.A.C

Tabla 12: 2do ensayo a compresión axial de testigos.

N°	% cimento Slump	Fecha de Muestreo	Fecha ensayo	Edad (Días)	f'c Especificado (kg/cm2)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a compresión (kg/cm2)	resistencia a compresión MPA
	9%	15/12/2022	15/12/2022	0	6	10.08	79.80	0 kg	0.00	0.00
						10.00	78.54	0 kg	0.00	0.00
1	10 1/2	15/12/2022	28/12/2022	14	6	10.00	78.54	1310 kg	16.68	1.64
2						10.07	79.64	1338 kg	16.80	1.65
1	10 1/2	15/12/2022	11/01/2023	28	6	10.07	79.64	1769 kg	22.21	2.18
2						10.10	80.12	1730 kg	21.59	2.12
1	10 1/2	15/12/2022	08/02/2023	56	6	10.10	80.12	1609 kg	20.08	1.97
2						10.02	78.85	1572 kg	19.94	1.95
1	10 1/2	15/12/2022	14/03/2023	90	6	10.10	80.12	1225 kg	15.29	1.50
2						10.02	78.85	1235 kg	15.66	1.54

Fuente: Dato obtenido del área de Geo mecánica – unidad minera Catalina Huanca S.A.C

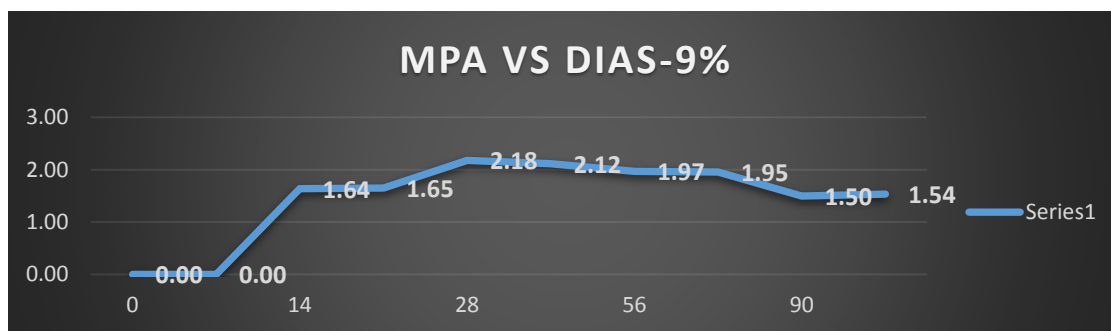


Figura 17: Grafico de la resistencia a compresión de Tabla 10.

Fuente: Grafico obtenido del área de Geo mecánica – unidad minera Catalina Huanca S.A.C

Tabla 13: 3cer. ensayo a compresión axial de testigos.

N°	% cemento Slump	Fecha de Muestreo	Fecha ensayo	Edad (Días)	f'c Especificado (kg/cm2)	Diámetro promedio (cm)	Área (cm²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a compresión (kg/cm2)	resistencia a compresión MPA
	7%	28/12/2022	28/12/2022	0	6	10.08	79.80	0 kg	0.00	0.00
						10.00	78.54	0 kg	0.00	0.00
1	10 1/2"	28/12/2022	10/01/2023	14	6	10.00	78.54	1320 kg	16.8	1.65
2						10.07	79.64	1381 kg	17.3	1.70
1	10 1/2"	28/12/2022	24/01/2023	28	6	10.00	78.54	1687 kg	21.5	2.11
2						10.06	79.49	1713 kg	21.6	2.11
1	10 1/2"	28/12/2022	21/02/2023	56	6	10.10	80.12	1508 kg	18.8	1.85
2						10.00	78.54	1542 kg	19.6	1.92
1	10 1/2"	28/12/2022	27/03/2023	90	6	10.05	79.33	1050 kg	13.2	1.30
2						10.02	78.85	1020 kg	12.9	1.27

Fuente: Dato obtenido del área de Geo mecánica – unidad minera Catalina Huanca S.A.C

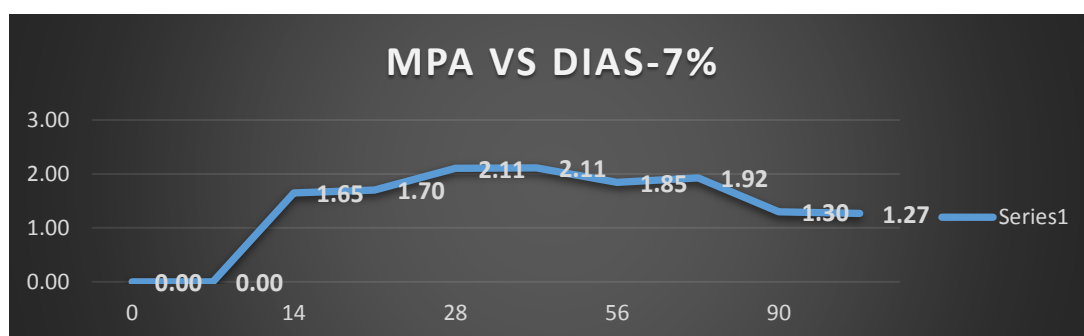


Figura 18: Grafico de la resistencia a compresión de Tabla 11.

Fuente: Grafico obtenido del área de Geo mecánica – unidad minera Catalina Huanca S.A.C

4.1.2 Respecto al segundo objetivo.

b) *Demostrar la factibilidad técnica del pre dimensionamiento del sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 de la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.*

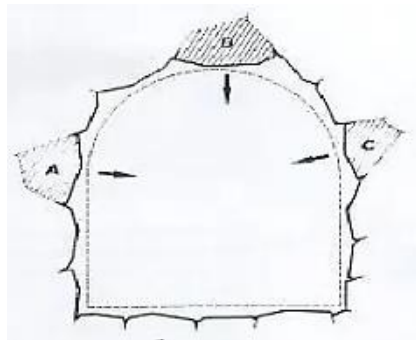
Segundo trabajo para el estudio de investigación de campo.

Con los datos obtenidos de los modelamientos que se realizaron y llegado a la convergencia deseada se procedió a los predimensionamientos de la estructura de las cimbras realizando los planos en el software de Auto CAD Civil 3d, previo a ello se procedió al diseño de seccionamiento de las cimbras obteniendo a una distancia entre ellos a 0.80m. por tener un material de relleno pasta de cemento y la perforación del frente se realizara con el equipo del Scayler que estará realizando el desate a cada 1m máximo **(ver Anexo 5).**

Para realizar la demostración del diseño del sostenimiento de las cimbras se tuvo que realizar cálculos donde te tendrá que verificar cuanta carga tendrá que soportar las cimbras; para ello se determinó mediante la orientación de la cimbra **(ver Figura 9).**

Lo cual tenemos:

1. Zona B
2. Zona A
3. Zona C



Según **Terzaghi (1946)**, para las estratificaciones verticales el techo será más estable cuando exista riesgos de caída de los bloques a una altura de $0.25B$ **(ver Figura 8).** Observando estas distribuciones de cada carga para realizar el dimensionamiento del sostenimiento se realizará con:

Calculo de la presión uniforme vertical sobre las bóvedas.

$$P_v = H_p * \gamma$$

Calculo de las presiones horizontales sobre las paredes será.

$$P_h = 0.30 * P_v$$

Calculo de las presiones uniformes sobre las soleras tenemos.

$$P_s = 0.50 * P_v$$

Para poder obtener los valores de "Hp" se tendrá que verificar la tabla en líneas arriba **(ver Tabla 07).**

En la figura siguiente nos presenta Terzaghi una imagen ilustrativa de las metodologías y las partes que se tiene que tener en cuenta al momento de realizar los diseños.

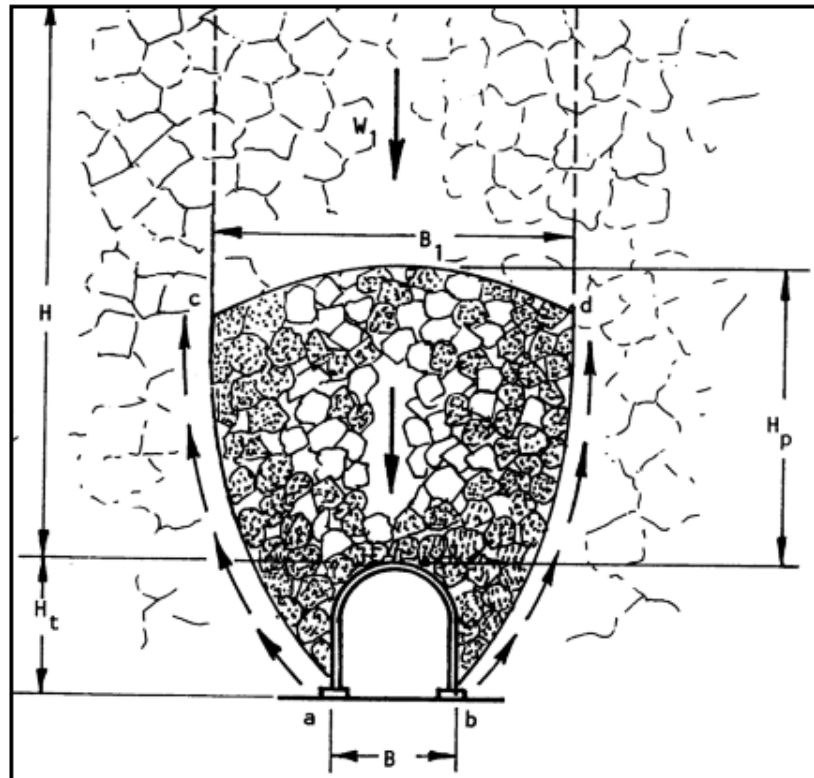


Figura 19: Esquema ilustrativo de Terzaghi.

Fuente: Grafico obtenido del área de Geo mecánica – unidad minera Catalina Huanca S.A.C

Para los trabajos de diseño según Terzaghi calcularemos.

Para las determinaciones de las cargas de la presión vertical sobre la bóveda de la roca se estará calculando:

$$P_v = H_p * P_e \dots\dots\dots(1)$$

Presión uniforme horizontal sobre las paredes: $P_h = 0.30 * P_v$

Presión uniforme sobre la solera: $P_s = 0.50 * P_v$

Donde:

P_e = peso específico, ton/m³

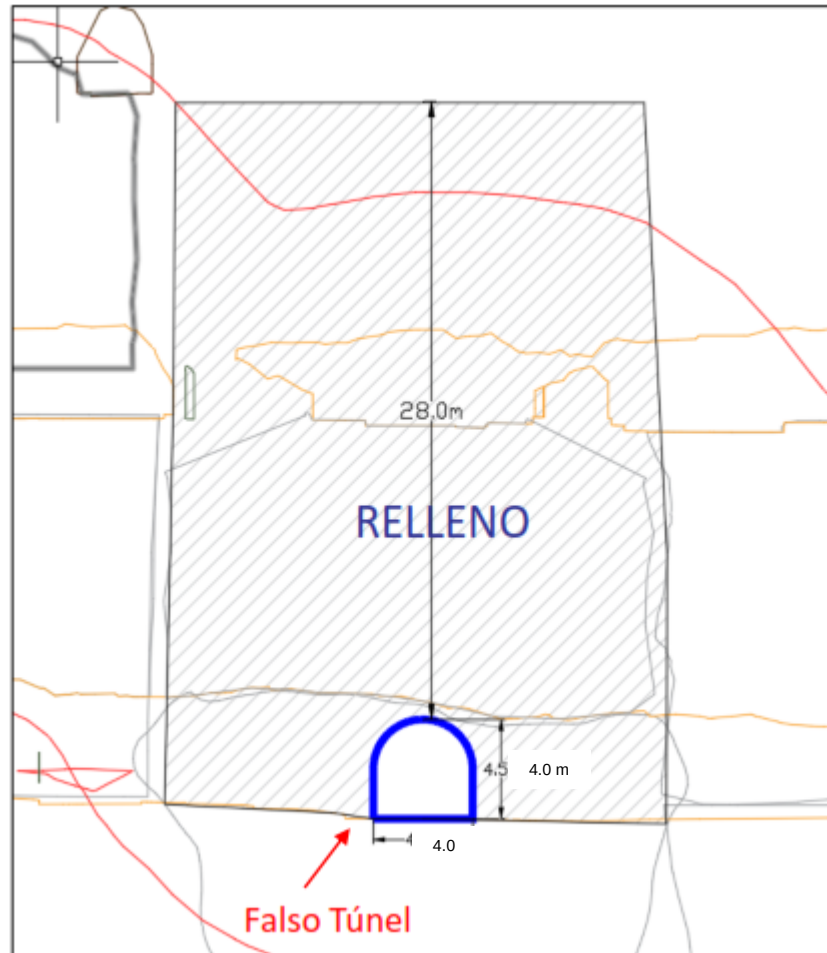
H_p = altura de carga, m

Los cálculos se estarán determinando según las zonas que se presentaron **(ver Figura 9).**

Calculando:

Sabiendo el peso específico de la roca: $P_e = 2.1 \text{ Ton/m}^3$ esto será para todas las zonas.

Y el $H_p = 28\text{m}$ se obtiene de la figura siguiente donde obtenemos:



Zona "B":

De la ecuación 01, obtenemos la presión vertical:

$$P_v = 28 * 2.1$$

$$P_v = 58.8 \text{ Ton/m}^2$$

$$P_v = 0.59 \text{ MPa}$$

Calculando la presión Horizontal:

$$P_h = 0.30 * 58.8$$

$$P_h = 17.64 \text{ Ton/m}^2$$

$$P_h = 0.18 \text{ MPa}$$

Calculando la presión sobre la solera:

$$P_s = 0.50 * 58.8$$

$$P_s = 29.4 \text{ Ton/m}^2$$

$$Ps = 0.30 \text{ MPa}$$

Zona "A" = "C":

Según la tabla 07 – ítem 08 donde obtenemos la altura de carga.

$$Hp = 3.5 * (4.0 + 4.0)$$

$$Hp = 28.0 \text{ m}$$

Calculando la presión vertical sobre las bóvedas y presión horizontal sobre las paredes.

$$Pv = 28 * 2.1$$

$$Pv = 58.8 \text{ Ton/m}^2$$

$$Ph = 0.30 * 58.8$$

$$Ph = 17.64 \text{ Ton/m}^2$$

Calculando:

$$Pt = 1.0 * 28.0 * 2.1$$

$$Pt = 58.8 \text{ Ton/m}$$

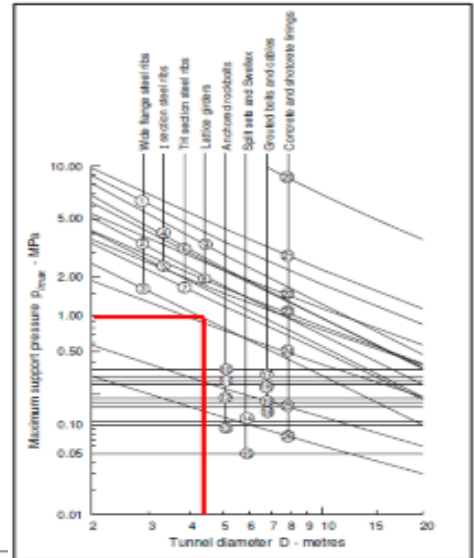
Calculando la Máxima presión de soporte:

$$P_{imax} = 7 * (D)^{-1.4/S}$$

Donde:

D = diámetro excavación.

S = espaciamiento



Support type	Flange width - mm	Section depth - mm	Weight - kg/m	Curve number	Maximum support pressure p_{imax} (MPa) for a tunnel of diameter D (metres) and a set spacing of s (metres)
	305	305	97	1	$p_{imax} = 19.9D^{-1.23}/s$
	203	203	67	2	$p_{imax} = 13.2D^{-1.3}/s$
	150	150	32	3	$p_{imax} = 7.0D^{-1.4}/s$
Wide flange rib					

Calculando:

← H6 20lb/pie

$$P_{imax} = 7 * (4)^{-1.4/0.8m}$$

$$P_{imax} = 1.26 \text{ MPa}$$

Calculando:

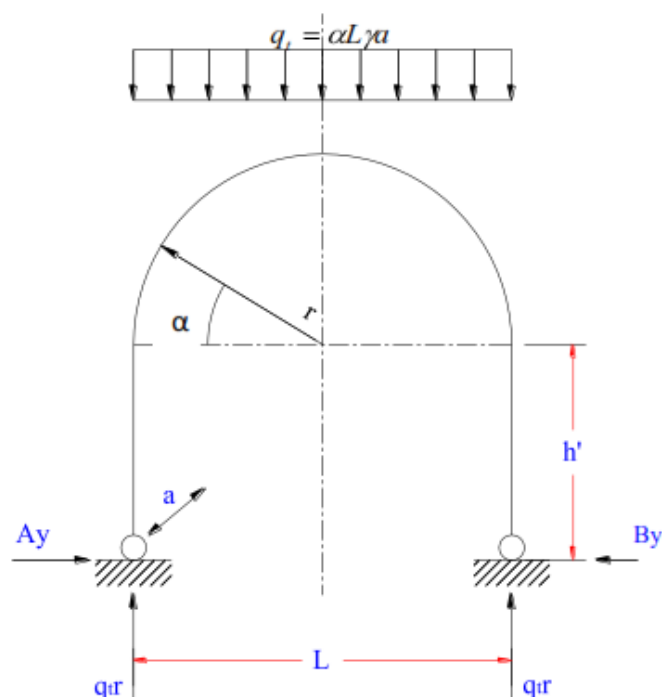
$$FS = \frac{P_{imax}}{Pv}$$

$$FS = \frac{1.26}{0.59}$$

$$FS = 2.1$$

Según **Cemal Biron (1987)**, nos menciona que su metodología es más sencilla que de los demás autores en tema analítico y detallado donde toma importancia en consideración los perfiles de las vigas y sus determinadas resistencias donde para realizar el cálculo de las cargas que tendrá que soportar las cimbras.

Figura 20: Modelo estático de un arco rígido de acero.



Fuente: Grafico obtenido del área de Geo mecánica – unidad minera Catalina Huanca S.A.C

Para poder analizar los esfuerzos de los arcos rígidos tenemos que simplificar a una forma semicircular donde las partes sean unas conexiones muy rígidas.

El yacimiento Melissa, se estará presentando una estructura de perfil de arco rígido para el sostenimiento de este túnel donde la sección será de 16 m² con espaciado de 0.80 m y utilizándose los cuadros de con relación de RMR y propiedades geo mecánicas que mencionan el área de Geo mecánica de la unidad minera de Catalina Huanca S.A.C. a continuación se presenta los cuadros utilizados:

RMR	ROCA	A
> 40	bueno	0.25
30 - 40	regular	0.5
< 20	Muy mala	1.5

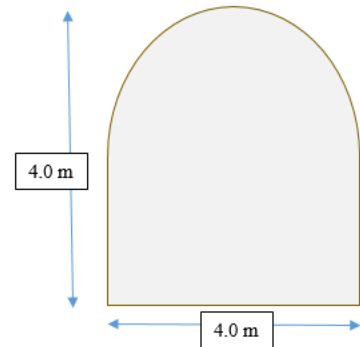
Fuente: cuadro según el autor Cemal Biron.

Según la norma ASTM de grado del acero A36 donde se menciona las propiedades en el **Anexo 06** se refiere a los aceros estructurales que es más utilizado en el mercado

conteniendo una cantidad de carbono con un máximo de 0.29% donde se considera un acero suave $\leq 0.25\%$. donde menciona para el límite de la fluencia que se presenta el acero A36 que este material presente utilidades para las diferentes formaciones que se realiza en los perfiles estructurales donde se aprecia que el esfuerzo límite de fluencia mínimo es de 250 MPa.

Procediendo a los cálculos se obtiene según las dimensiones siguientes:

- Esfuerzo admisible del acero = 250 MPa $\approx 25493 \text{ Ton/m}^2$.
- Distancia entre postes (a) = 0.80 m
- Claro del túnel (L) = 4.0 m
- Radio neutro (r) = 2.0 m
- Hastial (h') = 2.0 m
- $\alpha = 0.5$ (por presentar una pasta regular)
- $\gamma = 2.5 \text{ Ton/m}^3$



Proceso de cálculo de la carga uniforme del techo que si

$$qt = \alpha * L * \gamma * a$$

$$qt = 4.0 \text{ Ton/m}$$

Cálculo de las reacciones en los laterales medidos en toneladas, como se tiene medidas iguales entonces tendremos que $Ay = By$:

$$Ay = By = \frac{(0.78 * h' + 0.666 * r) * qt * r^3}{0.666 * h'^3 + \pi * r * h'^2 + 4h' * r^2 + 1.57r^3}$$

$$Ay = By = 1.23 \text{ Ton}$$

Realizando el cálculo del momento donde en este punto se tiene que ver dos puntos muy importantes:

Para $0 \leq \alpha \leq \pi$

$$M = 0.5 * qt * r^2 * \sin^2 \alpha - Ay * (h' + r * \sin \alpha)$$

Para $0 \leq x \leq h'$

$$M = -Ay * x$$

Entonces para nuestro proyecto se estará necesitando $\alpha = 0^\circ$, obteniendo

$$M = 0.5 * 4.0 * 2^2 * \sin^2(0) - 1.23 * (2.0 + 2.0 * \sin(0))$$

$$M = -2.46 \text{ Ton} - m$$

Procediendo al cálculo de la fuerza normal mediante la fórmula:

$$N = -qt * r * \cos^2 \alpha - Ay * \sin \alpha$$

$$N = -8.0 \text{ Ton}$$

Una vez calculado el momento y las fuerzas normales se realizará el cálculo del momento máximo y N máximo para los diseños de los arcos rígidos, mediante las formulas:

$$M_{max.} = -Ay(h' + 0.5 \frac{Ay}{qt})$$

$$M_{max.} = -2.65 \text{ Ton.} \cdot \text{m}$$

$$N = -qt * r$$

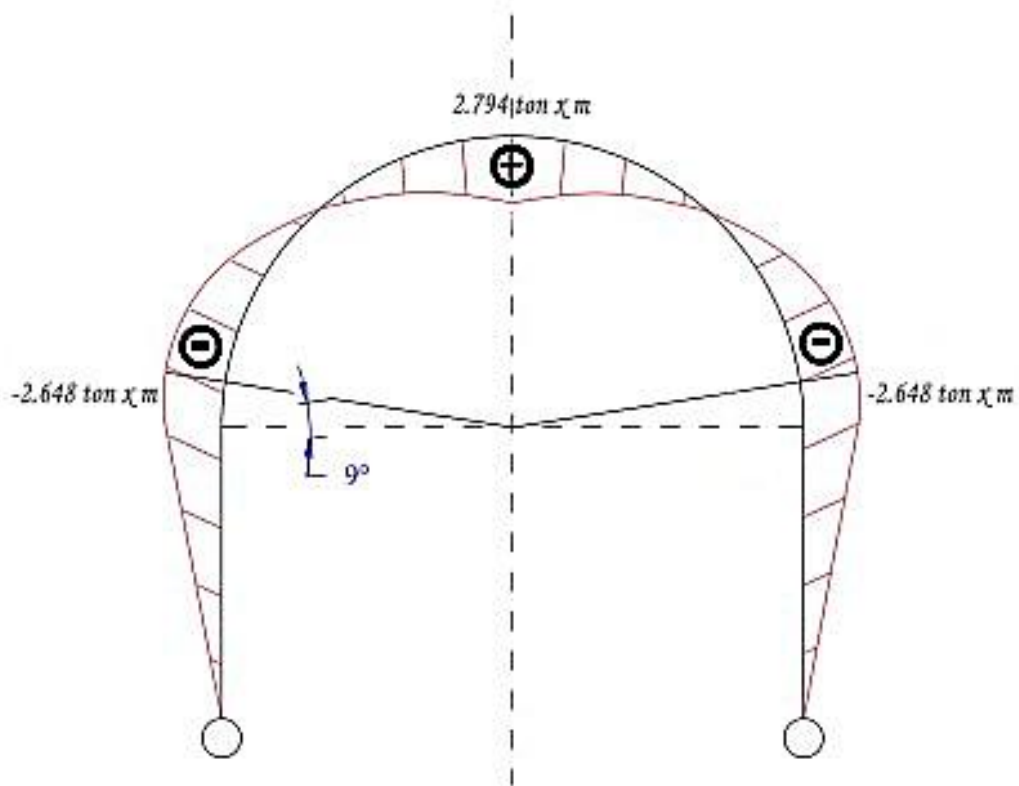
$$N = -8.0 \text{ Ton}$$

Calculo del ángulo para la deformación del arco.

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{Ay}{qt * r}$$

$$\alpha = 8.8^\circ$$

Figura 21: Diseño de modelo de momento estático de la cimbra metálica.



Fuente: grafica de momentos.

Obteniendo la gráfica de momentos estaremos procediendo a realizar los valores absolutos de los esfuerzos de cada uno de ellos de las zonas. Teniendo en cuenta el tipo de cimbra metálica que estamos utilizando; para este sostenimiento estamos utilizando un perfil de 6H20 donde presenta la siguiente característica:

PESO (KG/M)	AREA – SECCION F(M2)	MODULO SECCION W(M3)
29.70	0.03887	0.0002167

Calculo del esfuerzo máximo sobre la cimbra metálica.

$$/\sigma/ = \frac{qt * r}{0.149W + 9.78} + \frac{Ay(h' + 0.5 \frac{Ay}{qt})}{W}$$

$$/\sigma/ = 12225.61 \text{ Ton/m}^2$$

como sabemos:

$$/\sigma sf/ = 25493 \text{ Ton/m}^2$$

Calculando el factor de seguridad según el rango: $1.5 \leq FS \leq 3.0$

$$FS = \frac{\sigma sf}{\sigma}$$

$$FS = \frac{25493}{12225.61}$$

$$FS = 2.09$$

Finalmente, cálculo de la carga total que resistirá el cuadro de la cimbra metálica.

$$qTotal = qt * L$$

$$qTotal = 16 \text{ Ton}$$

4.1.3 Respecto al tercer objetivo.

- c. *Proceder con el sostenimiento con cimbras pre dimensionados y verificar las mediciones de convergencia según el avance en la RP 3972 de la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.*

Tercer trabajo para el estudio de investigación de campo.

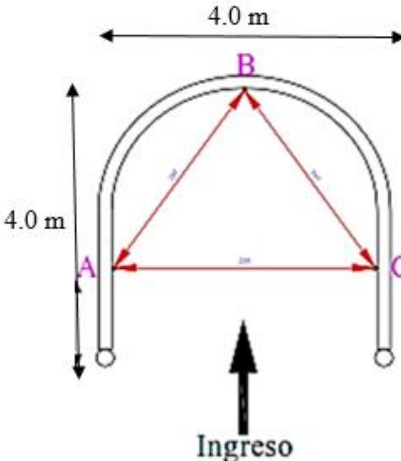
Todos los diseños fueron realizados con el programa de AutoCAD civil 3d realizando todos los predimensionamientos y diseños de los aceros de los Distanciadores dimensiones de puesta de las planchas acanaladas y entre otras. En el **Anexo 7** se presenta la forma de colocación de todos los accesorios de la cimbra metálica y en el **Anexo 8** detalles del arco y accesorios de las cimbras metálicas.

Los trabajos que se realizaron fueron principalmente de campo tomando mediciones, buscando datos sobre las características del terreno con que nos encontramos y algunos datos que se realizaron para obtener resultados sobre las encuestas que se realizaron, así mismo se realizaron algunas aplicaciones mediante programas para verificar el comportamiento del diseño de las cimbras y finalmente realizar los pre diseños de las cimbras. Los trabajos que se realizaron son las siguientes:

Tabla 14: Datos de Convergencia de las cimbras.

DISTANCIA	DATOS OBTENIDOS		RESULTADO
	1RA MEDICION	2DA MEDICION	
A - C	3.60	3.57	0.03
B - A	2.48	2.47	0.01
B - C	2.31	2.30	0.01
	TOTAL		0.0167

Fuente: Datos obtenidos del área de G

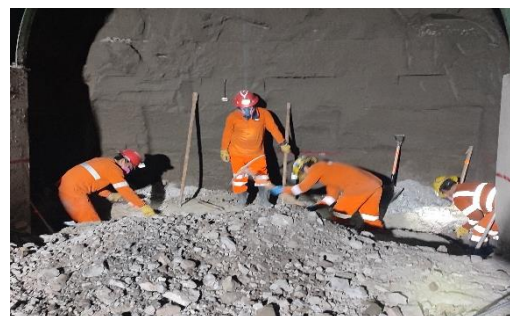


A continuación, se muestran los procedimientos de la instalación de las cimbras de 4.0 * 4.0m 6H20 Lb/pie, en el siguiente cuadro:

Para iniciar con los trabajos, en primer lugar se procede al picado del frente, en este caso con el equipo Scayler, posterior a ello se realiza la limpieza del frente con ayuda del equipo Scoop.



Después de la limpieza del frente se procede al picado de las patillas y soleras para finalmente proceder con el colocado de los postes y el arco de las cimbras con ayuda del equipo Manitdu.



En este punto se observa la colocación de la malla para los muros con diámetros de 1/2" @0.20m a cada lado.



Proceso de transporte, colocado y aseguramiento del arco de la cimbra con ayuda del equipo Manitdu.



Y posteriormente se procede al encofrado de ello y finalmente el vaciado.



Proceso de vaciado de los muros y vaciado de la solera y piso para la sujeción de los arcos.
Una vez solidificada el concreto se procede al desencofrado.



Procediendo al colocado, soldeo de las planchas acanaladas y topeado con bolsacreto para la sujeción de ellos.



Finalmente, el culminado de la colocación de la cimbra metálica. Hasta la fecha no se tuvo ninguna evidencia de deformación gracias a los estudios previos que fueron realizados.



Se procedió a la verificación de las medidas de convergencia según los avances dados por parte de la UMCH. las medidas de convergencia se procedieron según los avances del armado de las cimbras verificando las distintas variaciones de convergencia que podría existir en los arcos.

Tabla 15: verificación de convergencia de las cimbras Rp 3972.

LABOR	Nº CIMBRA	TIPO CIMBRA	SECCION	1RA. MEDICION	TIEMPO (días)	2DA MEDICION	RESULTADO
RP 3972	4	6H20	AC	3.600	7	3.570	0.030
RP 3972	6	6H20	BA	2.480	7	2.470	0.010
RP 3972	7	6H20	BC	2.310	7	2.300	0.010
RP 3972	9	6H20	AC	3.650	7	3.620	0.030
RP 3972	11	6H20	BA	2.680	7	2.700	0.020
RP 3972	13	6H20	BC	2.780	7	2.750	0.030
RP 3972	14	6H20	AC	3.890	7	3.890	0.000
RP 3972	16	6H20	BA	2.860	7	2.880	0.020
RP 3972	17	6H20	BC	2.780	7	2.780	0.000
RP 3972	19	6H20	AC	3.710	7	3.710	0.000
RP 3972	20	6H20	BA	2.680	7	2.685	0.005
RP 3972	23	6H20	BC	2.362	7	2.364	0.002
RP 3972	25	6H20	AC	3.961	7	3.962	0.001
RP 3972	28	6H20	BA	2.785	7	2.780	0.005
RP 3972	30	6H20	BC	2.450	7	2.431	0.019
RP 3972	31	6H20	AC	3.844	7	3.836	0.008
RP 3972	33	6H20	BA	2.456	7	2.450	0.006
RP 3972	35	6H20	BC	2.398	7	2.396	0.002
RP 3972	38	6H20	AC	3.683	7	3.680	0.003
RP 3972	41	6H20	BA	2.415	7	2.420	0.005
RP 3972	42	6H20	BC	2.483	7	2.479	0.004

Fuente: datos presentados por UMCH.

Se presenta evidencia de área de planeamiento de las UMCH, sobre las mediciones de convergencia realizadas:

Coordinación con la UMCH, para realizar el procedimiento de verificación de convergencia.



Proceso de medición con el equipo de prueba de medición de convergencia con los Ing. de la UMCH.



Medición de los lados de la triangulación con el equipo de prueba de medición de convergencia – lado derecho.



Medición de los lados de la triangulación con el equipo de prueba de medición de convergencia – lado izquierdo.



Fuente: elaboración propia

V. CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 Presentación de los resultados

De acuerdo a los resultados encontrados se procedió con el análisis de estos resultados verificando en relación a los capítulos anteriores.

5.1.1 Con relación al estudio tensional y la resistencia del relleno de pasta.

- Según las evaluaciones tensionales del relleno de pasta se obtiene un resultado en base a las secciones de 4m x 4m, así como los desplazamientos, en base al factor de convergencia de 0.05 que se acerca al 9% de Slump de una plastificación del relleno plástica.
- Las resistencias obtenidas según la convergencia dada mediante el software Phase menciona que dicho sostenimiento con cimbras será **satisfactorio** para los avances a realizar, previo seguimiento con los cálculos dados.
- los trabajos que se vienen realizando con el sostenimiento en la Rp 3972, los resultados salieron **óptimo** con la diferencia del cambio que se realizó en el momento de la colocación de una losa para obtener mayor soporte entre dos arcos de la cimbra.

5.1.2 Con relación a la factibilidad técnica de los pre dimensionamientos.

- con los datos que se obtuvieron gracias al área de geo mecánica se pudo evaluar el relleno obteniendo un 9% de su Slump gracias a ello se pudo realizar los trabajos juntamente con los pre dimensionamientos presentados y así poder verificar el avance que tendría y los equipos que estarían integrando para el frente de trabajo.
- Al realizar los cálculos según autores en temas relacionados con el diseño y sostenimiento de minas se llevó a un resultado **óptimo** sobre un factor de seguridad de 2.10 que ambos concuerdan sobre su sostenimiento sin evidencia de fallas en el relleno de pasta.

- Se tiene un resultado de carga total del relleno de pasta según calculo 16 Ton donde al realizar los pre dimensionamientos se concuerda que se tiene que utilizar una cimbra rígida permanente de sección 4.0 * 4.0m de 6" tipo "H" de 20Ton para una resistencia **óptima**.

5.1.3 Con relación al sostenimiento de las cimbras de la Rp 3972.

- Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, lo cual nos conlleva a realizar los diseños de los planos de las cimbras y sus respectivos detalles en base a sus accesorios y teniendo como resultado que la cimbra tendrá que tener una dimensión de sección 4.0 * 4.0m de 6" tipo "H" de 20Ton.
- Actualmente se está procediendo con las instalaciones de las cimbras en la Rp 3972 sin tener ninguna dificultad, teniendo en cuenta los diferentes planos que fueron presentados para la instalación de estas y respetando las medidas de los planos. Así mismo las medidas de convergencia que se realizan presentan medida **positiva**, de 0.03 mm donde hasta la actualidad no se presentan ninguna convergencia.

5.2 Discusión de los resultados.

Sobre los resultados que se presentaron se puede observar que los pre dimensionamientos fueron satisfactorios de tema principal que es el sostenimiento con cimbras con los cuales se vienen trabajando la labor de avance de la mina. Estos diseños fueron considerados en base a la calidad del material con que nos encontramos fue del relleno en pasta en función a la duración de la labor.

Se utilizaron algunos autores para realizar los cálculos, así como también los estudios del tema de las resistencia y tensiones del relleno insitu donde estos resultados fueron de mucha ayuda para proceder con los pre dimensionamientos de los planos y así encontrar los diámetros de los tipos de cimbras que se tendrá que utilizar; todos ellos ya fueron presentados mediante planos que fueron elaborados por los profesionales competentes del área.

En el frente de trabajo se encontraron algunas controversias con los Ing. del área de UMCH, pero fueron solucionados instantáneamente llegando a acuerdos en ambas partes y su proceso de los diseños fueron continuos, siempre verificando según el avance los cambios que se pudiesen encontrar para así realizar cálculos distintos si es que lo hubiese.

Actualmente el frente de trabajo se está desarrollando sin ningún problema con resultados óptimos claro siempre realizando los estudios de convergencia de las cimbras instaladas según el avance dado, verificando que los trabajos se realicen de

acuerdo a los diseños presentados y respetando las normas dadas en el cuaderno de apuntes diarios.

5.3 Aporte del tesista.

Puedo mencionar que los trabajos que se realizan con los sostenimientos mediante cimbras son temas de gran importancia dentro de una unidad minera y que esto es tabú importante para todo minero porque con ello se basa en temas de priorizar las explotaciones de un determinado frente y realizando siempre el tema de la seguridad principalmente de nuestros personales de trabajo.

Los sostenimientos de cimbras se pueden desarrollar en distintos tipos de rocas, pero en este caso se dio de realizar un sostenimiento de relleno en pasta que se encontró en la unidad minera Catalina Huanca; que esto se ve por primera vez en una unidad minera; los procedimientos que se realizaron fueron muy detallados sin poder realizar ninguna variación de los diseños obtenidos donde la mayor importancia es la verificación de las etapas de convergencia que esto da la mayor importancia donde se podrá observar la reducción o la extensión significativa de la vida de las cimbras y que tendrá que realizar las mediciones y los seguimientos sistemáticos de las deformaciones de ellas no solo en este frente sino en todos los trabajos que se desarrollen en la actualidad.

CONCLUSIONES.

- En base a los estudios tensionales y las resistencias que poseen el relleno de pasta se menciona según el Slump que se obtuvo del 9% que dicho relleno presenta una consistencia plástica. Teniendo como resultado el sostenimiento con cimbras metálicas con avances de 0.80m, utilizando marchavantes para la caja techo previo amarre con mallas, el desatado del frente se dará con equipo y no así con voladura por tener una consistencia plástica.
- Para demostrar la factibilidad técnica de los predimensionamientos del sostenimiento con cimbras, fueron calculados en base a diferentes autores lo cual fueron satisfactorios, obteniendo un factor de seguridad de 2.10 en ambos autores lo que nos conlleva a mencionar que el uso de las cimbras tendrá que ser mayor a la capacidad portante obtenido para un resultado de 16 Ton. Teniendo una cimbra de instalación sobre 4.0*4.0m de 6H20 Lb/pie.
- Al momento de realizar los sostenimientos con cimbras pre dimensionados se realizaron los trabajos de picado de patillas donde se presentaron algunas incomodidades sobre el material que se encontró; inicialmente solo se realizó vaciado de solera y patilla, pero con el nuevo material encontrado se procedió a la incorporación de proceder a vaciar el piso como una losa que también se procedió a su diseño con acero de $\frac{1}{2}$ " @ 0.25m a cada lado con altura igual a la solera con un recubrimiento del 0.05 m donde tendría la función de soportar una estructura completa. En base a la medición de convergencia no se encontró ninguna variación en los sostenimientos lo que conlleva a mencionar que se tiene un buen resultado.
- Los trabajos del sostenimiento de las cimbras metálicas hasta la fecha no se tuvieron ninguna variación ya que las áreas de geo mecánica realizan las mediciones pertinentes de las cimbras. Dado que los diseños que se realizaron fueron satisfactorios para estos sostenimientos en pastas de relleno.

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda que al momento de realizar las inspecciones por parte de los supervisores de Catalina Huanca especialmente el área de geo mecánica cualquier modificación que se realiza se tiene que proceder al escrito en el cuaderno diario; ya que en ocasiones no se encuentra escritos las observaciones dadas y más aun no existe ninguna firma de ellos para verificar sus observaciones.
- Se recomienda verificar los trabajos del equipo Scaler o desatador sobre la distancia con que se encuentra el frente de trabajo y proceder a coordinar con el operador de dicho equipo sobre la distancia que se tiene que realizar el picado. Como se sabe se tiene que tener un espacio de 0.80m para evitar el desplome de la caja techo y proceder a la colocación de los marchavantes en el frente de trabajo previo desatado del frente para proceder con los trabajos de sostenimiento.
- Se recomienda que antes de realizar cualquier trabajo en el frente de trabajo proceder con la inspección de los materiales a utilizar ya que se encontraron en varias ocasiones los cementos duros que estos suelen suceder por el tiempo de guardado por ende no se debería utilizar en los vaciados; a pesar de ello se siguen utilizando hasta la actualidad.
- Se recomienda el uso adecuado de los Epps tanto de los trabajadores, así como de los Ingenieros de inspección ya que son ellos quienes dan el ejemplo para tener una buena seguridad ante un evento u contagio con materiales en el frente de trabajo.

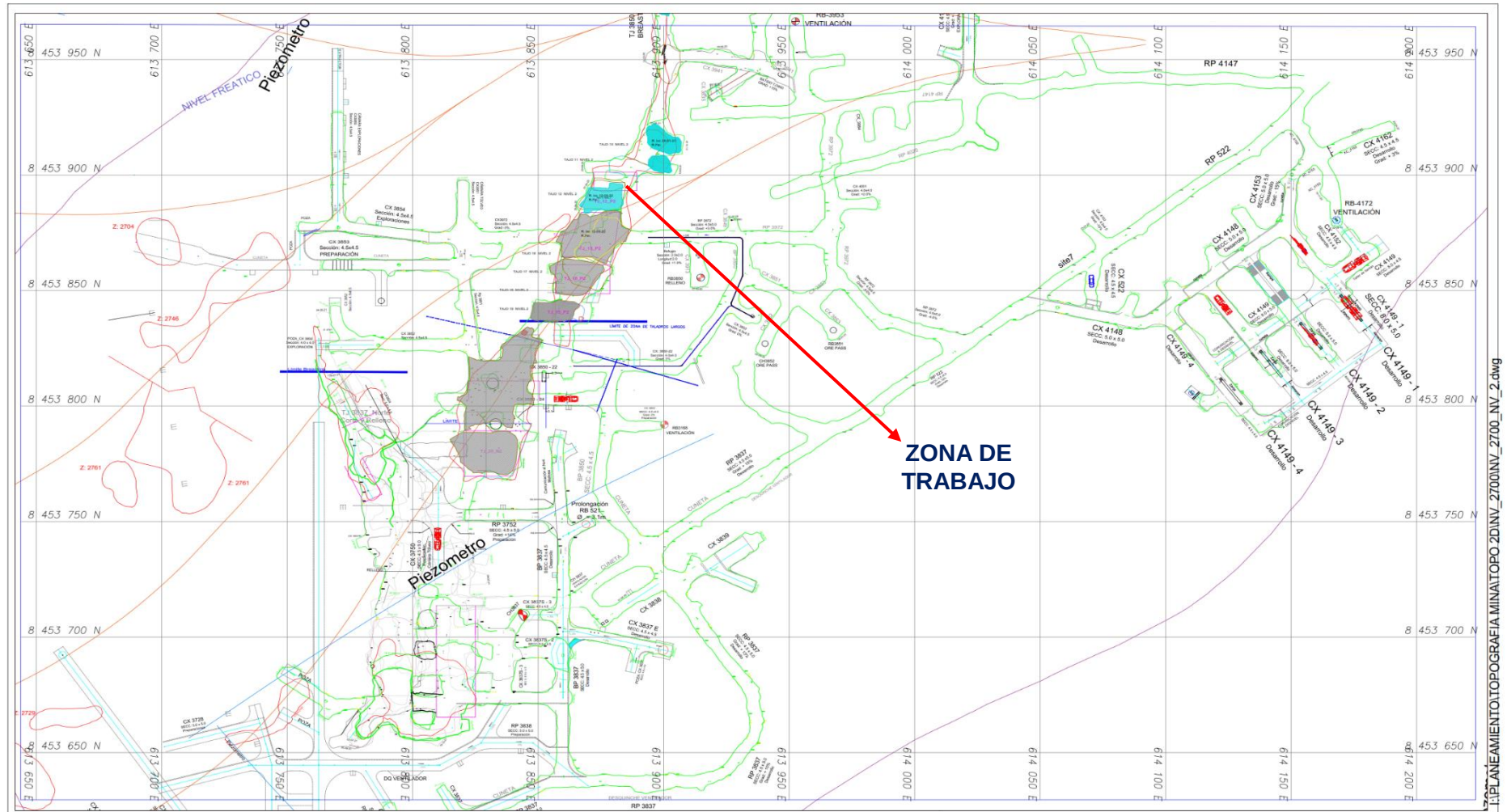
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aguilera Hintelholher, R. (Abril 2013). *Identidad y diferenciación entre método y metodología*. Informe, Universidad Nacional de Moquegua, Estudios de Investigación, Moquegua.
- Bujaico Mallma, C. V. (2021). *Caracterización geomecánica del macizo rocoso en labores de avance empleando la cartilla de Q de Barton para determinar el sostenimiento*. Tesis, Universidad Continental, Departamento de Ingeniería, Huancayo.
- Ccama F., D. (2017). *Sostenimiento con cimbras en las labores*. Unidad minera San Andres, Honduras.
- Espinoza Bustillos, J. C. (2011). *Sostenimiento mecanizado en labores subterráneas, en la compañía de mina Volcan S.A.A.* Tesis, Universidad nacional del Centro del Perú, Departamento de Ingeniería de Minas, Huancayo.
- Gordon F., k. (octubre de 2021). *Acero: de la minería a la fabricación*. Thermo Fisher.
- Huaman Aparicio, A. (Mayo de 2017). *Guía de criterios geomacánicos para diseños, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas*. Osinergmin, I.
- Kuramoto Glave, M. (2020). *Minería, minerales y desarrollo sustentable en Perú*. Cajamarca.
- Lanza Toscano, J. A. (2020). *Importancia de los aceros*. Tecnológico Nacional de la Paz, Mexico.
- Lazaro Quicaña, J. J. (2020). *Diseño y evaluación de sostenimiento de labores de desarrollo para minería artesanal del sector de Ollachea*. Tesis, Universidad tecnológica del Perú, Departamento de Ingeniería, Arequipa.
- Lazo Laura, R. A. (Enero 2020). *Optimización del sistema de sostenimiento de las labores subterráneas para una mina con problemas de altos esfuerzos*. Tesis, Universidad Católica del Perú, Departamento de Ciencia e Ingeniería, Lima.
- Loarte Trujillo, O. J. (2018). *Geomecánica para el diseño del sostenimiento de las labores mineras en la corporación minera toma la mano - Cormitoma S.A.* Tesis, Universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Departamento de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, Huaraz.
- Miranda Cajahuanca, J. (2020). *Cimbras metálicas*. Curso, Lima.
- Pérez Lira, F. J. (2021). *Mecanización del sostenimiento de roca en minería subterránea*. Inersa, Departamento de Minería, túneles y sondeos, Cajamarca.
- Pflucker Mendoza, O. M. (2019). *Sostenimiento de labores subterráneas*. Universidad privada del Norte, Departamento de Ingeniería, Cajamarca.

- Quilca Alejo, M. C. (2020). Sostenimiento en minería subterránea. I.A.C.
- Taboada Meneses, H. J. (Noviembre 2020). Obtenido de Tiempo minero:
<https://camiper.com/tiempominero-noticias-en-mineria-para-el-peru-y-el-mundo/sostenimiento-en-mineria-subterranea-amplia-tu-criterio/>
- Vera Vega, R. (Junio 2011). *Relleno en pasta*. Informe, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Departamento de Ingeniería de Minas, Lima.
- Villanueva Trujillo, E. A. (2016). *Sostenimiento de rocas utilizando el bolsa creto con cimbras*. Tesis, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Ingeniería de Minas, Cerro de Pasco.
- Villegas Landa, L. A. (2020). *Relleno en pasta utilizado en la mina Iscaycruz*. Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Departamento de Minería y Metalurgia, Lima.

ANEXO.

Anexo 1: Plano topográfico de la zona de investigación.



Fuente: Plano facilitado por la UMCH

Anexo 2: Matriz de operaciones de las variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICAS DE INSTRUMENTOS
<u>Variable Independiente</u> Diseño de sostenimiento	Los sostenimientos que se realizan son puntos fijos donde es dejado después de una extracción y que posteriormente se seguirá trabajando en ese punto.	• Índice de resultados. • Reducción de costo de minado. • Reportes de incidentes. • Chek list.	✓ sostenimientos ✓ características ✓ rocas sueltas	• Verificación de la duración de auto soporte del sostenimiento. • Empuje de las rocas encajonantes. • Dosificación del bolsacreto.
<u>Variable Dependiente</u> Cimbras metálicas	Las cimbras son elementos estructurales que son utilizados para los sostenimientos pasivos de las labores de avance en condiciones donde la masa rocosa se encuentre intensamente fracturada.	• Presiones laterales. • Velocidad de deformación. • Esfuerzos insitu.	✓ Tipos de cimbras ✓ Parámetros de las cimbras. ✓ Cantidad de cimbras.	• Variedades de las cimbras. • Cargas entregadas a las cimbras. • Cálculos, diseños y predimencionamientos para las cimbras.

Fuente: Diseño propio.

Anexo 3: Matriz de consistencia

TITULO: Diseño de sostenimiento con cimbras en la RP 3972 cuerpo Melissa, en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c – 2022

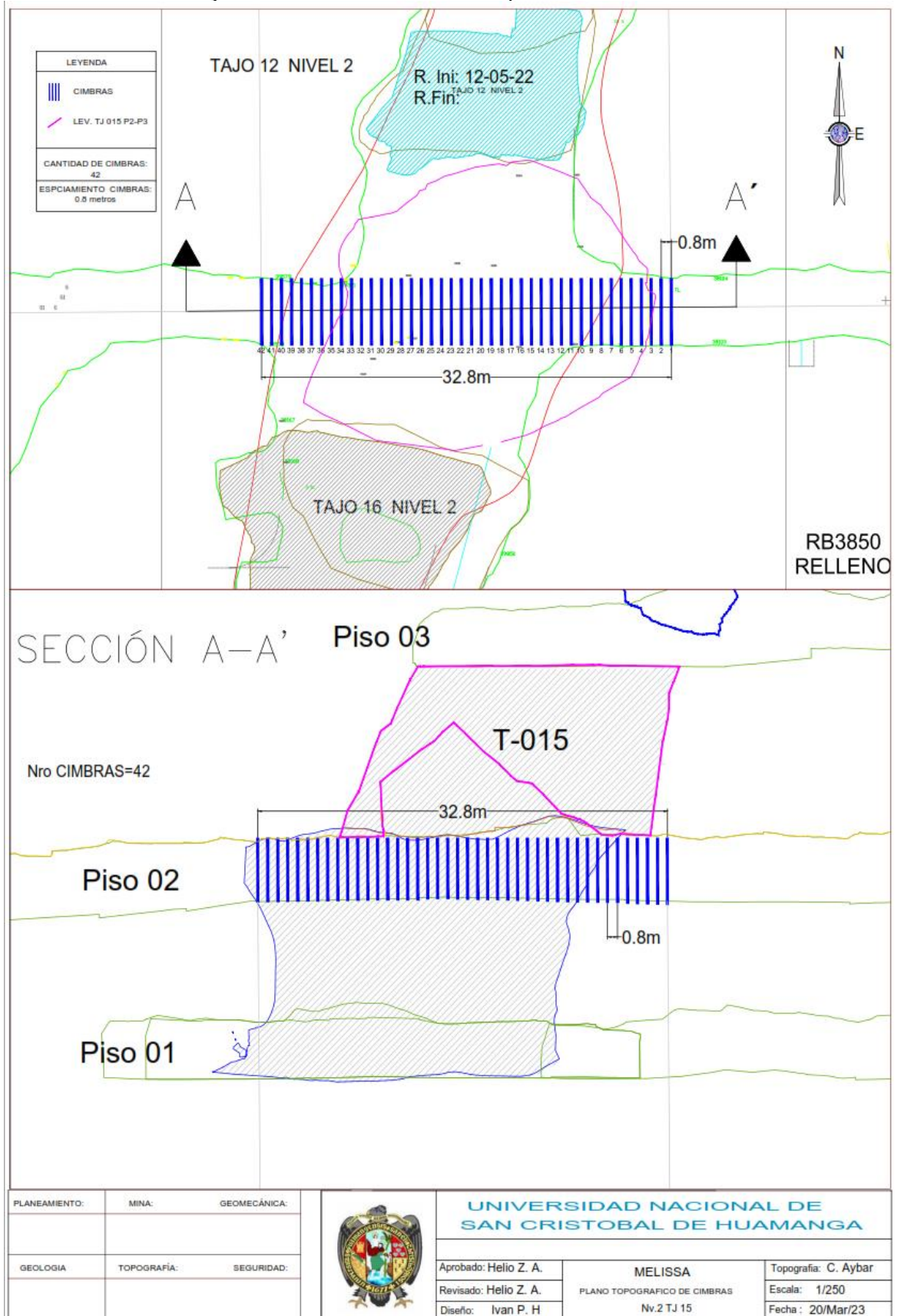
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema General ¿De qué manera se realizará el sostenimiento de las cimbras de la Rp 3972, cuerpo Melissa en la unidad minera catalina huanca s.a.c. – 2022?	Objetivo General Realizar el sostenimiento de la Rp 3972, cuerpo Melissa mediante el diseño con las cimbras en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.	Hipótesis General Empleando el sistema de sostenimiento con las cimbras en la Rp 3972 cuerpo Melissa, se estará minimizando las caídas de las masas rocosas en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.	Independiente • Diseño de sostenimiento.	Tipo de investigación. Cuantitativo Nivel de investigación. Experimental - Aplicada Método de investigación. Experimental Población y muestra. Población. Si mencionamos a la población entonces se estará mencionando al sostenimiento con cimbras de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c. Muestra. En temas del estudio de la muestra nos presenta como no probabilístico ya que son datos propios de las labores subterránea. La muestra estará comprendida en la cantidad de cimbras a instalar en la Rp 3972 cuerpo Melissa, en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.
Problemas Secundarios • ¿Cómo se evaluará los estudios tensionales y las resistencias del relleno en pasta para obtener un sostenimiento con cimbras adecuado en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.? • ¿Cómo podemos demostrar la factibilidad técnica del pre dimensionamiento del sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.? • ¿Se podrá ejecutar el sostenimiento con cimbras pre dimensionados y como verificar las mediciones de convergencia según el avance en la RP 3972 de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.?	Objetivos Secundarios • Evaluar los estudios tensionales y las resistencias del relleno en pasta, para asegurar un buen sostenimiento con cimbras en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c. • Demostrar la factibilidad técnica de los pre dimensionamientos del sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c. • Proceder con el sostenimiento con cimbras pre dimensionados y verificar las mediciones de convergencia según avance en la Rp 3972 de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.	Hipótesis Secundarias • Se evaluará los estudios tensionales y las resistencias del relleno en pasta para lograr el buen sostenimiento con las cimbras en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c. • Se demostrará la factibilidad técnica del pre dimensionamiento del sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 en la unidad minera Catalina Huanca s.a.c. • Se ejecutará las cimbras pre dimensionados para el sostenimiento de la Rp 3972 así mismo se procederá a la verificación de las medidas de convergencia según los avances dados de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c.	Dependiente • Cimbras metálicas	

Anexo 4: Ficha de recolección de datos

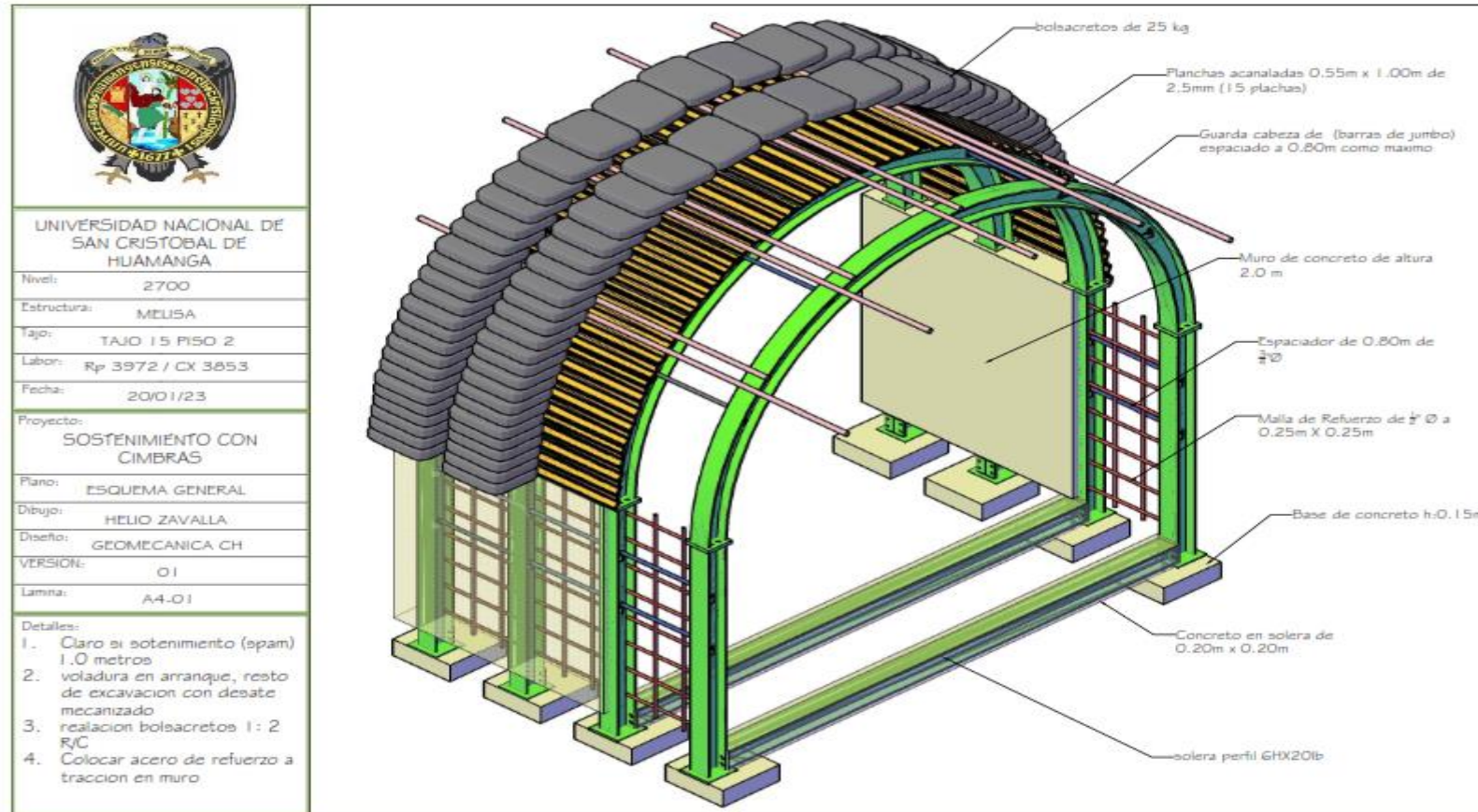
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS	
	TESIS: "DISEÑO DE SOSTENIMIENTO CON CIMBRAS EN LA RP 3972 CUERPO MELISSA, EN LA UNIDAD MINERA CATALINA HUANCA S.A.C"
	TESISTA: BACH. IVAN PALOMINO HINOSTROZA
INDICADORES	RESPUESTAS
1. ¿Ud. Sabe diferenciar sobre los tipos de relleno? a. Si b. no	A B
2. ¿Ud. entiende cuando se le menciona que es un Relleno de Pasta de Cemento? a. Si b. no	A B
3. ¿el pre dimensionamiento que se presenta para el sostenimiento, como lo considera? a. Bueno b. Regular c. Malo	A B C
4. Las dimensiones que se presenta para las bases de los soportes de las cimbras, ¿Ud. como lo considera? a. Bueno b. Regular c. Malo	A B C
5. ¿la utilización del bolsacreto según su dosificación 1:2, como lo califica? a. Bueno b. Regular c. Malo	A B C
6. ¿Está de acuerdo sobre el sostenimiento que se realiza para el tipo de relleno? a. Si b. no	A B
7. El avance corto que se realiza en el frente es para evitar el derrumbe ¿Cómo lo califica Ud.? a. Bueno b. Regular c. Malo	A B C
8. La supervisión plantada que se encuentra en el frente de trabajo toda la hora ¿Cómo lo considera? a. Bueno b. Regular c. Malo	A B C
9. ¿Cómo lo considera Ud. sobre las charlas que imparte el supervisor sobre temas de cimbras y temas de seguridad? a. Bueno b. Regular c. Malo	A B C
10. Los traslados de los materiales de las cimbras se realizan según los procedimientos y estándares. ¿Ud. como lo considera? a. Bueno b. Regular c. Malo	A B C

Fuente: Diseño propio.

Anexo 5: Seccionamiento y cantidad de cimbras en la Rp 3972.

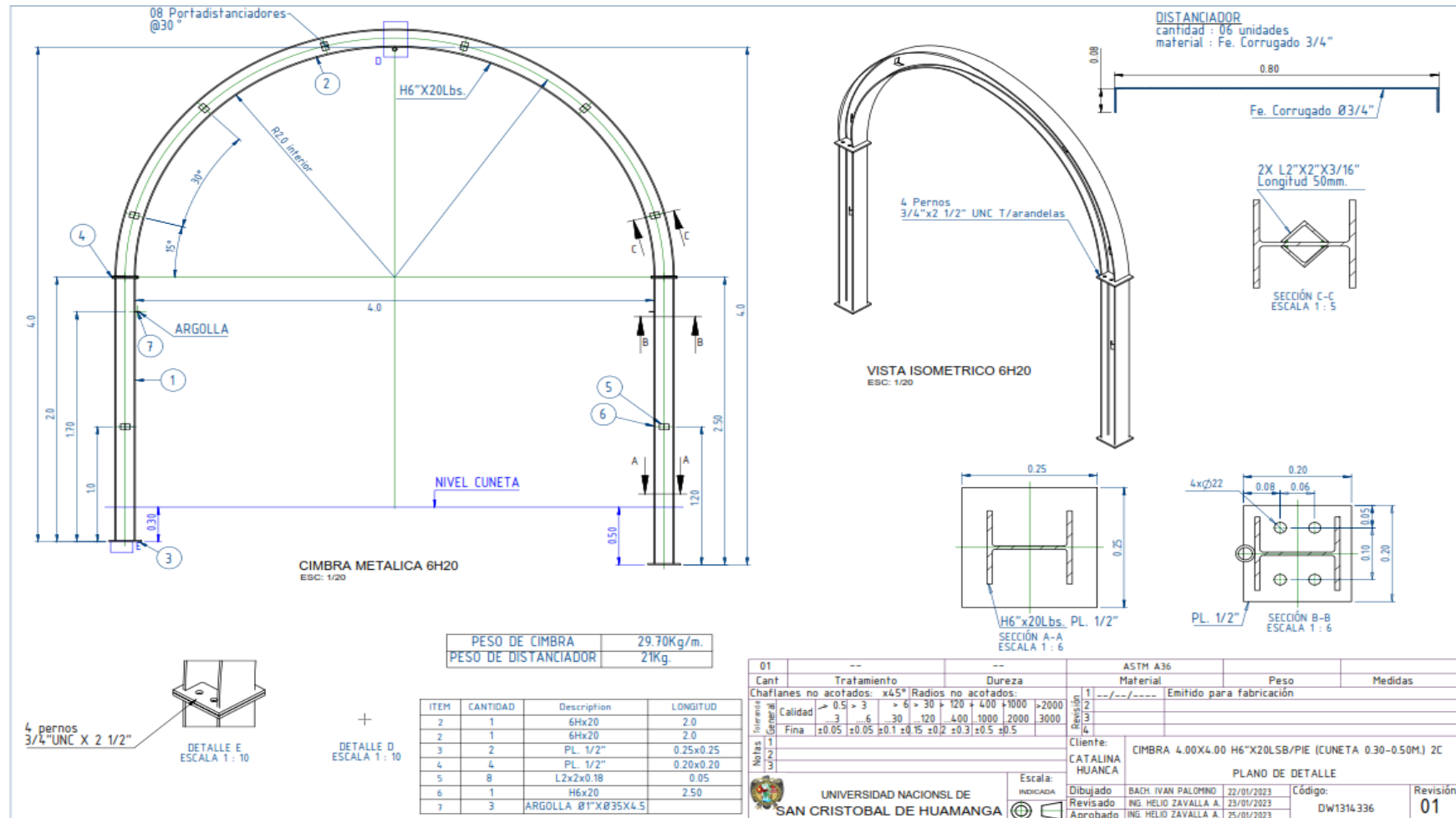


Anexo 6: Detalles de la cimbra metálica 4.0x4.0 6H20Lb/pie

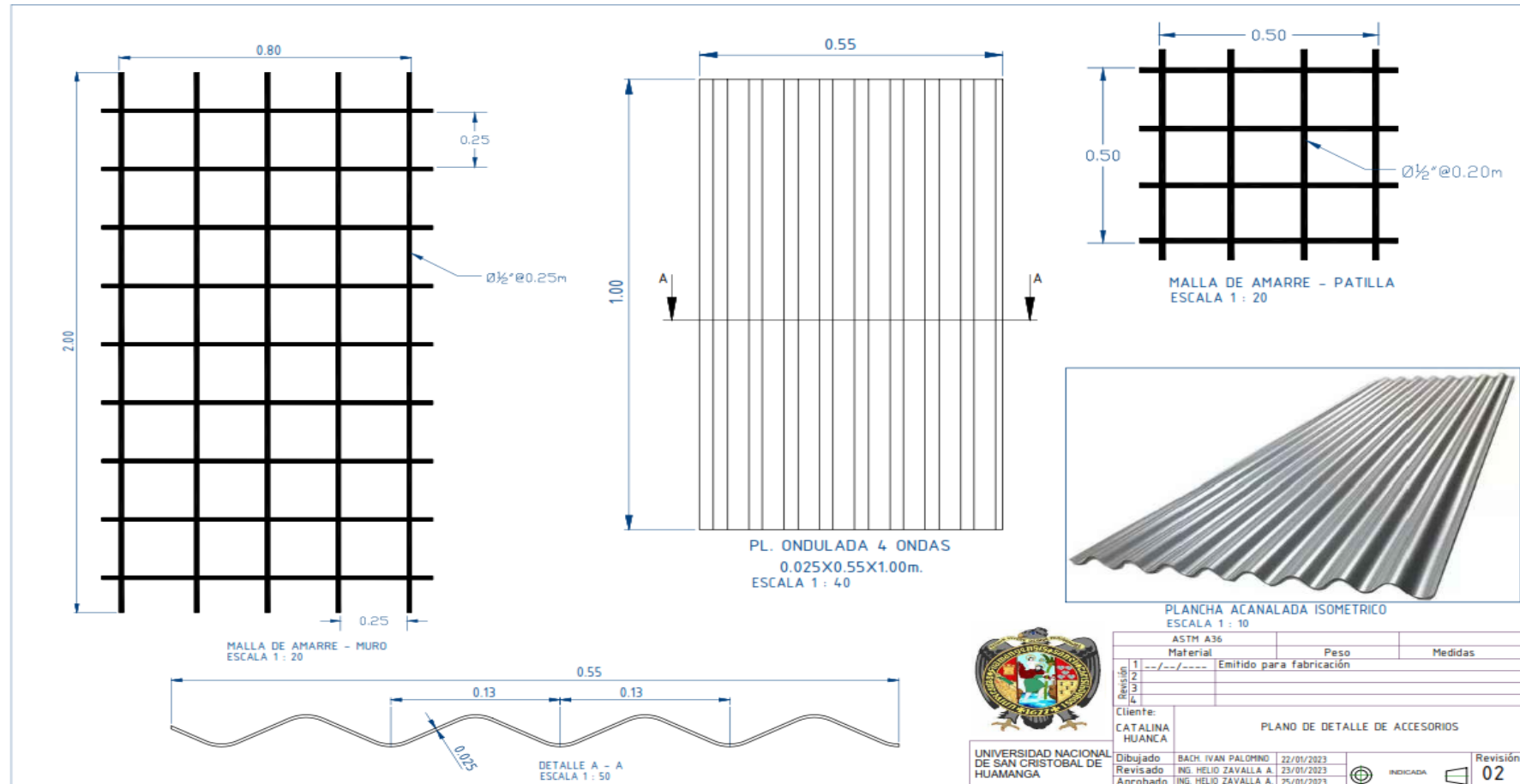


Fuente: Plano presentado por la empresa AZOR ING.

Anexo 7: Plano de cimbras 4.0*4.0m - 6H20Ton – detalles.



Anexo 8: Plano de detalles de los accesorios de las cimbras



Fuente: Plano presentado por la empresa AZOR ING.

Anexo 9: Equipo Scoop utilizado en la limpieza de relleno.



Fuente: Imagen propia.

Anexo 10: Inspección por el Ing. jefe de guardia de la UMCH.



Fuente: Imagen propia.

Anexo 11: Monitoreo constante del nivel de Gas en la labor.

MONITOREO DE GASES						
NIVEL	2725			FECHA	18-05-23	
LABOR	CX-3972			TURNO	DIA	
HORA	O ₂	CO	CO ₂	NO ₂	OBSERVACION	FIRMA
8:00AM	20.9	10	0.31ppm	-	Sin Equipo	MM
09:00AM	20.9	12	0.59	-	C/Equipo 110mms	IPH
11:00	20.9	6	0.45	-	S/Equipo	

Fuente: Imagen propia.

Anexo 12: Preparación de los bolsacreto para las cimbras.



Fuente: Imagen propia.

Anexo 13: Proceso de picado, limpieza y colocado de solera y poste.



Fuente: Imagen propia.

Anexo 14: Proceso de desencofrado los muros.



Fuente: Imagen propia.

Anexo 15: Proceso de traslado del arco de la cimbra.



Fuente: Imagen propia.

Anexo 16: Proceso de colocado del arco de la cimbra.



Fuente: Imagen propia.

Anexo 17: Proceso de colocado de los pernos y arandelas para el soporte de cimbra.



Fuente: Imagen propia.

Anexo 18: Proceso de colocado de bolsacreto, soldeo de las planchas acanaladas.



Fuente: Imagen propia.

**UNSCH**FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL**ACTA N° 041-2024-FIMGC: ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS**

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 443-2024-FIMGC-D**, a los diez días del mes de julio de 2024, siendo las 10:00 a.m. reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, bajo la presidencia del MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS y los miembros; MSc. Ing. Edmundo CAMPOS ARZAPALO, Dr. Ing. Indalecio QUISPE RODRIGUEZ y al MSc. Ing. Fortunato DE LA CRUZ PALOMINO, actuando como secretario docente el MSc. Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO, para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, del bachiller en Ciencias de la Ingeniería de Minas:

IVAN PALOMINO HINOSTROZA

Quien presentó la tesis denominada:

Diseño de sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 cuerpo Melissa, de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c - 2022

Los señores miembros del jurado luego de expuesto la tesis y absueltas las preguntas, delibera y lo declaran:

APROBADO CON NOTA DIECISEIS (16)

Siendo las 11:45 p.m. del día 10 de julio de 2024, culmina el acto de sustentación de tesis, y en conformidad a lo actuado los miembros del jurado firmamos al pie del presente.

MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS
Presidente

MSc. Ing. Edmundo CAMPOS ARZAPALO
Miembro

Dr. Ing. Indalecio QUISPE RODRIGUEZ
Miembro

MSc. Ing. Fortunato DE LA CRUZ PALOMINO
Miembro

MSc. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO.
Secretario docente de la FIMGC

cc:
Archivo



UNSCH

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

El que suscribe; en mi calidad de Instructor de Originalidad de Trabajos de Investigación y encargado de certificar la originalidad de la tesis abajo indicado y por lo tanto responsable verificador de originalidad de trabajo de tesis de pregrado en primera instancia, en cumplimiento a la Resolución de Consejo Universitario N°039-2021-UNSCH-CU, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación UNSCH, deja constancia que:

- Apellidos y Nombres del Bach. : PALOMINO HINOSTROZA, Ivan
- Escuela Profesional : Ingeniería de Minas
- Título de Tesis : **Diseño de sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 cuerpo Melissa, de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c - 2022**
- Evaluación de la originalidad : 14 % de similitud

Por tanto, según los artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, **es procedente el certificado de originalidad** para los fines que crea conveniente.

Ayacucho, 29 de setiembre de 2024

.....
MBA Ing° Leonil Fernando Quispe Aronés
Instructor de Originalidad de Trabajos de Investigación

Diseño de sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 cuerpo Melissa, de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c - 2022

por Ivan PALOMINO HINOSTROZA

Fecha de entrega: 29-sep-2024 07:42p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2469436805

Nombre del archivo: TESIS_IVAN_PALOMINO_HINOSTROZA.pdf (7.19M)

Total de palabras: 28302

Total de caracteres: 150685

Diseño de sostenimiento con cimbras en la Rp 3972 cuerpo Melissa, de la unidad minera Catalina Huanca s.a.c - 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe	4%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.undac.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unsch.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
4	idoc.pub	1%
	Fuente de Internet	
5	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
	Trabajo del estudiante	
6	docplayer.es	<1%
	Fuente de Internet	
7	vsip.info	<1%
	Fuente de Internet	
8	repositorio.unap.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	

9	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
10	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
13	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
16	www.revistaseguridadadminera.com Fuente de Internet	<1 %
17	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
19	www.construyendoseguro.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo