

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



TESIS

**Sostenimiento de labores mineras y continuidad de las operaciones mineras en
la Unidad Palca, Compañía Minera Santa Luisa**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor: Bach. Angel Gabriel ESCOBAR ALANIA

Asesor: Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA

Cerro de Pasco - Perú - 2022

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



TESIS

**Sostenimiento de labores mineras y continuidad de las operaciones mineras en
la Unidad Palca, Compañía Minera Santa Luisa**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ
Presidente

Mg. Raúl FERNÁNDEZ MALLQUI
Miembro

Mg. Toribio GARCÍA CONTRERAS
Miembro

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada de manera especial a mis padres, por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional, sus consejos lo cual hizo de mí una mejor persona y agradecerles por su sacrificio lo cual hizo posible este logro. A los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por sus enseñanzas y consejos lo largo de mi carrera profesional.

Angel Gabriel Escobar Alania

RECONOCIMIENTO

En primero lugar Agradecer a Dios, por darme salud y sabiduría para poder terminar mi carrera, a la vez agradecerle por contar con mis padres a mi lado y que sean partícipes de este logro.

A mis hermanos, tíos, por su apoyo, y en especial a Erika, por acompañarme desde mi carrera profesional hasta hacer realidad la presente tesis.

Así mismo agradecer a mi alma mater a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, donde obtuve los conocimientos académicos brindados por los docentes, el cual ahora aplico en mi vida profesional; y donde pasé gratos momentos al lado de mis compañeros de aula.

A la Compañía minera Santa Luisa, Unidad Palca, por acceder a realizar esta investigación, y darme la oportunidad de desenvolverme en varias áreas durante mi estadía en su Unidad, y en general a todas las personas que hicieron posible este logro.

RESUMEN

La presente investigación “Sostenimiento de labores mineras y continuidad de las operaciones mineras en la Unidad Palca, Compañía Minera Santa Luisa” tuvo como primera finalidad optimizar el sostenimiento en cuanto a sus costos. De esta manera las labores pueden adecuarse a los precios actuales del zinc y poder continuar con las operaciones en la Unidad Minera Palca.

Nuestra investigación es de nivel aplicativo, bajo un diseño experimental, y un método de análisis y síntesis.

La muestra estará conformada por labores como galeritas, frentes, cruceros, donde se realizará el experimento del sostenimiento con pernos

El procedimiento técnico de este trabajo se basará en 3 aspectos:

- 1 Análisis documental
- 2 Observación
- 3 Técnica de sostenimiento con pernos

Como resultados hallados tenemos:

- Una alternativa para la reducción de los costos fue el uso del camión categoría N2 marca Kia modelo K2500 para llevar a cabo el sostenimiento; para lo cual se tuvo que modificar la carrocería.

- En cuanto a los costos, el ahorro que se tiene al usar el camión para realizar el sostenimiento es significativo; cuando se usa el equipo bolter para el sostenimiento se tiene un costo de 15.74 \$/perno, y cuando se usa el camión se tiene un costo en sostenimiento de 9.23 \$/perno, lo que hace un ahorro de 6.51 \$/perno colocado

PALABRAS CLAVES: Sostenimiento, costos, pernos, método de explotación, mina Palca.

ABSTRAC

The present investigation "Sustaining mining work and continuity of mining operations in the Palca Unit, Company Minera Santa Luisa" had as its main objective, to reduce the maintenance costs of the work to adapt to current zinc prices and to be able to continue with the operations at the Palca Mining Unit

Our research is of an applicative level, under an experimental design, and a method of analysis and synthesis.

The sample will be made up of tasks such as galleries, fronts, cruises, where the experiment of support with bolts will be carried out

The main techniques that I will use in the investigation are:

- Documentary Analysis
- Observation
- bolt holding technique

As results we have:

- An alternative to reduce costs was the use of the Kia model K2500 brand N2 truck to carry out the maintenance; for which the bodywork had to be modified

- In terms of costs, the savings obtained by using the truck to carry out maintenance is significant; When the bolter equipment is used for support, it has a cost of \$ 15.74 / bolt, and when the truck is used, it has a support cost of \$ 9.23 / bolt, which makes a saving of \$ 6.51 / bolt placed.

KEY WORDS: Sustainment, costs, bolts, exploitation method, Palca mine.

INTRODUCCIÓN

Habiendo tenido el año 2020 un año completamente incierto debido a la pandemia COVID-19 que afecto a todo el mundo, que obligo a las empresas en muchos casos a paralizar; la mina Palca no fue la excepción ya que tuvo que cerrar sus operaciones; y para volver a reiniciar sus operaciones enfrentaba varios problemas aparte de la pandemia como la baja del precio del zinc, costo de producción y para continuar con sus operaciones y adecuarse al precio actual del zinc, el cual se va visto afectado por la pandemia del coronavirus ha decidido realizar la reducción de costos en sus operaciones mineras y así poder seguir operando. opto por reducir los costos en el sostenimiento de sus labores mineras específicamente en el empernado de las rocas, para el cual se opta por cambiar el equipo de sostenimiento BOLTEC S por un equipo hibrido que inyecta cemento mediante una bomba y colocación de perno manualmente. este es el tema que convoca mi investigación.

Nuestra investigación será aplicada en la “CIA. MINERA SANTA LUISA S.A. MINA – PALCA”, comprenderá cuatro capítulos y abordará los siguientes aspectos.

El capítulo I expone la problemática a investigar. Con ese fin se identifica el principal problema sobre sostenimiento de labores mineras y disminución de costos, delimitándolo al ámbito de la Unidad Minera Palca. Además, planteamos el problema, los objetivos, así como también su justificación y limitación.

El capítulo II, analiza los antecedentes relacionados a nuestro problema, para poder orientar nuestra investigación, también hacemos hincapié en el sustento teórico sobre sostenimiento, método de explotación, para plantear la hipótesis, concluyendo con la terminología sobre sostenimiento.

El capítulo III propone el método y la técnica más adecuadas para esta

investigación. Además, en él se plantean el tipo y el nivel de investigación. Así mismo, son abordados el método, el diseño, la población, la muestra, las técnicas y herramientas a emplear, concluyendo con los datos procesados.

El capítulo IV presenta los resultados. Para ello, en ese sentido se realiza un análisis de los datos obtenidos. Estos datos se presentan en base al trabajo de campo, al diagnóstico y los cambios efectuados en el sostenimiento. Además, se evalúan los costos con la nueva propuesta del sostenimiento de las labores. Finalmente, se elaboran las conclusiones y recomendaciones.

INDICE

DEDICATORIA.....	I
RECONOCIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRAC	IV
INTRODUCCIÓN	V
INDICE	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
CAPÍTULO I	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Identificación y determinación del problema	1
1.2 Delimitación de la investigación	2
1.2.1 Delimitación espacial	2
1.2.2 Delimitación temporal	2
1.3 Formulación del problema.....	2
1.3.1 Problema principal	2
1.3.2 Problemas específicos	2
1.4 Formulación de objetivos	2
1.4.1 Objetivo general.....	2
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 Justificación de la investigación.....	3

1.6	Limitación de la investigación.....	3
CAPÍTULO II		5
MARCO TEÓRICO		5
2.1	Antecedentes del estudio	5
2.2	Bases teóricas – científicas.....	6
2.3	Definición de términos básicos.....	13
2.4	Formulación de la hipótesis	15
2.4.1	Hipótesis General	15
2.4.2	Hipótesis específicas	15
2.5	Identificación de variables.....	15
2.5.1	Variables para la hipótesis general	15
2.5.2	Variables para la hipótesis específicas.....	15
2.6	Definición operacional de variables e indicadores.....	16
CAPITULO III		17
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....		17
3.1	Tipo de investigación.....	17
3.2	Métodos de investigación.....	17
3.3	Diseño de investigación	17
3.4	Población y muestra	18
3.4.1	Población	18
3.4.2	Muestra.....	18
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5.1	Técnicas	18

3.5.2 Instrumentos	18
3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	19
3.7 Tratamiento estadístico	19
3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	19
3.9 Orientación ética	20
CAPITULO IV	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1 Descripción del trabajo de campo	21
4.1.1 Método de explotación	21
4.1.2 Diseño de sostenimiento para el control de estabilidad.....	33
4.1.3 Influencia del precio del zinc en los costos.....	40
4.1.4 Diseño del sostenimiento para el control de la estabilidad.....	42
4.1.5 Costos de sostenimiento	51
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados	69
4.2.1 Actividades realizadas:	69
4.2.2 Análisis de resultados.....	69
4.3 Prueba de Hipótesis	70
4.4 Discusión de Resultados	70
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1. Accesibilidad	7
Tabla 2. Operacionalizacion de las variables	16
Tabla 3. Dimensiones y características mecánicas	35
Tabla 4. Diseño de mezcla de Schotcrete U.E.A. Berlín	40
Tabla 5. Precio del zinc, meses de octubre, noviembre, diciembre 2020	41
Tabla 6. Precio del zinc: mese: febrero, marzo, abril.....	42
Tabla 7. Especificaciones técnicas del vehículo.....	44
Tabla 8. Medidas de la carrocería baranda.....	44
Tabla 9. Dimensiones de perfiles y planchas de acero	47
Tabla 10. Precio Unitario con camión empernador.....	52
Tabla 11. Precio unitario con Equipo Bolter.....	59
Tabla 12, Costo de sostenimiento del mes de octubre 2020.....	66
Tabla 13. Costo de sostenimiento de noviembre 2020	67
Tabla 14, Costo de sostenimiento de diciembre del 2020	68

ÍNDICE DE FIGURAS

figura N° 1. Ubicación de la mina	7
figura N° 2. Unidad Palca	8
figura N° 3. Sostenimiento pasivo, malla, cimbras, cintas metálicas	9
figura N° 4. Sostenimiento pasivo, shotcrete, cuadros de madera.....	9
figura N° 5. Sostenimiento activo, pernos con resina	10
figura N° 6 Sostenimiento activo, pernos, cables	10
figura N° 7. Elementos de un perno	12
figura N° 8. Clasificación de los pernos de anclaje.....	13
figura N° 9. Secuencia de minado mina Palca.....	22
figura N° 10. Perforación de taladros de sostenimiento	22
figura N° 11. Inyección de pernos con lechada de cemento	23
figura N° 12. Perforación avance de subnivel	23
figura N° 13. Carguío y voladura	24
figura N° 14. Desate de rocas sueltas para limpieza.....	24
figura N° 15. Limpieza de mineral.....	25
figura N° 16. Relleno de subnivel	25
figura N° 17. Inicio de nuevo corte	26
figura N° 18. Operaciones unitarias	26
figura N° 19. Vista de la perforación del frente.....	29
figura N° 20. Sistema de ventilación	32
figura N° 21. Limpieza y acarreo	33
figura N° 22. Equipo para perforación de taladros de sostenimiento.....	34
figura N° 23. Equipo para sostenimiento	35
figura N° 24. Pernos helicoidales	36
figura N° 25. Perforación con Jumbo Electro Hidráulico.....	37
figura N° 26. Adaptación de bomba de cemento en la camioneta	37

figura N° 27. Perno instalado.....	38
figura N° 28. Malla electro soldada instalada en Berlín	39
figura N° 29. Sostenimiento con Schotcrete vía húmeda U.E.A. Berlín....	39
figura N° 30. Cotización del zinc 2019 – 2020.....	40
figura N° 31. Cotización del zinc durante 2020.....	41
figura N° 32. Vista del chasis del vehículo	43
figura N° 33. Dimensiones globales de la carrocería baranda	45
figura N° 34. Vista de la carrocería en construcción.....	46
figura N° 35. Resultados de esfuerzos en estructura de la carrocería	49
figura N° 36. Desplazamiento en la estructura de la carrocería	49
figura N° 37. Vista de la carrocería instalada en el vehículo de placa	50
figura N° 38. Vista frontal, la plataforma de protección de la cabina.....	50
figura N° 39. Vista lateral del vehículo con su carrocería baranda	51

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y determinación del problema

Producido la crisis mundial debido a la pandemia CORONA VIRUS COVID-19 el sector minero se vio afectado en gran medida especialmente Estados Unidos, Canadá, Sudáfrica, Australia, Chile, etc. Países que han tenido que paralizar en un 30 %, 50% sus actividades aplicando cuarentena parcial, total lo que condujo a una producción reducida de los metales, de su precio y una baja cotización.

En el Perú la situación fue similar reduciéndose la producción en un 30% viéndose afectada muchas empresas obreras, tanto por la baja cotización de los metales, costos de producción, etc. Así nos menciona

La minería metálica mostró una caída de -47.26% durante abril del 2020. Esto se debe al decrecimiento de los niveles de producción de los principales minerales extraídos, entre los que destacan el cobre (-34.72%), oro (-53.50%), zinc (-86.33%), plomo (-84.13%), plata (-73.59%) y Molibdeno (-10.73). En el caso del hierro y estaño la caída fue del 100%. **(CooperAccion, 2020, pág. 3)**

Teniendo este panorama, La Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca, productor de zinc, ante la baja del precio del zinc, costo de producción y para continuar con sus operaciones y adecuarse al precio actual del zinc, el cual se va visto afectado por la pandemia del coronavirus ha decidido realizar la reducción de costos en sus

operaciones mineras y así poder seguir operando. optando por reducir los costos en el sostenimiento de sus labores mineras específicamente en el empernado de las rocas, para el cual se opta por cambiar el equipo de sostenimiento BOLTEC S por un equipo hibrido que inyecta cemento mediante una bomba y colocación de perno manualmente. este es el tema que convoca mi investigación.

1.2 Delimitación de la investigación

1.2.1 Delimitación espacial

Para esta investigación la delimitación espacial se restringe al yacimiento PALCA, PROPIEDAD DE CÍA. MINERA SANTA LUISA.

1.2.2 Delimitación temporal

Este trabajo durara entre el mes de julio hasta diciembre del 2020.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema principal

¿Cómo se puede reducir los costos de sostenimiento de las labores para adecuarse a los precios actuales del zinc y poder continuar con las operaciones en la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”?

1.3.2 Problemas específicos

- a. ¿De qué manera podemos mejorar el sostenimiento para reducir los costos y poder continuar con las operaciones en la Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca?
- b. ¿Cómo influirá el mejoramiento del sostenimiento en la reducción de los costos en la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”?

1.4 Formulación de objetivos

1.4.1 Objetivo general

Reducir los costos del sostenimiento para adecuarse a los precios actuales del zinc y poder continuar con las operaciones en la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”.

1.4.2 Objetivos específicos

- a. Mejorar el sostenimiento para reducir los costos y poder continuar con las operaciones en la Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca
- b. Determinar si el mejoramiento del sostenimiento influye para reducir los costos en la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”.

1.5 Justificación de la investigación

Nuestro proyecto está plenamente justificado debido a la situación que este año 2020 está sucediendo donde las empresas están enfrentando diversos problemas, y uno de ellos es la delicada situación económica por la que comienza a atravesarse y es este aspecto nos proponemos investigar, justificando por las siguientes razones:

En el aspecto técnico profesional ayudara a buscar soluciones técnicas para reducir costo del sostenimiento en el empernado de las rocas, para el cual se opta por cambiar el equipo de sostenimiento BOLTEC S por un equipo hibrido que inyecta cemento mediante una bomba y colocación de perno manualmente.

En el aspecto económico ayudara a reducir costo de las operaciones (sostenimiento) y así soportar las bajas cotizaciones de los metales especialmente del zinc.

En lo social ayudara a que no se cierre la mina lo cual generara desempleo en la región.

En lo investigativo ayudara a contar con mayor conocimiento sobre sostenimiento de las rocas con pernos, conocimiento que se puede aplicar en otras minas

En lo personal me ayudara a obtener el “título profesional de ingeniero de minas”.

1.6 Limitación de la investigación

Por limitaciones que tuvimos que enfrentar durante el desarrollo de la investigación fue de índole social debido a la inmovilización por lo que se estuvo atravesando, poca movilización, cierre de bibliotecas, universidades, la no existencia

de reuniones académicas presenciales, todas ellas fueron superadas con el transcurrir del tiempo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

Vemos que hay buena información sobre trabajos de investigación aplicados en las diferentes minas del Perú referente a sostenimiento con pernos y reducción de costos así tenemos:

En la tesis de **(GUILERMO, 2019)**, se analiza los costos que significa usar pernos hidrabolt y mallas electro soldadas en reemplazo de la madera y puntales dado a que los costos con estos últimos elementos son altos y no permiten seguir construyendo la rampa San Vicente cuya longitud proyectada es de 345 m. con el fin de reducir los costos hizo una evaluación de los costos al usar madera y puntales, que llego a costar 45.76 \$/m² y luego evaluó los costos al usar pernos hidrabolt llegando a costar 42.18 \$/m², obteniendo un ahorro de 3.58 \$/m² y la factibilidad de reemplazar la madera por los pernos hidrabolt.

De igual manera en su tesis de **(QUISPE, 2018)** realiza una evaluación del sostenimiento de “La Mina Chalhuane, de la Empresa minera Soledad S.A.C. evaluando el uso de la madera con respecto a los pernos helicoidales con la finalidad de obtener menores costos”, al evaluar geomecánicamente el macizo rocoso y realizar la respectiva evaluación de los costos al usar madera y al usar pernos helicoidales llegando a la conclusión que el costo con madera es de 22.35 \$/tm y con pernos

helicoidales es de 20.07 \$/tm, concluyendo que es factible el reemplazo de la madera por los pernos helicoidales

En la tesis de **(ALVA, 2019)** sobre la optimización de los pernos hidrabolt y split set en la Empresa Minera Marza zona Valeria su investigación lo realizó en base al control de calidad de dichos pernos debido a los altos costos que se reportaban en todo el proceso del sostenimiento logrando detectar problemas que redundaban en costos así tenemos pernos mal instalados, y no cumplían el nivel de calidad; después de hacer las correcciones respectivas se logró controlar estos problemas y disminuir los costos.

La tesis de **(PAREDES, 2019)** trata sobre “reducción de costos mediante el uso del equipo small bolter equipo empernador”, realizando una comparación de costos con el uso y sin el uso de dicho equipo llegando a las siguientes conclusiones: costo de sostenimiento sin equipo, costo mensual 126,513.8 \$/mes, costo con equipo 124,831.4 \$/mes contando con un ahorro de 1682.4 \$/mes, en cuanto al empernado su rendimiento en la instalación de los pernos subió de 3248 pernos/mes a 3360 pernos/mes cuando se usó el equipo, de igual manera se incrementó en número de mallas colocadas; consiguiendo optimizar y reducir costos.

2.2 Bases teóricas – científicas

Compañía Minera

Esta investigación se ha realizado en la unidad “PALCA”. Este proyecto está ubicado en territorio de la localidad de Sallcca.

La ubicación geográfica de esta localidad está determinada por el flanco Oeste de la cordillera del Huayhuash. Exactamente, se ubica en la provincia de Bolognesi, y en el departamento de Ancash. Además, su ubicación UTM se encuentra entre las coordenadas 8°870,249.380N y 285,497.220E. La localidad de Sallcca presenta una altura sobre el nivel del mar entre 3,800 a 5,000 metros m.s.n.m. **(Toledo, 2017, p.11)**

Accesibilidad

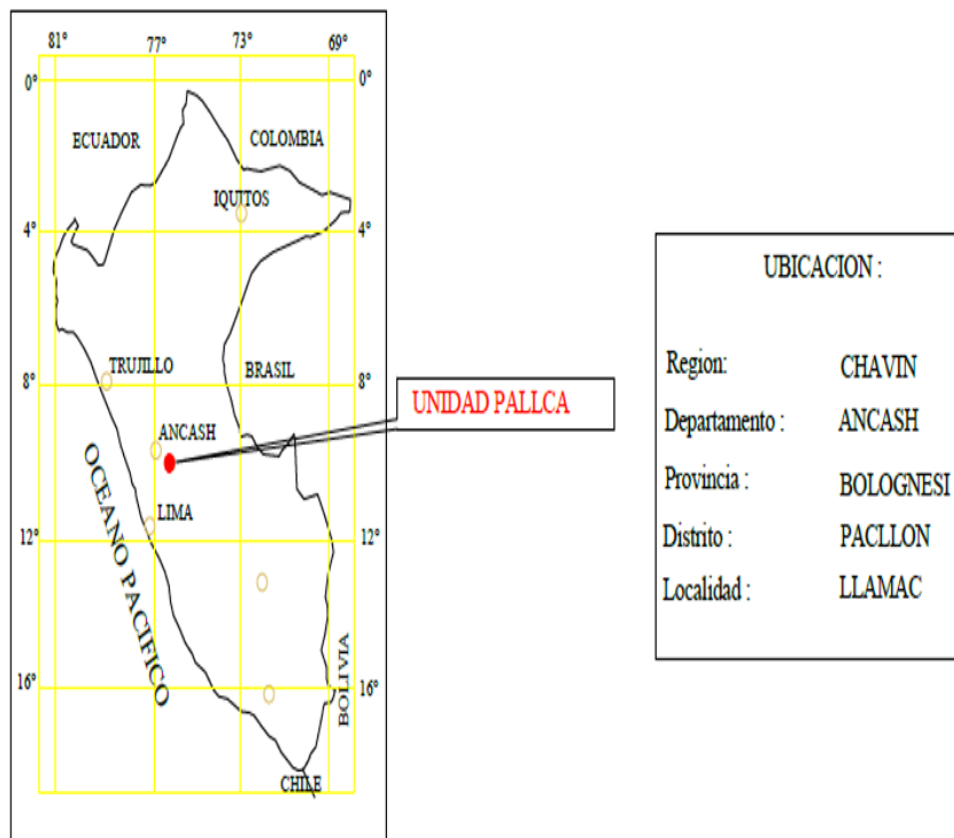
El acceso a las oficinas del campamento desde la ciudad de Lima a la unidad

de producción Palca se efectúa por vía terrestre de acuerdo al itinerario siguiente, Desde las oficinas del campamento a las instalaciones de la mina es de 5 Kms. (Trocha carrosable). (Toledo, 2017, p.11)

TABLA N°1. Accesibilidad

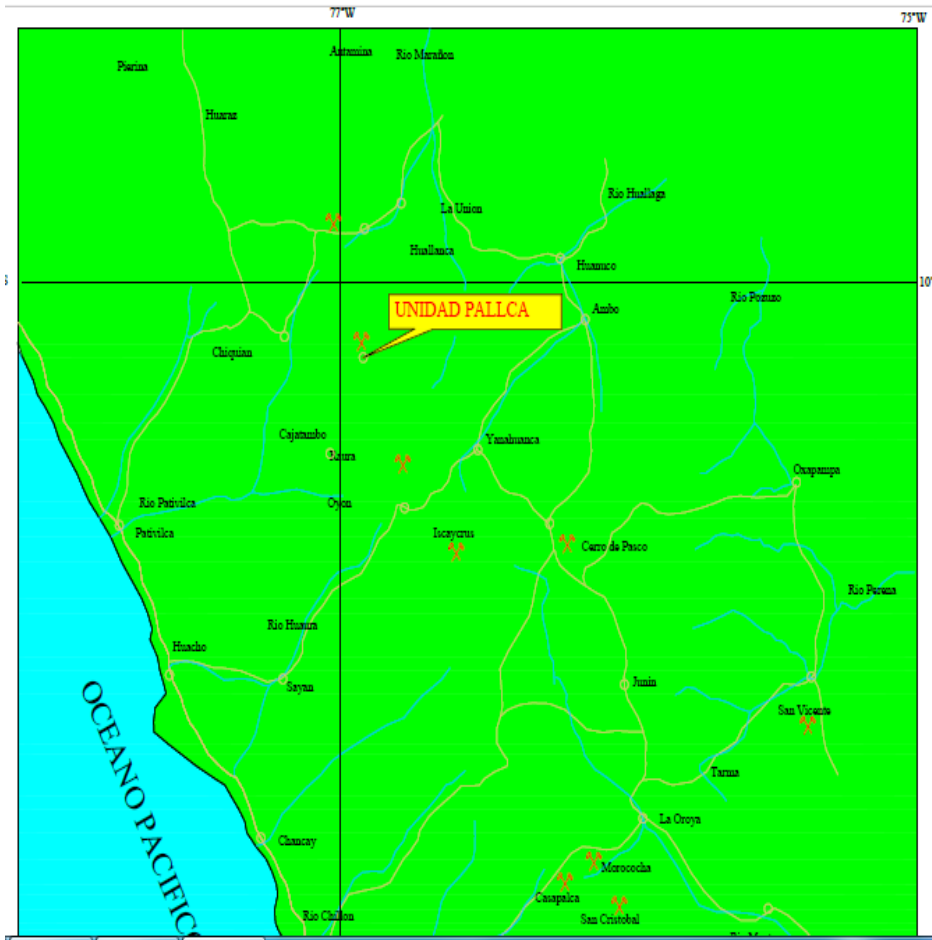
TRAMO	Dist. Km.	Tipo de vía
Lima-Pativilca- Conocochoa- Huanzala- Pallca.	496	asfaltado
Lima –Pativilca-Pachacoto-Huanzala – Pallca.	530	asfaltado- Afirmado
Lima –Huánuco- La Unión- Huallanca – Pallca.	590	asfaltado

figura N° 1. Ubicación de la mina



Fuente: Elaboración propia

figura N° 2. Unidad Palca



Fuente: Elaboración propia

Estabilidad de labores mineras. Comúnmente denominado sostenimiento de labores está referido a una etapa del proceso unitario dentro de la explotación de una labor minera, mediante la cual se busca controlar, estabilizar, los desequilibrios que pueden surgir en el macizo rocoso, evitando así el desprendimiento de la roca, entre otros conceptos que nos ayudan a definir con mayor precisión tenemos, Osinergmin (2016) señala “El sostenimiento en excavaciones subterráneas tiene la finalidad de asegurar, controlar y mantener la estabilidad de éstas, a fin de proporcionar condiciones seguras de trabajo y brindar acceso a las labores subterráneas” (Osinergmin, 2017, p.43).

Clases de sostenimiento. Encontramos dos clases de sostenimiento el sostenimiento pasivo y el activo en función a su desempeño con la roca.

Sostenimiento pasivo “donde los elementos de sostenimiento son externos a la roca y dependen del movimiento interno de la roca que está en contacto con el perímetro excavado” (Osinergmin, 2017)

figura N° 3. Sostenimiento pasivo, malla, cimbras, cintas metálicas

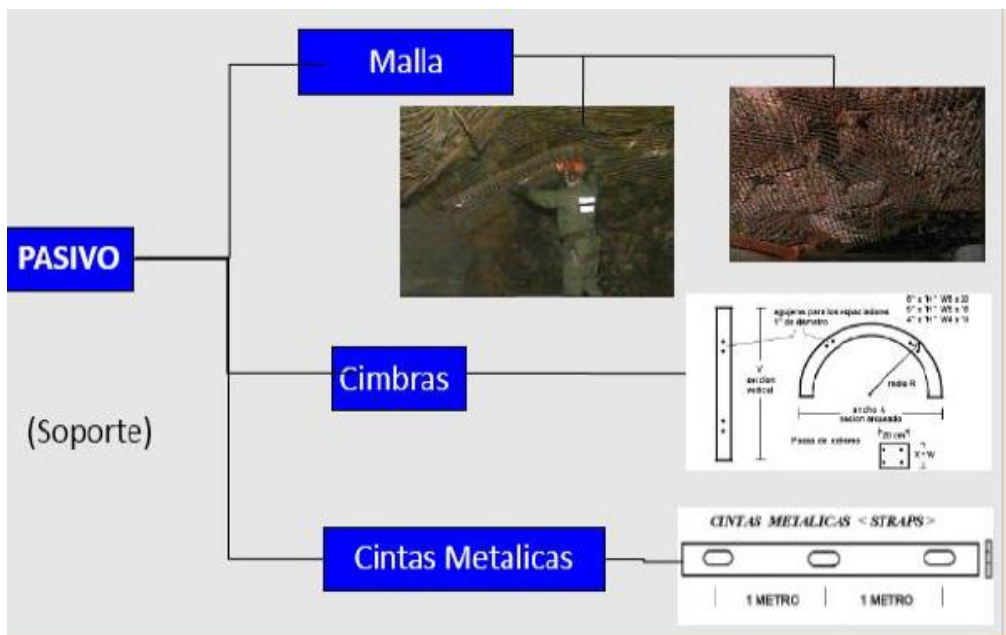
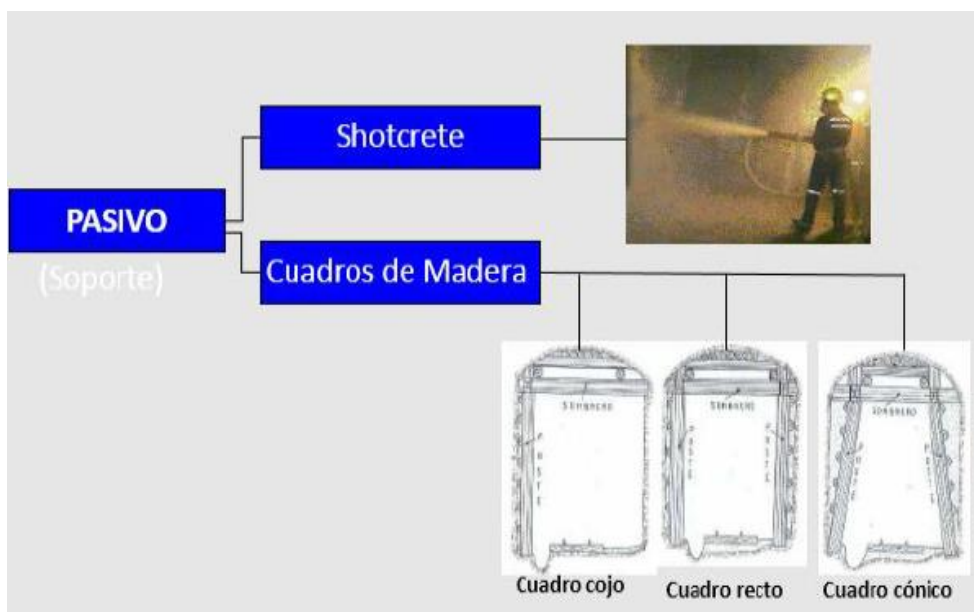


figura N° 4. Sostenimiento pasivo, shotcrete, cuadros de madera



Sostenimiento activo: “viene a ser el refuerzo de la roca donde los elementos de sostenimiento son una parte integral de la masa rocosa”. (Osinergmin, 2017)

figura N° 5. Sostenimiento activo, pernos con resina

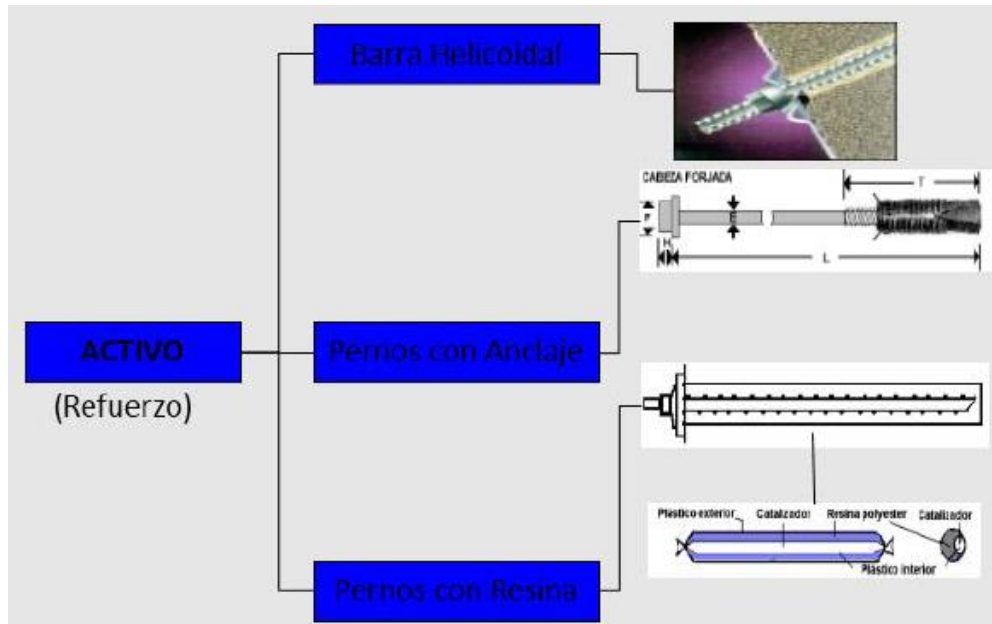
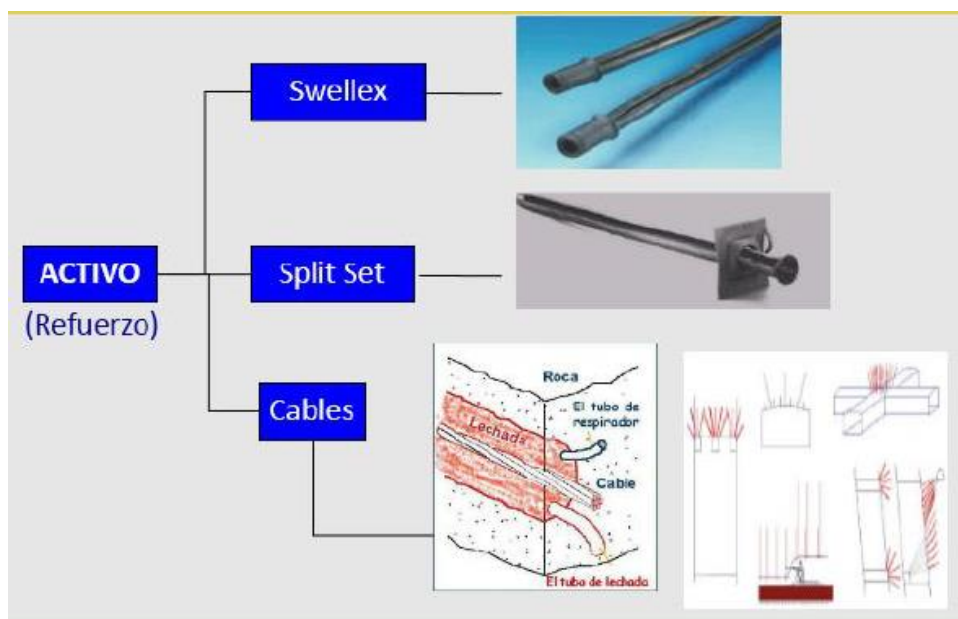


figura N° 6 Sostenimiento activo, pernos, cables



Tipos de sostenimiento. En minería subterránea hay una gran variedad de tipos de sostenimiento, generalmente se usan al mismo tiempo varios de ellos, tenemos.

Pernos de anclaje.

Cables de acero.

Revestimiento de concreto.

Concreto lanzado (simple o reforzado con fibra).

Puntales de madera.

Paquetes de madera (Wood pack).

Cuadros de madera con encribado de madera.

Cimbras metálicas.

Cimbras cedentes.

Gatas hidráulicas.

Malla metálica eslabonada y electrosoldada.

Relleno (simple o cementado).

Pernos autoperforantes con relleno cementado (para rocas blandas)

Elementos de pre soporte (micropilotes y spilling bars). (**Osinergmin, 2017**, p,p 94,95)

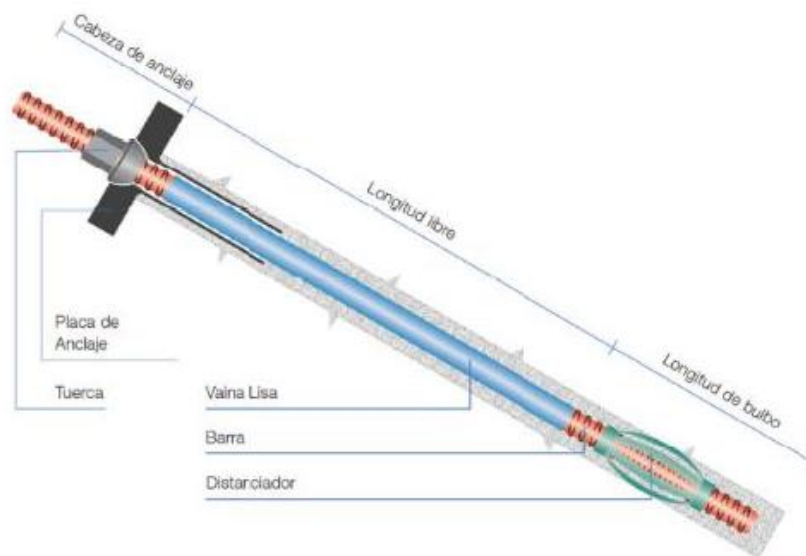
Pernos de anclaje. “Un conjunto de elementos destinados a fijar algo firmemente a un suelo” (**Real Academia Española**)

Elementos del perno. En un perno podemos distinguir los siguientes elementos

1	un elemento metálico
2	material de relleno o aglutinante, usualmente lechada o resina,
3	tubos o mangueras
4	cabezal del anclaje,
5	platinas metálicas, tuercas y arandelas
6	cuñas expansivas, propias de anclajes expansivos.
7	fijadores o centradores, recubrimientos lisos y elementos de traslapo

(MarcadorDePosición1) (SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA PETROLEO Y ENERGIA, 2004, pág. 105)

figura N° 7. Elementos de un perno



Tipos de anclaje

En general los sistemas de anclajes se dividen en dos grupos activos y pasivos.

El anclaje activo Es un elemento pre tensionado poco tiempo

después de su instalación a un porcentaje entre el 50 y 90 de la carga de trabajo considerada en el diseño, permitiendo que el anclaje aporte gran resistencia

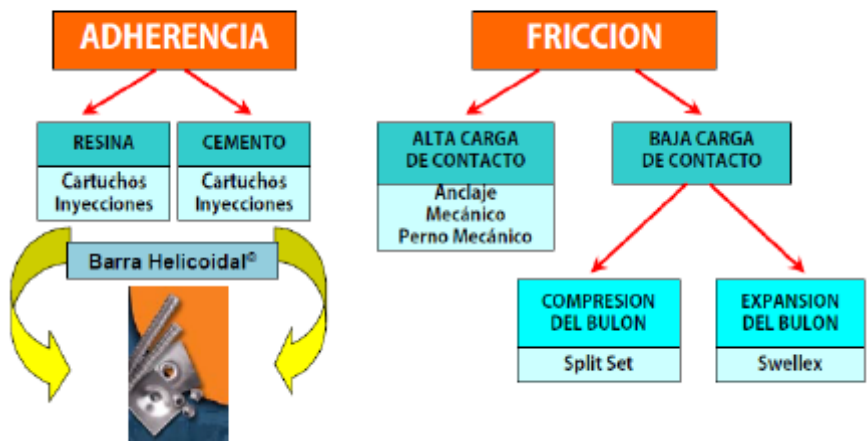
rápidamente El anclaje pasivo No se tensiona luego de su instalación,

permitiendo movimientos en el material circundante inestable hasta lograr el tensionamiento previsto durante el diseño Anclaje mixto anclaje mixto debido a que son pre tensionados a un bajo porcentaje, permitiendo deformaciones hasta lograr el tensionamiento de diseño

Según el tiempo de vida útil de los anclajes Suelen diferenciarse entre temporales, semi permanentes y permanentes Los anclajes temporales Tendrían una vida útil menor a 6 meses, donde no es requerido el monitoreo debido a que se asume que no ha iniciado un serio proceso corrosivo Los anclajes semi permanentes Tendrían vida útil entre 6 y 18 meses, requiriendo de monitoreo; Los anclajes permanentes Con tiempos mayores a 18 meses requieren de protección ante la corrosión y de monitoreo **(SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA PETROLEO Y ENERGIA, 2004, pág. 104)**

figura N° 8. Clasificación de los pernos de anclaje

Clasificación de los Pernos de Anclaje – Elementos por Refuerzo



2.3 Definición de términos básicos

Los conceptos más usados en la presente investigación y que tendremos en cuenta fueron recogidos del “Manual de Geomecánica aplicada a la prevención de accidentes por caída de rocas en minería subterránea”. **(Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía, 2004)**

Entre los conceptos principales tenemos:

Anclaje mecánico

“Es el anclaje proporcionado por la resistencia friccional al deslizamiento, la cual es generada por una fuerza radial contra las paredes del taladro en la longitud” **(SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA PETROLEO Y ENERGIA, 2004, pág. 216).**

Desatado

“Es el proceso de utilizar una barretilla de desatado, para palanquear y hacer caer la roca aflojada desde el techo, frente y paredes de una excavación. completa del perno. El split set y el swellex anclan por fricción”. **(SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA PETROLEO Y ENERGIA, 2004, pág. 216).**

Macizo rocoso

“Es el medio in-situ que contiene diferentes tipos de discontinuidades como diaclasas, estratos, fallas y otros rasgos estructurales”. **(SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA PETROLEO Y ENERGIA, 2004, pág. 216).**

Prueba de arranque

Utilizada para conocer si el perno de roca está instalado correctamente. Denominado también ensayo de jalado que tiene por finalidad medir la capacidad de anclaje de un perno de roca (carga de rotura y desplazamiento), utilizando un sistema de gata hidráulica. **(SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA PETROLEO Y ENERGIA, 2004, pág. 216).**

Tiempo de auto sostenimiento

“Es el tiempo que la excavación rocosa puede permanecer abierta auto sosteniéndose, dependiendo del tipo de roca”. **(SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA PETROLEO Y ENERGIA, 2004, pág. 216).**

Geomecánica

Es el área que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la Tierra. Se investigan el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades y diseñar las cimentaciones. **(ALVA, 2019, pág. 35)**

2.4 Formulación de la hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

Al reducir los costos de sostenimiento de las labores podremos adecuarnos a los precios actuales del zinc y así podrá continuar con sus operaciones la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”.

2.4.2 Hipótesis específicas

- a. Al mejorar el sostenimiento de las labores y reducir los costos, podrá continuar con sus operaciones la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”.
- b. El mejoramiento del sostenimiento influirá para la reducir los costos para la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”.

2.5 Identificación de variables

2.5.1 Variables para la hipótesis general

- **Variable independiente**
Costo de sostenimiento
- **Variable dependiente**
Continuación de operaciones

2.5.2 Variables para la hipótesis específicas

Para la hipótesis a.

Variable independiente

- ✓ Mejoramiento del sostenimiento
- ✓ Variable dependiente
- ✓ Continuación de operaciones

Para la hipótesis específica b.

Variable independiente

- ✓ Mejoramiento de sostenimiento
- ✓ Variable dependiente
- ✓ Reducción de costos

2.6 Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 2. Operacionalización de las variables

Tipo de variable	Indicadores	Unidad de medición
Variable Independiente: -costo de sostenimiento. -mejoramiento del sostenimiento	sostenimiento	N de pernos
	costo	\$
	Pernos colocados	N/g
	Costo de perno coloc.	\$/perno colocado
	Taladros perforados	N de taladros perf.
Variable Dependiente -continuación de operaciones - reducción de costos	Costo de sostenimiento	\$
	Costo/tn	\$/tn
	Costo/g	\$/g
	Costo/perno	\$/perno

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación que mejor se ajusta a nuestra investigación es el aplicativo, nivel experimental. Debido a que responde al objetivo e hipótesis planteada.

3.2 Métodos de investigación

Partiendo de que en el trabajo científico existen una gran variedad de métodos de acuerdo al enfoque que se le dé al tema a investigar, para nuestra investigación haremos uso del método inductivo deductivo debido a que de las diferentes actividades que haremos en la investigación deduciremos resultados que muestran las mejoras del sostenimiento y ayuden a bajar los costos

Como nuestra investigación es cuantitativa nos apoyaremos en **(BERNAL, 2010)** que dice: “en la investigación con énfasis cuantitativo considerada como método tradicional o general (denominación recibida por su uso) y cuyo énfasis es la medición y la generalización de resultados” (p.72)

3.3 Diseño de investigación

Debido a que este trabajo es de carácter aplicado y experimental donde verificaremos nuestra hipótesis, se hará uso del diseño experimental como lo señala **(BERNAL, 2010)** “Se habla de diseños cuando está haciéndose referencia a la investigación experimental, que consiste en demostrar que la modificación de una

variable (independiente) ocasiona un cambio predecible en otra (variable dependiente).” (p. 145), nuestro diseño contará con un solo grupo de experimentación, la medición se realizará después del experimento, su diseño es:



G = Grupo de estudio, tajeo

X = Tratamiento (variable independiente), sostenimiento con pernos

O = medición de resultados (variable dependiente), costos

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Nuestro grupo poblacional lo conforman todas las labores de sostenimiento con pernos que se realizan en la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”.

3.4.2 Muestra

Nuestro grupo muestral lo conforman las labores como galeritas, frentes, cruceros, donde se realizará el experimento del sostenimiento con pernos

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas

Se utilizarán las siguientes:

- **Análisis Documental**
- Observación
- **Técnica de sostenimiento con pernos**

3.5.2 Instrumentos

Entre los principales tenemos:

Principales Instrumentos
Guía de entrevista
Guía de Análisis Documental
Guía de Observación
Técnicas de procesamiento y análisis de datos
Notas de campo
Fotografías
Archivos

3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En el desarrollo de nuestra tesis se tuvo dos momentos el primero trabajo de campo y el segundo trabajo de gabinete.

En el trabajo de campo se recurrió a las fuentes primarias y a la secundaria; las fuentes primarias lo constituyeron los siguientes elementos: personas, labores de trabajo, el proceso de sostenimiento, equipos, maquinas, herramientas; las fuentes secundarias las que nos proporcionaron información sobre el tema de investigación fueron: libros, revistas documentos escritos.

3.7 Tratamiento estadístico

No se hará uso del análisis estadístico debido a que los datos obtenidos no lo requieren.

3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La selección de los datos con lo que se realizó el presente trabajo de investigación, fue la base de datos en gabinete del software solidwork para los resultados de los esfuerzos en la estructura de la carrocería, y los costos realizados

por mes para poder comparar el uso del camión y bolter . En caso de los datos en campo de las pruebas de pull test, se realizaron durante todo el 2020, fueron para verificar la trabajabilidad en TN, y así corroborar la continuidad de las labores en la unidad minera.

3.9 Orientación ética

En cuanto a las orientaciones éticas que se debe tener presente debo decir que se ha respetado los principios éticos que se deben conservar al realizar la investigación respetando los derechos de la empresa de las personas y de la sociedad, sin faltar a la verdad.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Método de explotación

El Método de Explotación del yacimiento de la Mina Palca es de “Corte y Relleno Ascendente Mecanizado con perforación Horizontal” (Breasting). El relleno es detrítico proveniente de las canchas de desmonte anteriormente acumuladas en superficie y también de las labores de preparación, como rampas auxiliares, galerías, cruceros, entre otros.

La Explotación en los tajos es completamente Mecanizada, con Jumbos Electro hidráulicos, Scoops, maquina shotcretera (Aliva), empernadora y Anfo Truck.

Se prepara una rampa basculante es forma espiral, del cual se hacen accesos con una longitud promedio de 50 metros el cual permite realizar 5 cortes a la estructura mineralizada.

figura N° 9. Secuencia de minado mina Palca

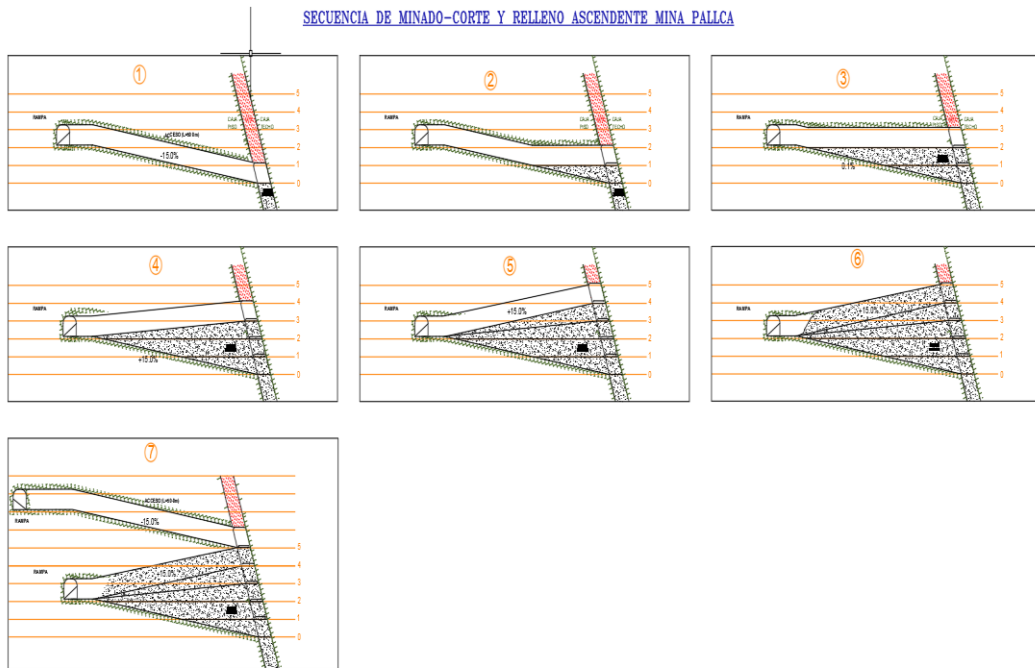


figura N° 10. Perforación de taladros de sostenimiento

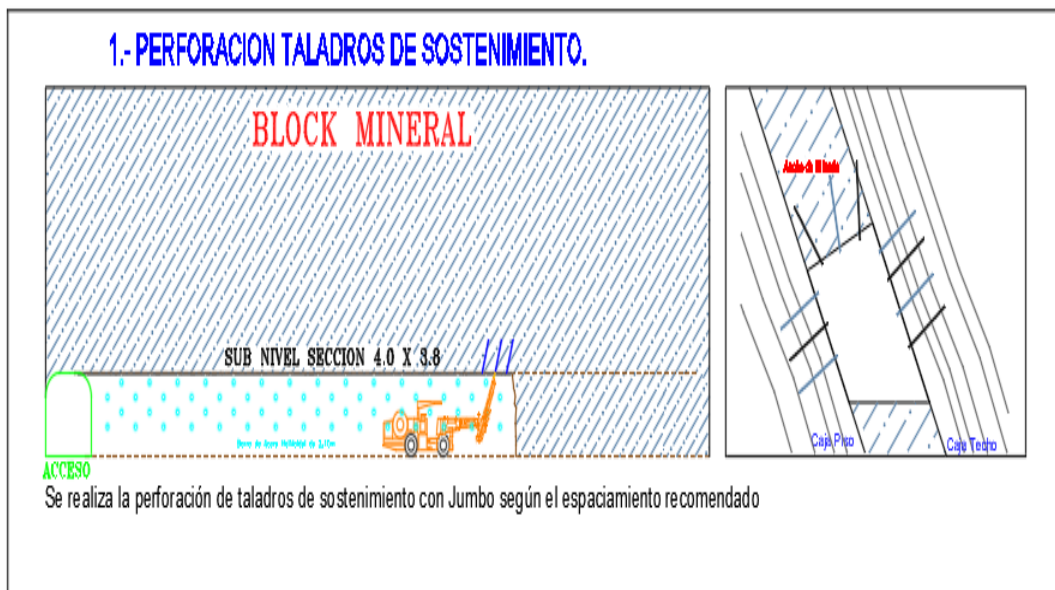


figura N° 11. Inyección de pernos con lechada de cemento

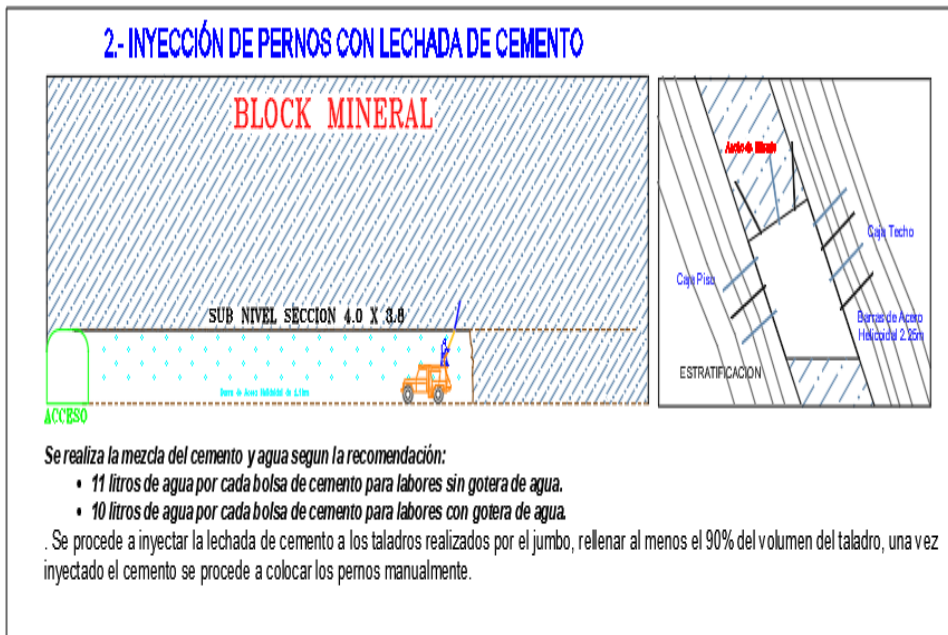


figura N° 12. Perforación avance de subnivel

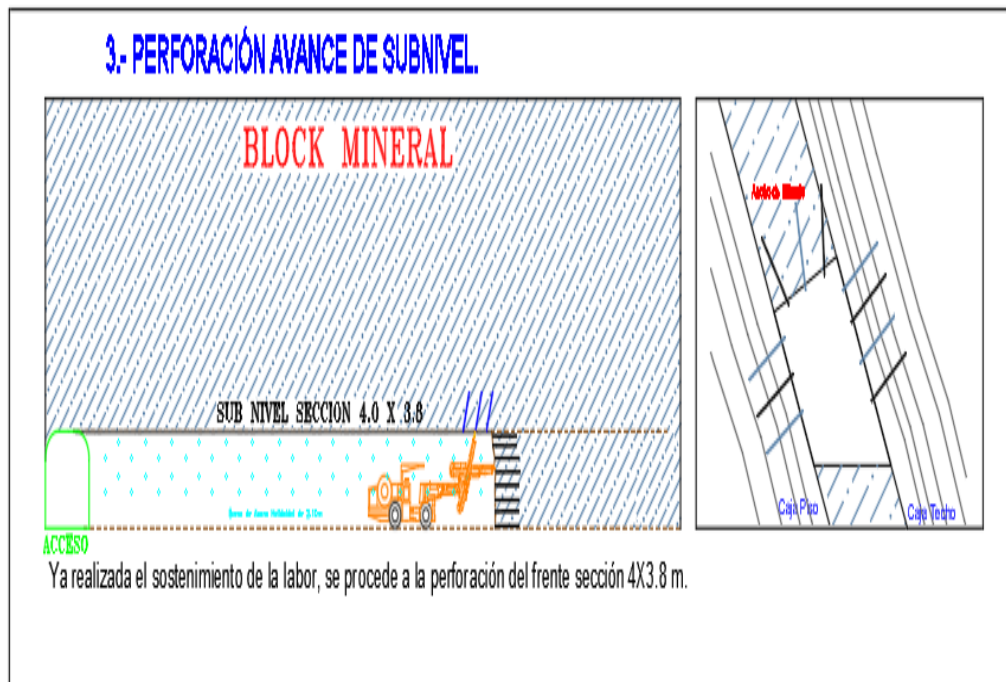


figura N° 13. Carguío y voladura

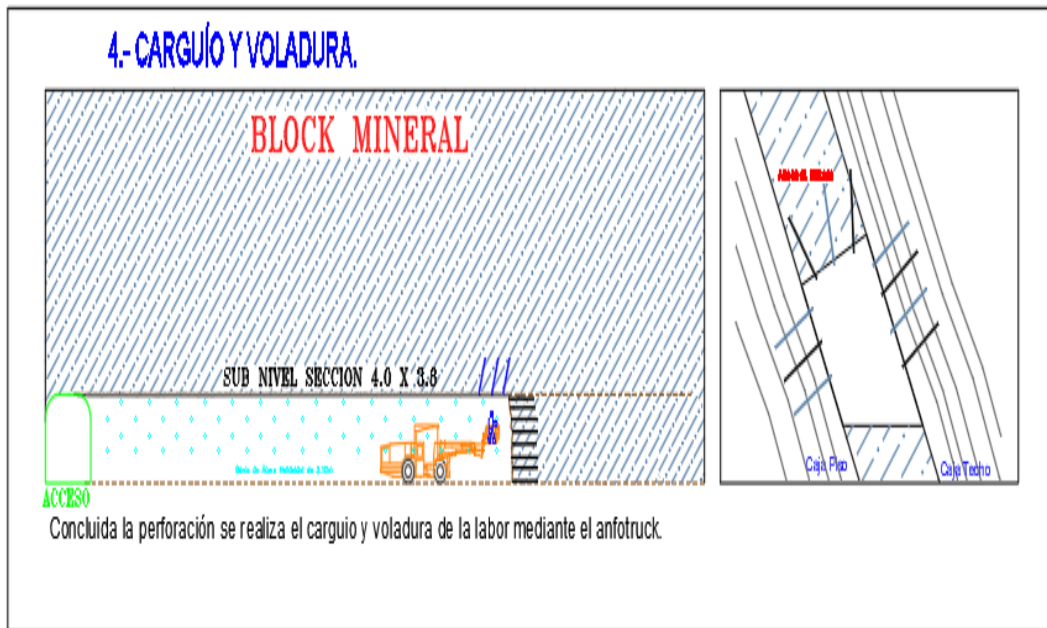


figura N° 14. Desate de rocas sueltas para limpieza

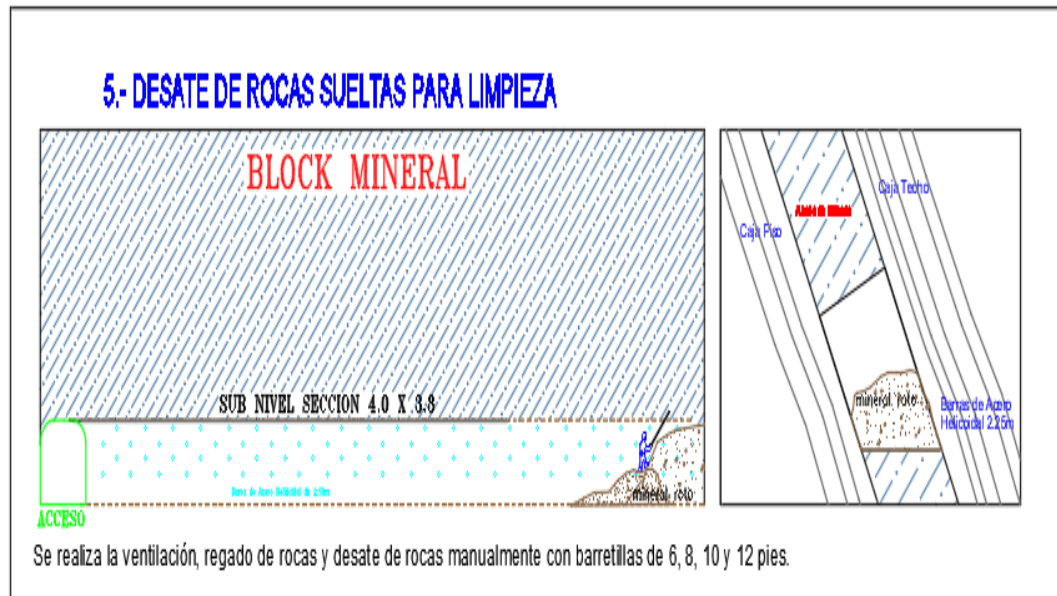


figura N° 15. Limpieza de mineral

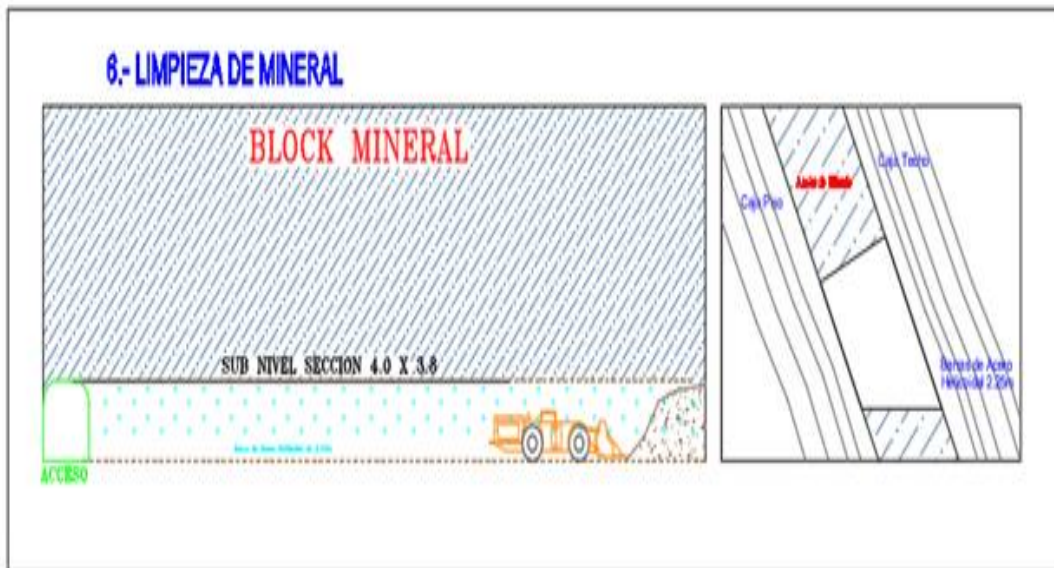


figura N° 16. Relleno de subnivel

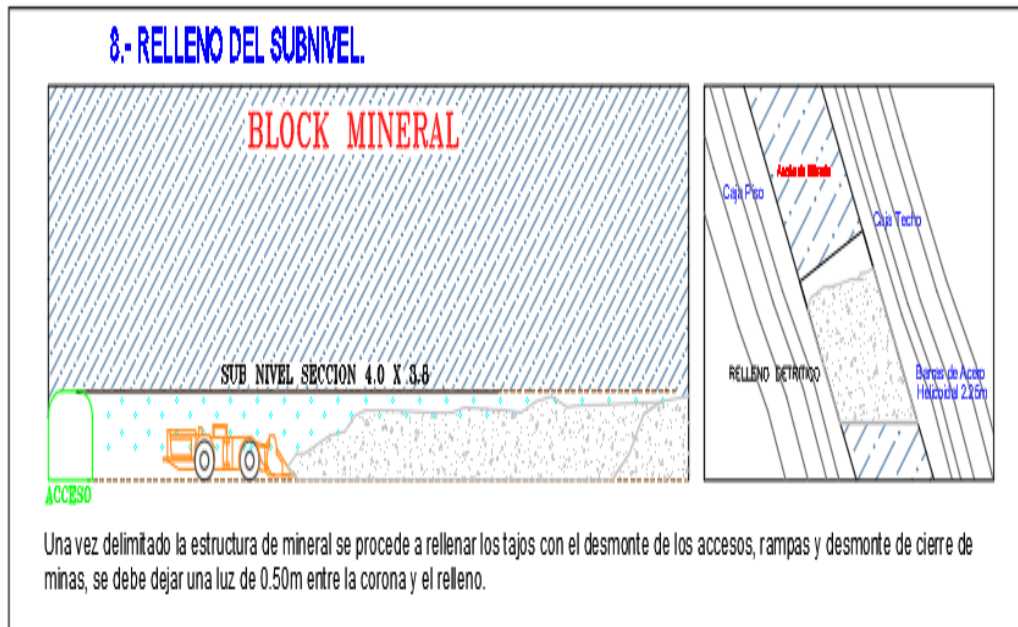
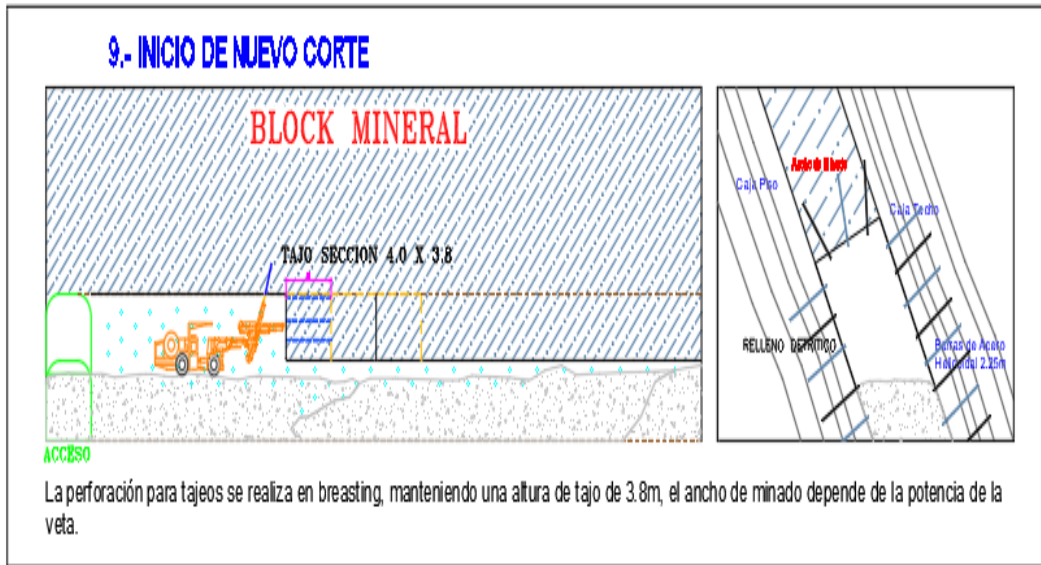


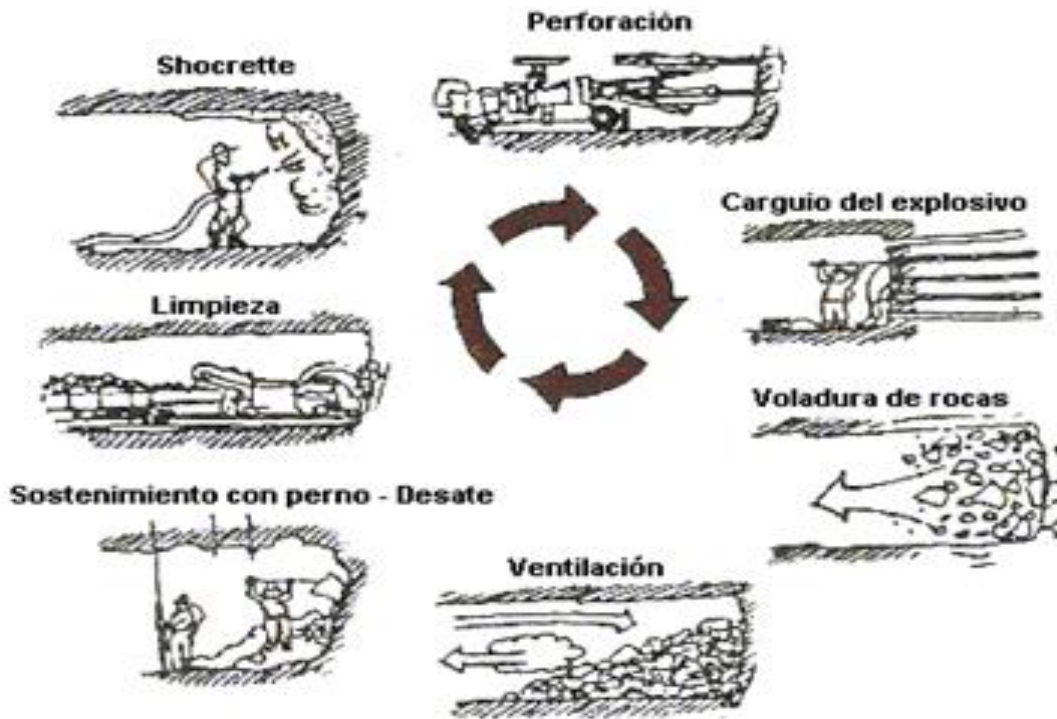
figura N° 17. Inicio de nuevo corte



SE REPITEN LOS PASOS DEL 1 AL 8 HASTA DELIMITAR LA ESTRUCTURA DE MINERAL.

OPERACIONES UNITARIAS

figura N° 18. Operaciones unitarias



PERFORACIÓN

De los elementos del ciclo de minado es uno de los más importantes. Por ello, “la operación unitaria debe iniciarse con los jumbos, con una longitud de barra de 14 pulgadas” y con un diámetro de 45 y 51mm. De esta operación se obtiene un avance de 95%, y para el sostenimiento se realiza la perforación con el Jumbo con longitudes de taladro de 2.10 m ($\varnothing=38\text{mm}$).

PERFORACIÓN EN BREASTING.

Dependiendo de la tipología rocosa varía la malla rectangular para esta operación. El espaciamiento de la perforación es en una malla de 1.0m x 1.0m; dejando una distancia de 80cm hacia la caja techo para evitar la sobre rotura. Por otro lado, “los taladros de corona (Smooth Blasting) se perforan a cada 30cm y el carguío se realiza intercalado”. Entonces, para prevenir una sobre exigencia de la corona o su “fracturamiento” el taladro debe quedar como taladro de alivio. El burden, orientado hacia la cara libre, no debe ser mayor que 0.7m.

Las ventajas que ofrece la perforación en breasting son las siguientes:

Estabilidad del techo y de las cajas laterales
Alto control de dilución
Alto factor de seguridad

PARAMETROS DE PERFORACION

PERFORACION AVANCE 4X3.8 MTS

N° DE TALADROS	44 y 40 Cargados
LONGITUD DE BARRA	14pies
TALADRO PERFORADO	12.73pies
EFICIENCIA DE VOLADURA	0.90%

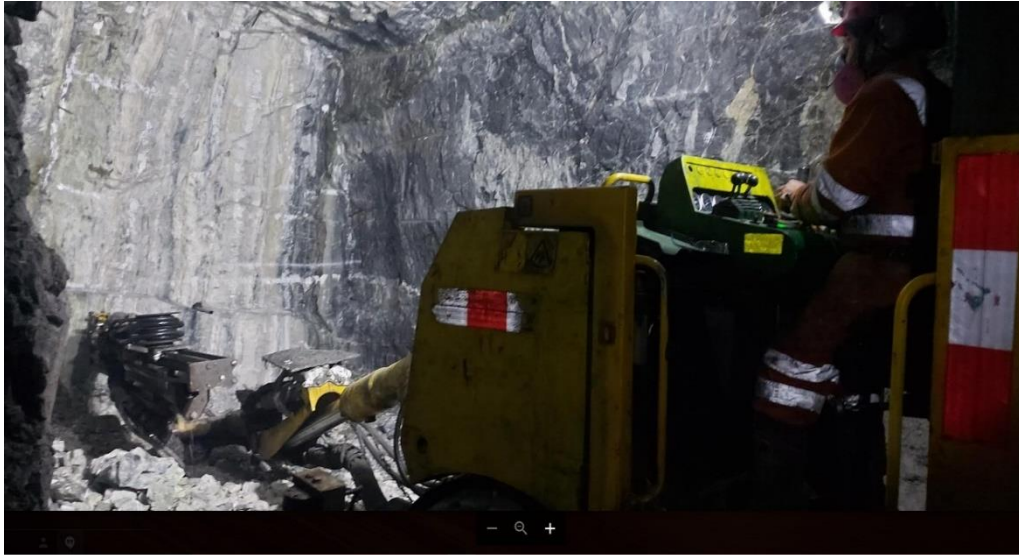
AVANCE POR DISPARO	3.30mts
TONELAJE ROTO:	130.35 ton
PIES PERFORADOS	560.00 pies
RENDIMIENTO DE SCOOP LIMPIEZA:	59.84ton/hr
M3 ROTOS	50.13m3
RENDIMIENTO JUMBO (45 MM):	60.00mt/hr
DENSIDAD DEL MATERIAL:	2.6ton/m3
RENDIMIENTO	25.00tal/ gdia
LONGITUD DE BARRA	14pies
TALADRO PERFORADO	12.73pies
PESO ESPECIFICO	3.40ton/ m3
AVANCE POR DISPARO	3.9mts
PIES PERFORADOS	318.2pies
TONELAJE ROTO:	166.19 ton
M3 ROTOS	48.88m3/ Gdia
RENDIMIEN JUMBO (45 MM):	60.00mt/ hr
DENSIDAD DEL MATERIAL:	3.4ton/ m3
ESPACIAMIENTO ENTRE TALADROS DE PRODUCCIÓN	1m
BURDEN	0.7m

PERFORACIÓN EN AVANCE

Esta “perforación en avance” se lleva a cabo mediante Jumbos Electrohidráulicos. El avance debe contar con una profundidad de 14´ y un diámetro de 45mm con 7 botones (Brocas de marca Mitsubishi). Los taladros deben estar en paralelo a la inclinación que tenga dicho avance. Las mallas de perforación y voladura para esta tarea ya están establecidas en forma de plantillas. La variación de estas

33335522 dependerá de: “el número de taladros, el tipo de roca y la sección con la que se avanza”.

figura N° 19. Vista de la perforación del frente



VOLADURA

Dentro del proceso productivo la voladura es también una operación unitaria. Para lograr resultados óptimos de esta, la perforación tiene que cumplir la totalidad de los siguientes requerimientos: “Burden, espaciamiento, paralelismo entre los taladros, limpieza y profundidad”. Así mismo, al cumplir esos criterios se consigue que el material fragmentado cumpla los siguientes parámetros:

Parámetros de Voladura
Fragmentación adecuada
Menor taco posible
Evitar tiros soplados, cortados.
Evitar la sobre rotura en la corona

Se consigue una voladura optima cuando se planea un buen diseño y se emplea los agentes y accesorios adecuado y específicos para cada tipo de labor. Con ese objetivo “se debe variar entre el breasting y el avance”. Para el caso del carguío, este se lleva a cabo con un equipo “Anfotruck” de brazo hidráulico y canastilla. Para facilitar la carga de los taladros de corona “estos deben tener una capacidad de tanque de 150 kilos de Anfo”.

AGENTE Y ACCESORIOS DE VOLADURA

Agentes como el ANFO, que es la combinación de “Nitrato de amonio + Petróleo”, o la EMULSION, que es “Emulnor 3000 de 1 1/4”x8”” son los más adecuados para labores en voladura, tajeos, realces y avances. También se puede hacer uso del fulminante FANEL, que no es eléctrico y sirve para períodos cortos en “Tajeos, realces y breasting” y en periodos largos en los avances, mechas de seguridad de 9’, cordón detonante pentacord 3p y Fulminante común N°08.

La secuencia de iniciación de los taladros de producción es en “V”, Trapecio y fila por fila. El cebo se prepara con punzón de madera, o de cobre.

VOLADURA EN LABORES

El método de carguío es tipo neumático. Comienza con una inspección para reconocer los taladros, para después limpiarlos con aire comprimido mediante soplete. Cundo ya están cargados con el cebo de “EMULSION y FANEL” se puede cargar el explosivo ANFO, seguidamente se amarran los faneles mediante el cordón detonante que se sujeta a la bolsa de Anfo cargada con rocas, se tiene que dejar una cola de 1.0 m. En este último tramo es donde se amarra la mecha lenta que dará inicio a la voladura.

DISEÑO DE VOLADURA

Para diseñar una voladura se tiene que considerar los elementos que puedan condicionar sus resultados. Entre ellos tenemos:

DISEÑO DE VOLADURA
Condiciones de la roca
Condiciones del explosivo
Condiciones de la carga
Condiciones de seguridad

Es necesario tener en cuenta que cada uno de estos elementos implica una serie de factores o parámetros que se relacionan entre ellos y de esta manera condicionan los resultados del disparo.

EVALUACIÓN DE LA VOLADURA

La eficiencia de una voladura será evaluada con los siguientes criterios:

EVALUACIÓN DE LA VOLADURA
Volumen o tonelaje de material movido
Avance del frente disparado
Grado de fragmentación del material disparado
Sobre rotura
Dispersión de fragmentos a distancia
Profundidad de tacos al frente
Costo total del disparo

HORARIOS DE DISPARO

Turno Día: 5:50 PM.

Turno Noche: 5:50AM.

VENTILACIÓN

Entre los factores que requieren mayor atención dentro de las labores mineras esta la ventilación. Su buen funcionamiento previene en problema crucial de tener un aire contaminado.

La ventilación en esta operación es buena proporción natural. Además, se usa ventiladores eléctricos entre los 30,000CFM, 40,000CFM, 54,000CFM y 60000CFM Empleando mangas de ventilación 28" y 30" con una longitud mínima a 15 metros del tope, se ubica con criterio estratégico para permitir un nivel aceptable de aire fresco.

figura N° 20. Sistema de ventilación



LIMPIEZA

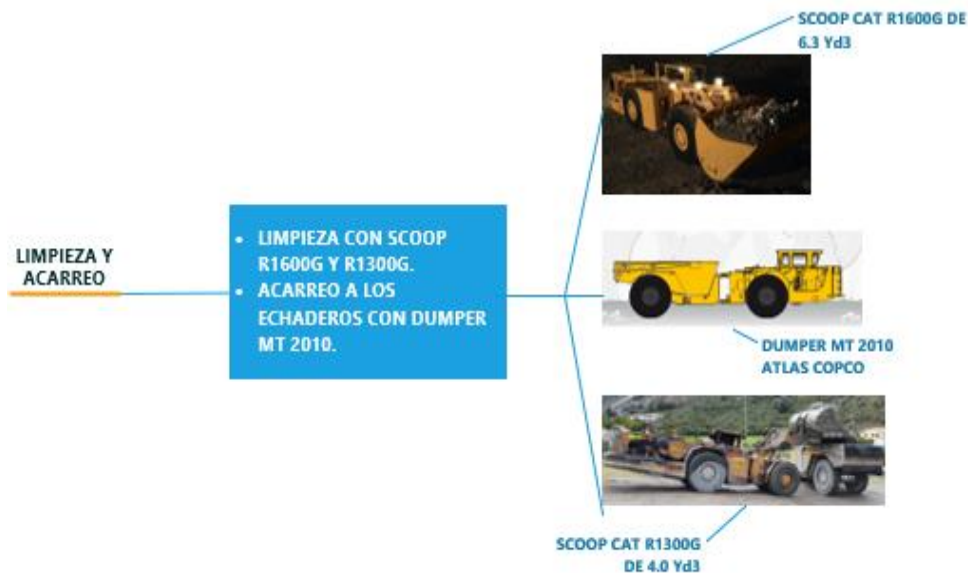
Para la limpiar y acarrear el mineral de los tajeos se utilizan Scooptrams Diesel.

Contamos con 3 Scoops CAT de diferentes capacidades. De esta forma el mineral es trasladado en dirección de las rampas principales donde se encuentran ubicados los Ore Pass más cercanos. El material estéril producido en los avances es destinado a las labores de relleno.

En esta etapa se puede remediar o controlar al macizo rocoso si presentara alguna inestabilidad. Es por ello que las labores de sostenimiento garantizan una labor segura. En concordancia con las normas de Seguridad en labores mineras. En la Mina Palca estas labores son parte fundamental de nuestra operación, es por ello que se tiene como regla de operatividad: "metro avanzado metro sostenido". Con este fin se emplean Barras Helicoidales de 2.10 mts de 19mm de diámetro, Shotcrete Mínimo 2" de espesor; Malla electro soldada de cocada de 8".

Por supuesto, se puede hacer una combinación específica de estos elementos para que respondan con mayor eficiencia a la necesidad de un determinado macizo rocoso, en relación al nivel de seguridad que se busque o si se trata de una labor

figura N° 21. Limpieza y acarreo



4.1.2 Diseño de sostenimiento para el control de estabilidad

El sostenimiento usado para dar estabilización al terreno requiere básicamente la instalación de pernos helicoidales de 2.25m con lechada de cemento, agregando aproximadamente 12.5Lts de Agua por cada bolsa de cemento, cabe resaltar que los pernos son instalados sin placa, la placa se usa de acuerdo a las condiciones de estructura ubicadas en la roca con respecto a la orientación de la excavación. En tajos con aberturas considerables superior a 6.0m se usa fierro corrugado a manera de pernos de 4.0m de longitud con lechada de cemento. El espaciamiento varía de 1.20m a 1.70m de acuerdo a las características de la masa rocosa. Así mismo, se usa malla electro-soldada de 2" de cocada. Muy puntualmente, el uso de shotcrete con espesores que varían de 2" a 3". Finalmente, en

terrenos de mala a muy mala calidad se están usando elementos de pre-refuerzo, Fore Pilling o Spilling bar con posterior aplicación de shotcrete. Cabe resaltar que a pesar de una buena condición de roca en Mina Palca se cumple la consigna DISPARO – SOSTENIMIENTO.

PERFORACIÓN PARA SOSTENIMIENTO

Es necesario aplicar un criterio únicamente técnico para determinar in situ y de la manera más adecuada el lugar para ubicar el taladro que instalara el perno para el sostenimiento. La correcta instalación de este perno garantizara un sostenimiento óptimo. De esta forma se devuelve el grado de estabilidad necesario al macizo rocoso que puede permitir las labores. La ubicación optima de los taladros es en orientación perpendicular en relación a los estratos a trabajar. De esta manera se consigue que el perno en cementado asegure todos los estratos, y con ello se proporcione un área de estabilización a través del perno.

La perforación de los taladros de sostenimiento se realiza con los Jumbos utilizando la barra de 8” de largo, con un diámetro de broca de 38 mm.

figura N° 22. Equipo para perforación de taladros de sostenimiento



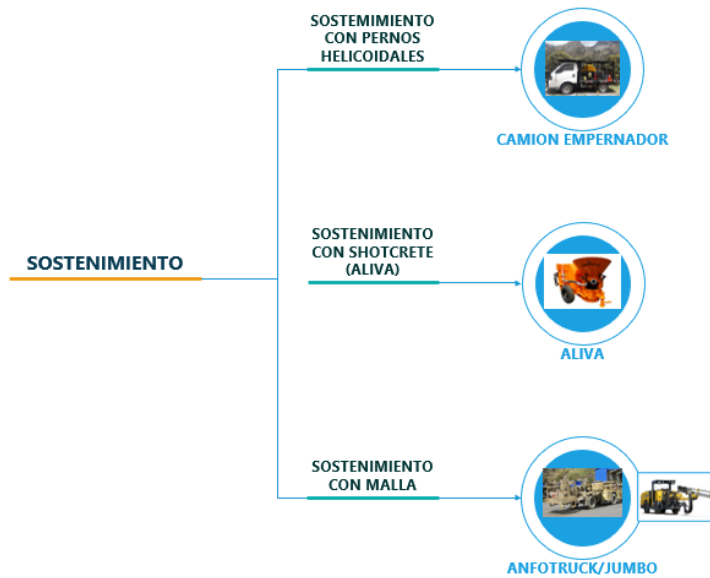
SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO

Los principales sistemas de sostenimiento utilizados son los siguientes:

- Shotcrete.
- Pernos cementados con Fe corrugado.

- Barras Helicoidales.
- Malla electrosoldada.

figura N° 23. Equipo para sostenimiento



El Diseño de Sostenimiento se realizará de acuerdo a los dominios estructurales presentes el macizo rocoso, resaltando los aspectos estructurales predominantes en cuanto a la conjugación de discontinuidades y esfuerzos de acuerdo se presente el caso.

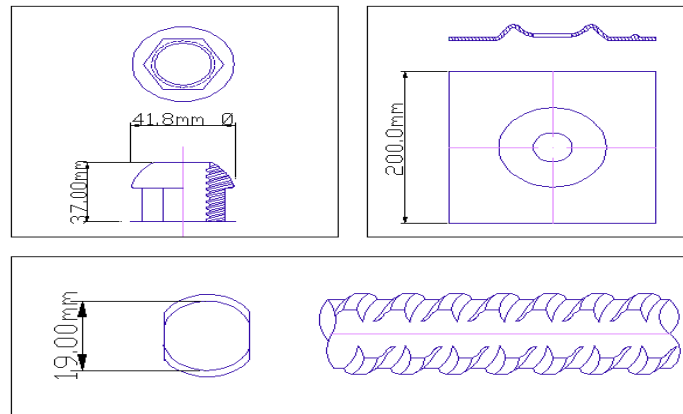
Es importante hacer referencia sobre los recursos actuales de sostenimiento con los que la U.E.A Berlín y a partir de ello diseñar el sostenimiento a utilizar:

Barra de Acero Helicoidal:

Tabla 3. Dimensiones y características mecánicas

Longitud	Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Carga de Fluencia	Carga máxima	Peso Nominal
2.25 m	19.0 mm	21.4 mm	146 kN	195 kN	2.19 Kg/m

figura N° 24. Pernos helicoidales



La instalación de la barra de acero helicoidal para refuerzo de excavaciones rocosas en la U.E.A. Berlín, se lleva a cabo confinando un taladro mezcla de cemento y agua.

Se trata de un perno que no tensiona el área, su funcionamiento es únicamente por adherencia con las paredes del taladro perforado a lo largo de la longitud completa del elemento de refuerzo. Las dimensiones determinadas para el taladro que instalara el perno deben tener un Diámetro de 34 a 39 mm y una Longitud de 2.05 a 2.15 m.

La lechada deberá estar compuesta por entre 10 o 12 litros de agua por cada bolsa de cemento. Dependerá de cuánta agua la proporción de la mezcla. Se rellenará por lo menos el 90% del área taladrada.

Según los ensayos de tracción realizados y la propia experiencia la capacidad de anclaje tendrá que ser superior a “3Tn/pie en roca tipo III y II y 2 Tn/pie para rocas tipo IV y V”, en concordancia con la clasificación geomecánica RMR.

De manera didáctica, en la fotografía N° 25 y 26, se evidencia el proceso de aplicación de una “barra de acero helicoidal con lechada de cemento”.

Figura N° 25 Fotografía del Proceso de Instalación de pernos de sostenimiento mediante barra de acero helicoidal y lechada de cemento.

figura N° 25. Perforación con Jumbo Electro Hidráulico



figura N° 26. Adaptación de bomba de cemento en la camioneta



figura N° 27. Perno instalado



Para pernos de longitud superior a 2.25m se emplea fierro corrugado de $\frac{3}{4}$ " y se procede de la misma manera que la barra de acero helicoidal.

Malla Electro-soldada:

Es una estructura de metal que se utiliza con tres objetivos. En primer lugar, con ella se previene de caídas de material rocoso entre los pernos de anclaje, de esta manera actúa como elemento que sostiene la superficie rocosa. En segundo lugar, se utiliza para impedir el paso de fragmentos rocosos que podrían caer entre el espacio de los pernos. Por último, también se utiliza para reforzar el sostenimiento por medio del shotcrete.

En la U.E.A Berlín se utiliza la malla electro-soldada de #10 con cocadas de 4"x4", según se ejemplifica en la Fotografía N° 28.

figura N° 28. Malla electro soldada instalada en Berlín



Shotcrete:

El reforzado mediante “shotcrete o concreto lanzado” en la U.E.A Berlín se realiza mediante Vía Húmeda “Convencional”, tal y como se ilustra en la Figura N° 29.

La composición de la mezcla esta detallada en la tabla N° 4. La finalidad es conseguir un factor de resistencia mínimo próximo a 28 MPa para los 28 días.

figura N° 29. Sostenimiento con Schotcrete vía húmeda U.E.A. Berlín



Tabla 4. Diseño de mezcla de Schotcrete U.E.A. Berlín

Descripción	Unidad	Cantidad
Cemento Portland Tipo I	Kg.	425
Arena	Kg.	1500
Agua	Lt.	180
Fibra Metálica	Kg.	20
Acelerante de Fragua	Gl.	5 – 6

4.1.3 Influencia del precio del zinc en los costos

Se argumenta que:

“El precio del zinc fue afectado por las nuevas medidas de contención de la pandemia en diferentes países del mundo durante la primera semana del mes de octubre”, (SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA PETROLEO Y ENERGIA, 2004)

figura N° 30. Cotización del zinc 2019 – 2020

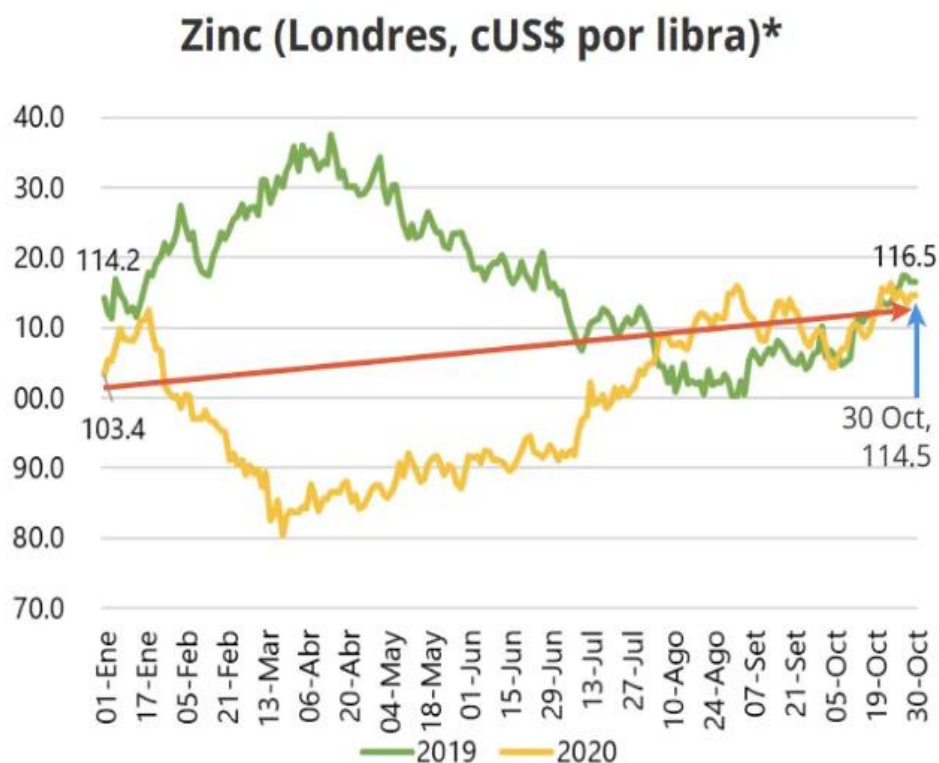
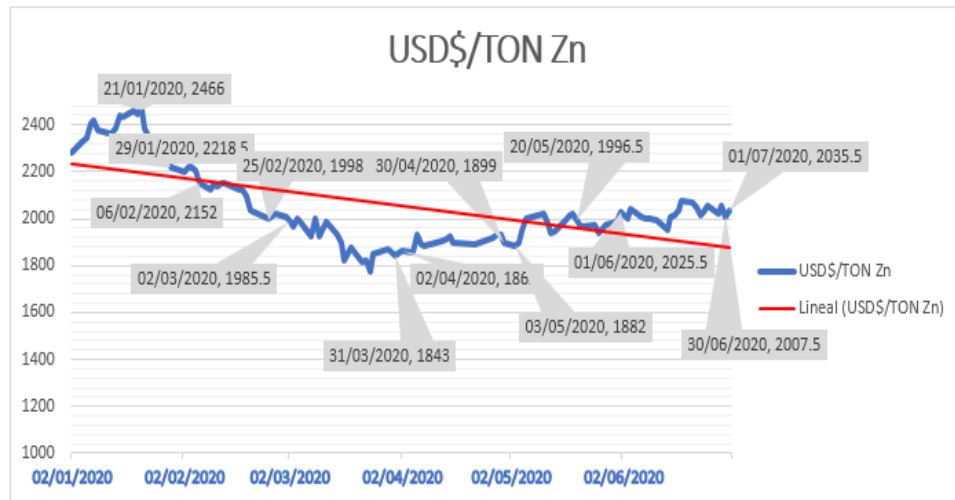


figura N° 31. Cotización del zinc durante 2020



Según se ve en la imagen en la evolución del costo del zinc en el primer semestre del 2020 se ve claramente que a raíz de la pandemia del coronavirus el precio del zinc va en descenso, para lo cual cuando la empresa Santa Luisa unidad Palca reinicie sus operaciones debe reducir sus costos operacionales para poder seguir operando pese al costo actual del zinc.

Tabla 5. Precio del zinc, meses de octubre, noviembre, diciembre del 2020

NOVIEMBRE	11/23/2020	2745
NOVIEMBRE	11/26/2020	2760
NOVIEMBRE	11/30/2020	2768,5
DICIEMBRE	12/1/2020	2725
DICIEMBRE	12/2/2020	2747
DICIEMBRE	12/3/2020	2748,5
DICIEMBRE	12/6/2020	2729
DICIEMBRE	12/8/2020	2816
DICIEMBRE	12/10/2020	2805,5
DICIEMBRE	12/13/2020	2795
DICIEMBRE	12/15/2020	2818
DICIEMBRE	12/17/2020	2835
DICIEMBRE	12/20/2020	2808
DICIEMBRE	12/21/2020	2789
DICIEMBRE	12/22/2020	2775
DICIEMBRE	12/23/2020	2817
DICIEMBRE	12/28/2020	2749,5
DICIEMBRE	12/29/2020	2749
DICIEMBRE	12/30/2020	2723,5
OCTUBRE	10/19/2020	2485
OCTUBRE	10/20/2020	2547
OCTUBRE	10/21/2020	2540
OCTUBRE	10/22/2020	2565,5
OCTUBRE	10/26/2020	2538,5
OCTUBRE	10/27/2020	2522,5
OCTUBRE	10/28/2020	2503
OCTUBRE	10/29/2020	2524,5
NOVIEMBRE	11/1/2020	2526
NOVIEMBRE	11/2/2020	2554,5
NOVIEMBRE	11/3/2020	2547,5
NOVIEMBRE	11/5/2020	2614,5
NOVIEMBRE	11/8/2020	2664,5
NOVIEMBRE	11/9/2020	2617,5
NOVIEMBRE	11/10/2020	2630,5
NOVIEMBRE	11/12/2020	2612,5
NOVIEMBRE	11/15/2020	2653
NOVIEMBRE	11/16/2020	2663,5
NOVIEMBRE	11/17/2020	2732,5
NOVIEMBRE	11/18/2020	2721
NOVIEMBRE	11/19/2020	2787
NOVIEMBRE	11/22/2020	2756

Tabla 6. Precio del zinc: mese: febrero, marzo, abril

OCTUBRE	10/19/2020	2485	2/2/2020	2198	3/15/2020	1931
OCTUBRE	10/20/2020	2547	2/3/2020	2217	3/16/2020	1898
OCTUBRE	10/21/2020	2540	2/4/2020	2222	3/17/2020	1819
OCTUBRE	10/22/2020	2565,5	2/5/2020	2204	3/19/2020	1879
OCTUBRE	10/26/2020	2538,5	2/6/2020	2152	3/22/2020	1814
OCTUBRE	10/27/2020	2522,5	2/9/2020	2126	3/23/2020	1822
OCTUBRE	10/28/2020	2503	2/10/2020	2144	3/24/2020	1773,5
OCTUBRE	10/29/2020	2524,5	2/11/2020	2139,5	3/25/2020	1848,5
NOVIEMBRE	11/1/2020	2526	2/12/2020	2155	3/29/2020	1867,5
NOVIEMBRE	11/2/2020	2554,5	2/13/2020	2153	3/31/2020	1843
NOVIEMBRE	11/3/2020	2547,5	2/17/2020	2126	4/2/2020	1862
NOVIEMBRE	11/5/2020	2614,5	2/18/2020	2126	4/5/2020	1854,5
NOVIEMBRE	11/8/2020	2664,5	2/19/2020	2098	4/6/2020	1932
NOVIEMBRE	11/9/2020	2617,5	2/20/2020	2037	4/7/2020	1890
NOVIEMBRE	11/10/2020	2630,5	2/25/2020	1998	4/8/2020	1884
NOVIEMBRE	11/12/2020	2612,5	2/27/2020	2018	4/13/2020	1906
NOVIEMBRE	11/15/2020	2653	3/1/2020	2008,5	4/14/2020	1908,5
NOVIEMBRE	11/16/2020	2663,5	3/2/2020	1985,5	4/15/2020	1923,5
NOVIEMBRE	11/17/2020	2732,5	3/3/2020	1963,5	4/16/2020	1898
NOVIEMBRE	11/18/2020	2721	3/4/2020	2001	4/22/2020	1891,5
NOVIEMBRE	11/19/2020	2787	3/5/2020	1977,5	4/27/2020	1915
NOVIEMBRE	11/22/2020	2756	3/8/2020	1925	4/28/2020	1930
			3/9/2020	1999	4/29/2020	1929,5
			3/10/2020	1926		

4.1.4 Diseño del sostenimiento para el control de la estabilidad

Diseño de la carrocería de vehículo para sostenimiento

Calculo de carrocería

La normativa técnica peruana sobre vehículos motorizados de carga categorizados como N1, N2 y N3; define los límites máximos para las dimensiones de carrocerías y los requerimientos de la estructura de la carrocería; y el peso bruto lo establece el fabricante de la unidad vehicular.

Dentro de la reglamentación vigente podemos mencionar:

“DS-058-2003-MTC: Reglamento Nacional de Vehículos (RNV)”.

“RD N.º 4848-2006-MTC/15: Características Registrables Vehiculares”

OBJETIVO

El objetivo del cálculo es verificar la resistencia de la estructura de la carrocería de un vehículo categoría N2 marca KIA modelo K2500 fabricada en acero estructural, para una carga de transporte compuesta por una máquina mezcladora de concreto, de 500 kgf de peso sobre el piso 1 de la carrocería y dos (02) personas, operador y asistente del equipo sobre el piso del segundo nivel.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO

figura N° 32. Vista del chasis del vehículo



Tabla 7. Especificaciones técnicas del vehículo

CARACTERISTICAS	
Categoría	N2
Marca	KIA
Año de Modelo	2020
Modelo	K2500
VIN/Nº de serie	KNCSHX76CL7447231
Nº de motor	04CBL028613
Nº de cilindros	04
Combustible	DIESEL
Cilindrada (c.c.)	2 497
Potencia (Kw @ rpm)	96@3800
Carrocería	BARANDA
Colores	BLANCO CLARO
Fórmula rodante	4x4
Peso neto (kg)	1670
Peso bruto (kg)	3170
Carga útil (kg)	1500
Altura (m)	2.105
Longitud (m)	4.825
Ancho (m)	1.74
Nº de ejes /Nº de ruedas	02/04
Nº de asientos/Nº de pasajeros	02/01

Dimensiones de la carrocería

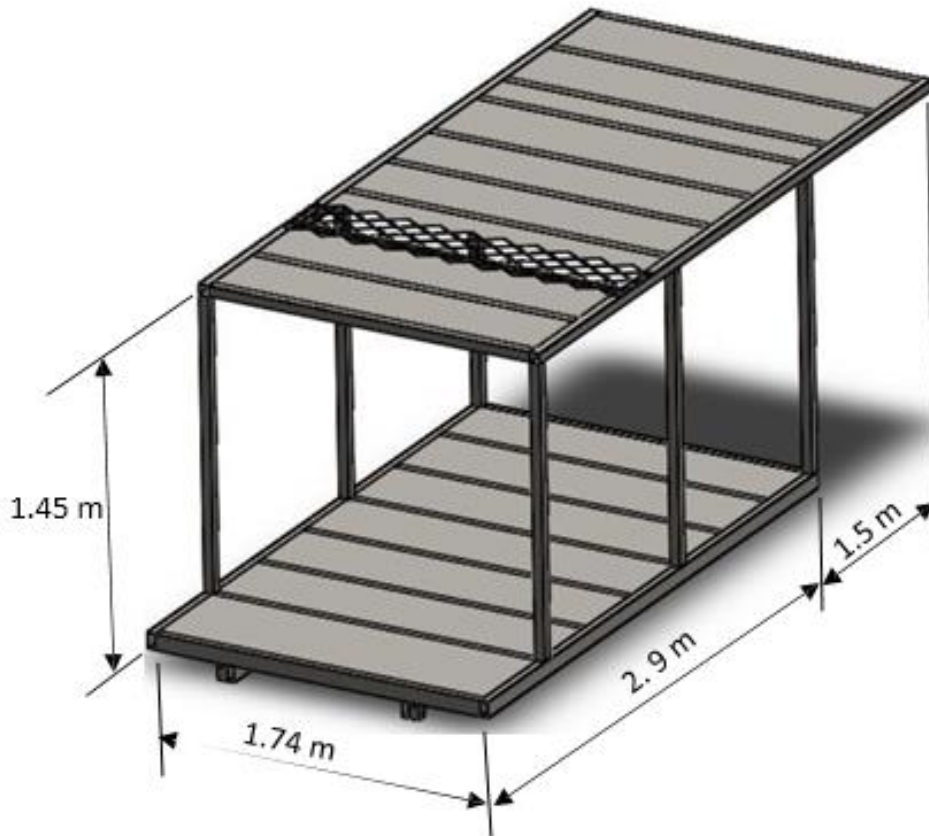
En la tabla N° 7. se detalla las dimensiones nominales de la carrocería baranda montada sobre el vehículo de placa N° BFD-865, marca KIA año 2020

Tabla 8. Medidas de la carrocería baranda

Medidas de la carrocería baranda	
Longitud (m)	4.40
Ancho (m)	1.74
Altura (m)	1.45

Las dimensiones en la tabla anterior están acordes con el Reglamento Nacional de Vehículos, en la parte del Anexo IV: Pesos y Medidas. En la figura 4.1 se muestra el modelo CAD de la carrocería con dimensiones

figura N° 33. Dimensiones globales de la carrocería baranda



Estructura de la carrocería

Esta estructura lleva los siguientes componentes:

- Estructura del piso.
- Estructura lateral derecho.
- Estructura lateral izquierdo.
- Estructura del techo.
- Estructura frontal.
- Estructura posterior

En la cara vertical externa de cada uno de los largueros se sueldan 4 ménsulas equidistantes con su agujero central de $\frac{1}{2}$ " de diámetro para fijarla con pernos al

bastidor del chasis. Los parantes de barandas, además de sus uniones soldadas con la plancha de piso llevan cartelas en triángulo de 100 x 100 mm de ¼" de espesor.

Los elementos estructurales de acero de cada uno de los componentes presentan las siguientes propiedades indicadas a continuación.

En la Figura N° 34 se ve la carrocería que muestra los parantes de las barandas, el piso de plancha estriada, el piso de alambre enmallado del nivel 2 y la barra de protección trasera

figura N° 34. Vista de la carrocería en construcción



Tabla 9. Dimensiones de perfiles y planchas de acero

ESTRUCTURAS	CARACTERÍSTICA		
	SECCIÓN	NORMA	DENOMINACIÓN
PISO 1	Canal U 3"x 1 1/2"x 1/8"	ASTM A36	Largueros (02) de 2.9 m de longitud
	Canal U 3"x 1 1/2"x 1/8"	ASTM A36	Travesaños (08) de 1.675 m de Longitud.
	Plancha estriada de 4 mm, rectangular de 2.9 x 1.7 m	ASTM A 36	Plancha de piso
	Tubo 50 x 50 x 2.3 mm	ASTM A36	Marco de piso
LATERALES	Tubo 50 x 50 x 2.3 mm	ASTM A36	Parantes (06) de 1.45 m de longitud.
	Tubo 50 x 50 x 3 mm	ASTM A36	Largueros de altura (02) de 3.9 m de Longitud.
TECHO	Tubo de 25x25x2 mm	ASTM A36	Travesaños (05) de 1.625 m de longitud
	Malla de alambre 3 mm \square	ASTM-A36	Alambre enmallado tipo rombo.

Las uniones de los elementos de acero se hacen con soldadura por Arco Metálico con Gas, conocida como Proceso MIG

CÁLCULO DE ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS

Para evaluar la tensión lineal de piezas y ensambles con carga estática es necesario realizar un estudio estático. En ese sentido, el software Solidworks es una de las herramientas de diseño mecánico de uso común para el cálculo de los esfuerzos y desplazamientos por simulación, basado en "el método de elementos finitos (MEF)".

Consideraciones y datos de ingreso

Son dos las cargas estáticas, la primera corresponde al peso de la máquina mezcladora que presiona al piso de la carrocería en cuatro áreas de apoyo de 140 x 45 mm; y la segunda corresponde al peso de dos personas sobre el nivel 2 cuyo piso es la malla de alambre en rombo.

El procedimiento de cálculo mediante SOLIWORKS se ejecuta según la siguiente secuencia:

- Modelamiento 3D de la estructura
- Tipo de estudio: Estático
- Asignación de material: acero ASTM A36

- Restricciones (apoyos): tipo fijo en la ubicación de las áreas de contacto de los largueros con el bastidor del vehículo

- Tipo de carga: de presión sobre 4 áreas de apoyo de 140 x 45 mm en la plancha del piso, y sobre cuatro áreas de apoyo de 200 x 75 mm en la plancha de apoyo del nivel 2 de la carrocería.

- Mallado, satisfactorio del modelo

- Ejecución

Resultados

Luego de ejecutar, el software nos da como respuesta que el esfuerzo máximo debido a la carga vertical C es: esfuerzo máx 108 MPa., valor inferior al límite de fluencia del acero ASTM A36 que es de 250 MPa

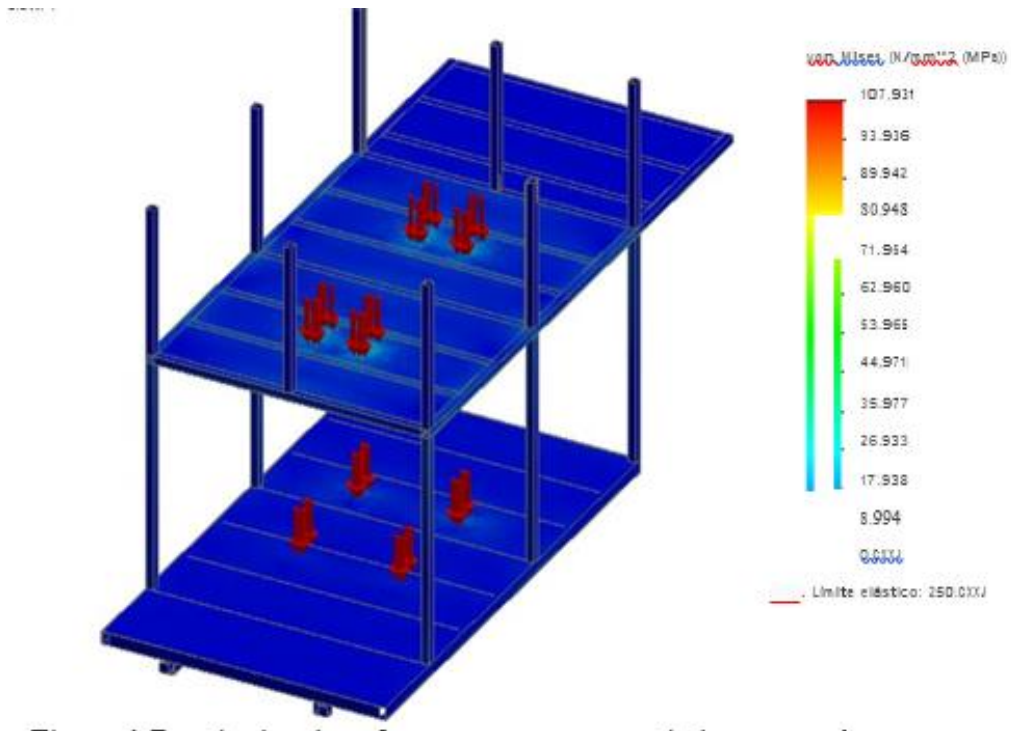
La deformación máxima en dirección a la fuerza aplicada es de 2.1 mm, considerada como satisfactoria.

Las dimensiones de la carrocería Baranda, montada en el vehículo categoría N2 marca KIA modelo K2500 cumplen la normatividad peruana vigente.

Las uniones con soldadura por el proceso MIG de los elementos de acero ASTM A36, además de asegurar una adecuada fijación, como lo exige la NTP 383.070 en el punto 9.3; validan el enfoque del software utilizado, de considerar el conjunto de las partes de la carrocería como un solo sólido.

El cálculo de la resistencia realizado a la estructura de carrocería mediante el uso de software CAD Simulation de Solidworks, entrega valores máximos de esfuerzo normal y de desplazamiento, menores a los valores admisibles para el acero ASTM A36 y por tanto la resistencia de la estructura de la carrocería baranda, es satisfactoria

figura N° 35. Resultados de esfuerzos en estructura de la carrocería



Resultados de desplazamientos en la estructura de la carrocería por la carga vertical en el piso 1 y en el piso 2

figura N° 36. Desplazamiento en la estructura de la carrocería

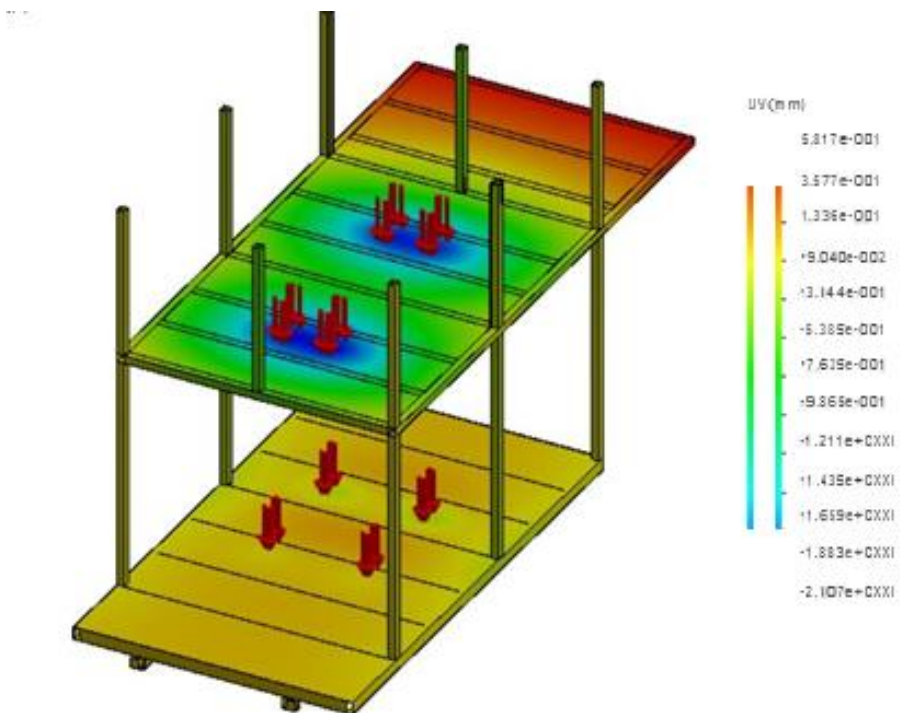


figura N° 37. Vista de la carrocería instalada en el vehículo de placa BFD-865



figura N° 38. Vista frontal, se observa la plataforma de protección de la cabina



figura N° 39. Vista lateral del vehículo con su carrocería baranda



4.1.5 Costos de sostenimiento

Los costos lo hemos determinado cuando empleamos el equipo bolter y usando el camión emperador como se detalla en los cuadros siguientes.

CIA. MINERA SANTA LUISA. S.A.
DIVISION MINA



M & B Minera S.A.C.

R.U.C. 2069744667

COSTO UNITARIO POR INSTALACION DE PERNO CON JUMBO
LONGITUD 8 PIES

N° DE TALADROS	40						
LONGITUD DE BARRA	8	pies					
LONGITUD DE PERFORACION	7.50	pies					
EFICIENCIA DE VOLADURA	1.00						
PESO ESPECIFICO	2.60	ton/mt ³					
EFICIENCIA DE VOLADURA EN Mts.	0.00	mts					
PIES PERFORADOS	300	pies	RENDIMIENTO DE JUMBO PARA PERNO	60.00	Metros / Hora		
FECHA ELABORACION	Ene-21						
APROBADO	JJB						

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PU US	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL US
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Mano de Obra.						
	Maestro empernador	10.15	H.H	6.60	67.03	1.68	
	Maestro empernador	10.15	H.H	6.60	67.03	1.68	
1.2	Perforación						
	Aceros de Perforación 38 MM	300	P.P.	0.29	86.07	2.15	2.15
1.3	Implementos y Herramientas						
	Implementos de Seguridad	2.54	Tarea	2.32	5.89	0.00	
	Herramientas	1 % Mo				0.00	0.00
1.4	Equipos						
	Jumbo EH	1.52	H.M	67.90	103.48	2.59	
	Camion Empernador	1.00	H.M	115.50	115.50	2.89	5.47
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						7.63
3.0	GASTOS GENERALES		10%				0.76
4.0	UTILIDAD		10%				0.84
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$ / UND						\$ 9.23



COSTO UNITARIO POR MT DE AVANCE SECCION 4.00 x 3.80 Mt.

AVANCE GALERIA/ ACCESOS/ CAMARAS HORIZONTALES

N° DE TALADROS	44	40	Cargados			
LONGITUD DE BARRA	14	pies				
TALADRO PERFORADO	13.00	pies				
EFICIENCIA DE VOLADURA	0.86	%				
AVANCE POR DISPARO	3.42	mts	TONELAJE ROTO:	135.18	ton	
PIES PERFORADOS	572.00	pies	RENDIMIENTO DE SCOOP LIMPIEZA:	59.84	ton/hr	
M3 ROTOS	51.99	m3	RENDIMIENTO JUMBO (45 MM):	60.00	mt/hr	
APROBADO	JJB		DENSIDAD DEL MATERIAL:	2.6	ton/m3	
INCLUYE	LIMPIEZA 200 MTS					
FECHA ELABORACION	Ene-21					

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PU US	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL US
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Perforación						
	Aceros de Perforación	572.00	P.P.	0.27	155.86	45.57	
	Aceros de Rimado	39.00	P.P.	0.43	16.77	4.90	
	Aceros Cancamo	3.00	P.P.	0.27	0.82	0.24	50.71
1.2	Voladura						
	Anfo						
	Emulsión 1 1/8" x 6"						
	Fanel						
	Pentacord						
	Guía Blanca						
	Fulminantes						
1.3	Equipos						
	Jumbo EH	2.86	H.M	67.90	194.20	56.78	
	Scoop 6 yd3	2.26	H.M	70.83	160.00	46.78	
	Cargador anfo	2.00	H.M	30.39	60.78	17.77	121.32
1.4	Costo Fijo de Mano de Obra						158.53
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						330.57
3.0	GASTOS GENERALES		10%				33.06
4.0	UTILIDAD		10%				36.36
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$ / Mt.						\$ 399.99



**COSTO UNITARIO POR M3 ROTO EN BREASTING
MINERAL**

RENDIMIENTO	25.00	tal/ gdia							
LONGITUD DE BARRA	14	pies							
TALADRO PERFORADO	12.73	pies							
PESO ESPECIFICO	3.40	ton/ m3							
AVANCE POR DISPARO	3.69	mts							
PIES PERFORADOS	318.2	pies	TONELAJE ROTO:	175.42	ton				
M3 ROTOS	51.59	m3/ Gdia	RENDIMIENTO DE SCOOP LIMPIEZA:	78.26	ton/ hr				
FECHA ELABORACION	Ene-21		RENDIMIENTO JUMBO (45 MM):	60.00	mt/ hr				
APROBADO	JJB		DENSIDAD DEL MATERIAL:	3.4	ton/ m3				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. U.S. \$	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL U.S.		
1.0	COSTOS VARIABLES								
1.1	Mano de Obra.								
	Jumbero								
	Scoopero			83.33					
	Cargador								
	Ayd. Cargador								
	Desatadores						10.43		
1.2	Perforación								
	Aceros de Perforación	318.18	P.P.	0.27	86.70	1.68			
	Aceros cancamo	6	P.P.	0.27	1.63	0.03	1.71		
1.4	Implementos y Herramientas								
	Implementos de Seguridad	0.00	Tar	2.32	0.00	0.00			
	Herramientas						0.00		
1.5	Equipos								
	Jumbo EH	1.65	H.M	67.90	111.82	2.17			
	Scoop 6 yd3	2.24	H.M	70.83	158.78	3.08			
	Cargadora de anfo	1.50	H.M	30.39	45.59	0.88	6.13		
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						18.27		
3.0	GASTOS GENERALES		10%				1.83		
4.0	UTILIDAD		10%				2.01		
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$/M3						\$ 22.11		



COSTO UNITARIO POR M DE CUNETA (0.30m x 0.30m)

DESMONTE

DIMENSIONES DE CUNETA	0.30	x	0.30				
RENDIMIENTO (AVANCE Y LIMPIEZA)	10.00	m/	gdia				
NUMERO DE TALADRO	20.00	Tal					
TALADRO PERFORADO	2.00	pies					
AVANCE POR DISPARO	0.43	mts					
PIES PERFORADOS	40.00	pies		TONELEAJE ROTO:	2.34	ton	
VOLUMEN ROTO	0.90	m ³		RENDIMIENTO DE SCOOP LIMPIEZA	59.84	ton/ hr	
FECHA ELABORACION	Ene-21			RENDIMIENTO JUMBO (45 MM)	60.00	mt/ hr	
APROBADO	JJB			PESO ESPECIFICO	2.6	ton/ m ³	

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. U.S. \$	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL U.S
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Mano de Obra.						
	Jumbero						
	Scoopero						
	Cargador						
	Desatadores						0.00
1.2	Perforación						
	Aceros de Perforación	40	P.P.	0.27	10.90	1.09	
	Aceros cancamo	0	P.P.	0.27	0.00	0.00	1.09
1.3	Implementos y Herramientas						
	Implementos de Seguridad	0.00	Tar	2.32	0.00	0.00	
	Herramientas						0.00
1.4	Equipos						
	Jumbo EH	0.20	H.M	67.90	13.80	1.38	
	Scoop 6 yd ³	0.54	H.M	61.81	33.32	3.33	
	Cargadora de anfo	0.50	H.M	30.39	15.20	1.52	6.23
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						7.32
3.0	GASTOS GENERALES		10%				0.73
4.0	UTILIDAD		10%				0.81
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$/Mt						\$ 8.86



**COSTO UNITARIO POR M3 ROTO DE DESQUINCHE
DESMONTE**

RENDIMIENTO	25.00	tal/ gdia						
LONGITUD DE BARRA	14	pies						
TALADRO PERFORADO	12.73	pies						
PESO ESPECIFICO	2.60	ton/ m3						
AVANCE POR DISPARO	3.69	mts						
PIES PERFORADOS	318.2	pies	TONELEAJE ROTO:	134.15	ton			
M3 ROTOS	51.59	m3/ Gdia	RENDIMIENTO DE SCOOP LIMPIEZA	59.84	ton/ hr			
FECHA ELABORACION	Ene-21		RENDIMIENTO JUMBO (45 MM)	60.00	mt/ hr			
APROBADO	JJB		PESO ESPECIFICO	2.6	ton/ m3			

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. U.S. \$	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL U.S.
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Mano de Obra.						
	Jumbero						
	Scoopero						
	Cargador						
	Ayd. Cargador						
	Desatadores						10.43
1.2	Perforación						
	Aceros de Perforación	318.18	P.P.	0.27	86.70	1.68	
	Aceros cancamo	6	P.P.	0.27	1.63	0.03	1.71
1.4	Implementos y Herramientas						
	Implementos de Seguridad	0.00	Tar	2.32	0.00	0.00	
	Herramientas						0.00
1.5	Equipos						
	Jumbo EH	1.65	H.M	67.90	111.82	2.17	
	Scoop 6 yd3	2.24	H.M	70.83	158.78	3.08	
	Cargadora de anfo	1.50	H.M	30.39	45.59	0.88	6.13
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						18.27
3.0	GASTOS GENERALES		10%				1.83
4.0	UTILIDAD		10%				2.01
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$/ M3						\$ 22.11




COSTO UNITARIO POR M2 DE MALLA ELECTROSOLDADA
DESMONTE

DESCRIPCIÓN MALLA ELECTROSOLDADA DE 4" x 4"
RENDIMIENTO 20.00 m2/ día
FECHA ELABORACION Ene-21
APROBADO JTB

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. U.S. \$	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL U.S
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Mano de Obra.						
	Maestro emparnador	10.15	H.H	6.60	67.03	3.35	
	Maestro emparnador	10.15	H.H	6.60	67.03	3.35	
	Cargador						
	Desatadores						6.70
1.2	Perforación						
	Aceros de Perforación	0	P.P.	0.27	0.00	0.00	
	Aceros cancamo	0	P.P.	0.27	0.00	0.00	0.00
1.3	Implementos y Herramientas						
	Implementos de Seguridad	2.00	Tar	2.32	4.64	0.23	
	Herramientas						0.23
1.4	Equipos						
	Jumbo EH	0.00	H.M	67.90	0.00	0.00	
	Scoop 6 yd3	0.50	H.M	61.81	30.90	1.55	
	Cargadora de año	0.00	H.M	30.39	0.00	0.00	1.55
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						8.48
3.0	GASTOS GENERALES		10%				0.85
4.0	UTILIDAD		10%				0.93
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$ / M2						\$ 10.26

Tabla 11. Precio unitario con Equipo Bolter

CIA. MINERA SANTA LUISA. S.A.		DIVISION MINA		 M & B Minera S.A.C. R.U.C. 20507445587			
COSTO UNITARIO POR MT DE AVANCE SECCION 5.00 x 4.00 Mt.							
AVANCE RAMPA O GALERIA							
N° DE TALADROS	52	48	Cargados				
LONGITUD DE BARRA	14	pies					
TALADRO PERFORADO	13.00	pies					
EFICIENCIA DE VOLADURA	0.86	%					
AVANCE POR DISPARO	3.42	mts	TONELAJE ROTO:	177.86	ton		
PIES PERFORADOS	676.00	pies	RENDIMIENTO DE SCOOP LIMPIEZA:	59.84	ton/hr		
M3 ROTOS	68.41	m ³	RENDIMIENTO JUMBO (45 MM):	60.00	mt/hr		
APROBADO	JJB		DENSIDAD DEL MATERIAL:	2.6	ton/m ³		
INCLUYE	LIMPIEZA 200 MTS						
FECHA ELABORACION	Ene-21						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PU US	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL US
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Perforación						
	Aceros de Perforación	676.00	P.P.	0.27	184.20	53.85	
	Aceros de Rimado	39.00	P.P.	0.43	16.77	4.90	
	Aceros Cancamo	3.00	P.P.	0.27	0.82	0.24	59.00
1.2	Voladura						
	Anfo						
	Emulsión 1 1/8" x 6"						
	Fanel						
	Pentacord						
	Guía Blanca						
	Fulminantes						
1.3	Equipos						
	Jumbo EH	3.38	H.M	67.90	229.51	67.10	
	Scoop 6 yd ³	2.97	H.M	70.83	210.53	61.55	
	Cargador anfo	2.00	H.M	30.39	60.78	17.77	146.42
1.4	Costo Fijo de Mano de Obra						
							158.53
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						
							363.95
3.0	GASTOS GENERALES						
			10%				36.39
4.0	UTILIDAD						
			10%				40.03
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$ /Mt.						
							\$ 440.38



COSTO UNITARIO POR INSTALACION DE PERNO CON BOLTER
LONGITUD 8 PIES

N° DE TALADROS	40						
LONGITUD DE BARRA	8	pies					
LONGITUD DE PERFORACION	7.50	pies					
EFICIENCIA DE VOLADURA	1.00						
PESO ESPECIFICO	2.60	ton/mt ³					
EFICIENCIA DE VOLADURA EN Mts.	0.00	mts					
PIES PERFORADOS	300	pies	RENDIMIENTO DE JUMBO PARA PERNO	60.00	Metros / Hora		
FECHA ELABORACION	Ene-21						
APROBADO	JJB						

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PU US	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL US
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Mano de Obra.						
	Maestro emperador	10.15	H.H	6.60	67.03	1.68	
	Maestro emperador	10.15	H.H	6.60	67.03	1.68	3.35
1.2	Perforación						
	Aceros de Perforación 38 MM	300	P.P.	0.29	86.07	2.15	2.15
1.3	Implementos y Herramientas						
	Implementos de Seguridad	2.54	Tarea	2.32	5.89	0.00	
	Herramientas	1 % Mo				0.03	0.03
1.4	Equipos						
	Small Bolter - Propiedad	1.00	H.M	49.77	2.97	147.65	3.69
	Small Bolter - Operación	1.00	H.M	50.95	2.97	151.15	3.78
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						13.01
3.0	GASTOS GENERALES		10%				1.30
4.0	UTILIDAD		10%				1.43
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$ / UND						\$ 15.74



COSTO UNITARIO POR MT DE AVANCE SECCION 4.00 x 3.80 Mt.
AVANCE GALERIA/ ACCESOS/ CAMARAS HORIZONTALES

N° DE TALADROS	44	40	Cargados				
LONGITUD DE BARRA	14	pies					
TALADRO PERFORADO	13.00	pies					
EFICIENCIA DE VOLADURA	0.86	%					
AVANCE POR DISPARO	3.42	mts	TONELAJE ROTO:	135.18	ton		
PIES PERFORADOS	572.00	pies	RENDIMIENTO DE SCOOP LIMPIEZA:	59.84	ton/hr		
M3 ROTOS	51.99	m3	RENDIMIENTO JUMBO (45 MM):	60.00	mt/hr		
APROBADO	JTB		DENSIDAD DEL MATERIAL:	2.6	ton/m3		
INCLUYE	LIMPIEZA 200 MTS						
FECHA ELABORACION	Ene-21						

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PU US	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL US
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Perforación						
	Aceros de Perforación	572.00	P.P.	0.27	155.86	45.57	
	Aceros de Rimado	39.00	P.P.	0.43	16.77	4.90	
	Aceros Cancamo	3.00	P.P.	0.27	0.82	0.24	50.71
1.2	Voladura						
	Anfo						
	Emulsión 1 1/8" x 6"						
	Fanel						
	Pentacord						
	Guía Blanca						
	Fulminantes						
1.3	Equipos						
	Jumbo EH	2.86	H.M	67.90	194.20	56.78	
	Scoop 6 yd3	2.26	H.M	70.83	160.00	46.78	
	Cargador anfo	2.00	H.M	30.39	60.78	17.77	121.32
1.4	Costo Fijo de Mano de Obra						158.53
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						330.57
3.0	GASTOS GENERALES		10%				33.06
4.0	UTILIDAD		10%				36.36
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$/Mt.						\$ 399.99

CIA. MINERA SANTA LUISA. S.A.
DIVISION MINA



M & B Minera S.A.C.

R.U.C. 20507445507

COSTO UNITARIO POR M3 ROTO EN BREASTING
MINERAL

RENDIMIENTO	25.00	tal/ gdia					
LONGITUD DE BARRA	14	pies					
TALADRO PERFORADO	12.73	pies					
PESO ESPECIFICO	3.40	ton/ m3					
AVANCE POR DISPARO	3.69	mts					
PIES PERFORADOS	318.2	pies	TONELAJE ROTO:	175.42	ton		
M3 ROTOS	51.59	m3/ Gdia	RENDIMIENTO DE SCOOP LIMPIEZA:	78.26	ton/ hr		
FECHA ELABORACION	Ene-21		RENDIMIEN JUMBO (45 MM):	60.00	mt/ hr		
APROBADO	JJB		DENSIDAD DEL MATERIAL:	3.4	ton/ m3		

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. U.S. \$	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL U.S
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Mano de Obra.						
	Jumbero						
	Scoopero			83.33			
	Cargador						
	Ayd. Cargador						
	Desatadores						10.43
1.2	Perforación						
	Aceros de Perforación	318.18	P.P.	0.27	\$6.70	1.68	
	Aceros cancamo	6	P.P.	0.27	1.63	0.03	1.71
1.4	Implementos y Herramientas						
	Implementos de Seguridad	0.00	Tar	2.32	0.00	0.00	
	Herramientas						0.00
1.5	Equipos						
	Jumbo EH	1.65	H.M	67.90	111.82	2.17	
	Scoop 6 yd3	2.24	H.M	70.83	158.78	3.08	
	Cargadora de anfo	1.50	H.M	30.39	45.59	0.88	6.13
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						18.27
3.0	GASTOS GENERALES		10%				1.83
4.0	UTILIDAD		10%				2.01
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$/M3						\$ 22.11



COSTO UNITARIO POR M DE CUNETA (0.30m x 0.30m)

DESMONTE

DIMENSIONES DE CUNETA	0.30	x	0.30				
RENDIMIENTO (AVANCE Y LIMPIEZA)	10.00	m/ gdia					
NUMERO DE TALADRO	20.00	Tal					
TALADRO PERFORADO	2.00	pies					
AVANCE POR DISPARO	0.43	mts					
PIES PERFORADOS	40.00	pies	TONELEAJE ROTO:	2.34	ton		
VOLUMEN ROTO	0.90	m3	RENDIMIENTO DE SCOOP LIMPIEZA	59.84	ton/ hr		
FECHA ELABORACION	Ene-21		RENDIMIENTO JUMBO (45 MM)	60.00	mt/ hr		
APROBADO	JJB		PESO ESPECIFICO	2.6	ton/ m3		

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. U.S. \$	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL U.S.
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Mano de Obra.						
	Jumbero						
	Scoopero						
	Cargador						
	Desatadores						0.00
1.2	Perforación						
	Aceros de Perforación	40	P.P.	0.27	10.90	1.09	
	Aceros cancamo	0	P.P.	0.27	0.00	0.00	1.09
1.3	Implementos y Herramientas						
	Implementos de Seguridad	0.00	Tar	2.32	0.00	0.00	
	Herramientas						0.00
1.4	Equipos						
	Jumbo EH	0.20	H.M	67.90	13.80	1.38	
	Scoop 6 yd3	0.54	H.M	61.81	33.32	3.33	
	Cargadora de anfo	0.50	H.M	30.39	15.20	1.52	6.23
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						7.32
3.0	GASTOS GENERALES		10%				0.73
4.0	UTILIDAD		10%				0.81
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$ / Mt						\$ 8.86



COSTO UNITARIO POR M3 ROTO DE DESQUINCHE

DESMONTE

RENDIMIENTO	25.00	tal/ día					
LONGITUD DE BARRA	14	pies					
TALADRO PERFORADO	12.73	pies					
PESO ESPECIFICO	2.60	ton/ m3					
AVANCE POR DISPARO	3.69	mts					
PIES PERFORADOS	318.2	pies	TONELEAJE ROTO:	134.15	ton		
M3 ROTOS	51.59	m3/ Gdía	RENDIMIENTO DE SCOOP LIMPIEZA	59.84	ton/ hr		
FECHA ELABORACION	Ene-21		RENDIMIENTO JUMBO (45 MM)	60.00	mt/ hr		
APROBADO	JJB		PESO ESPECIFICO	2.6	ton/ m3		

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. U.S. \$	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL U.S
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Mano de Obra.						
	Jumbero						
	Scoopero						
	Cargador						
	Ayd. Cargador						
	Desatadores						10.43
1.2	Perforación						
	Aceros de Perforación	318.18	P.P.	0.27	86.70	1.68	
	Aceros cancamo	6	P.P.	0.27	1.63	0.03	1.71
1.4	Implementos y Herramientas						
	Implementos de Seguridad	0.00	Tar	2.32	0.00	0.00	
	Herramientas						0.00
1.5	Equipos						
	Jumbo EH	1.65	H.M	67.90	111.82	2.17	
	Scoop 6 yd3	2.24	H.M	70.83	158.78	3.08	
	Cargadora de anfo	1.50	H.M	30.39	45.59	0.88	6.13
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						18.27
3.0	GASTOS GENERALES		10%				1.83
4.0	UTILIDAD		10%				2.01
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$ / M3						\$ 22.11



COSTO UNITARIO POR M2 DE MALLA ELECTROSOLDADA
DESMONTE

DESCRIPCIÓN MALLA ELECTROSOLDADA DE 4" x 4"
RENDIMIENTO 20.00 m2/ día
FECHA ELABORACION Ene-21
APROBADO JJB

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. U.S. \$	PARCIAL	SUB TOTAL	TOTAL U.S.
1.0	COSTOS VARIABLES						
1.1	Mano de Obra.						
	Maestro empamador	10.15	HH	6.60	67.03	3.35	
	Maestro empamador	10.15	HH	6.60	67.03	3.35	
	Cargador						
	Desatadores						6.70
1.2	Perforación						
	Aceros de Perforación	0	P.P.	0.27	0.00	0.00	
	Aceros cancamo	0	P.P.	0.27	0.00	0.00	0.00
1.3	Implementos y Herramientas						
	Implementos de Seguridad	2.00	Tar	2.32	4.64	0.23	
	Herramientas						0.23
1.4	Equipos						
	Jumbo EH	0.00	H.M	67.90	0.00	0.00	
	Scoop 6 yd3	0.50	H.M	61.81	30.90	1.55	
	Cargadora de año	0.00	H.M	30.39	0.00	0.00	1.55
2.0	SUB- TOTAL COSTO DIRECTO.						8.48
3.0	GASTOS GENERALES		10%				0.85
4.0	UTILIDAD		10%				0.93
5.0	COSTO TOTAL U.S. \$ / M2						\$ 10.26

Costo de sostenimiento mes de octubre 2020

Tabla 12, Costo de sostenimiento del mes de octubre 2020

SOSTENIMIENTO CON PERNOS HELICOIDALES AGOSTO- 2020	Unidad	PU con Bolter (\$)	PU con Camion emperrador (\$)	Cantidad (pza.)	Total US\$ con Bolter	Total US\$ con Camion emperrador	Observación
ACC (-) M-820 POR ZAPATITO	Unid.	15.74	9.23	39	613.79	359.89	
RP (-) I-550 V6	Unid.	15.74	9.23	169	2,659.75	1,559.51	
ACC (-) I-716 S	Unid.	15.74	9.23	21	330.50	193.79	
ACC (-) L-1015	Unid.	15.74	9.23	24	377.72	221.47	
RP (+) 4640	Unid.	15.74	9.23	34	535.10	313.75	
ACC de L-1015 (N) a V3TA 899 AZ	Unid.	15.74	9.23	24	377.72	221.47	
ACC V3 M-935	Unid.	15.74	9.23	81	1,274.79	747.46	
CAMARA RP M-546	Unid.	15.74	9.23	113	1,778.41	1,042.75	
4080 V3T C-1177 AZ	Unid.	15.74	9.23	52	818.39	479.85	
CAMPEON V3TB RO (L-721 V3)	Unid.	15.74	9.23	187	2,943.04	1,725.62	
CAMPEON V5 AZ L-591 V5	Unid.	15.74	9.23	16	251.81	147.65	
CAMPEON V4 AZ L-591 V4	Unid.	15.74	9.23	123	1,935.80	1,135.03	
E-1340 V3T AZ	Unid.	15.74	9.23	43	676.74	396.80	
G-1151 V3P AZ	Unid.	15.74	9.23	161	2,533.85	1,485.69	
G-1151 V3TB VE N	Unid.	15.74	9.23	154	2,423.68	1,421.10	
I-452 (S) V3T AZ	Unid.	15.74	9.23	36	566.57	332.20	
I-452 (S) V3T VE	Unid.	15.74	9.23	216	3,399.45	1,993.22	
I-716 (S) V3T VE	Unid.	15.74	9.23	19	299.03	175.33	
PATA GALLO K-470	Unid.	15.74	9.23	120	1,888.58	1,107.35	
M-820 S	Unid.	15.74	9.23	163	2,565.32	1,504.15	
O-665 V4 AZ	Unid.	15.74	9.23	181	2,848.61	1,670.25	
N-740 V4 RO (NORTE)	Unid.	15.74	9.23	81	1,274.79	747.46	
I-452 N	Unid.	15.74	9.23	304	4,784.41	2,805.28	
M-684	Unid.	15.74	9.23	360	5,665.75	3,322.04	
C-1100	Unid.	15.74	9.23	68	1,070.20	627.50	
				2,789	43,893.79	25,736.58	
						18,157.21	Diferencia en US\$ por sostenimiento mensual.

Costo de sostenimiento mes de noviembre 2020

Tabla 13. Costo de sostenimiento de noviembre 2020

SOSTENIMIENTO CON PERNOS HELICOIDALES AGOSTO- 2020	Unidad	PU con Bolter (\$)	PU con Camion emperrador (\$)	Cantidad (pza.)	Total US\$ con Bolter	Total US\$ con Camion emperrador	Observación
RAMPA 4640	Unid.	15.74	9.23	35	550.84	322.98	
TAJO O-665	Unid.	15.74	9.23	340	5,350.98	3,137.48	
TAJO N-740 N	Unid.	15.74	9.23	42	661.00	387.57	
TAJO M-684	Unid.	15.74	9.23	107	1,683.99	987.38	
ACC. M-820	Unid.	15.74	9.23	65	1,022.98	599.81	
TAJO M-935	Unid.	15.74	9.23	107	1,683.99	987.38	
TAJO L-1070	Unid.	15.74	9.23	66	1,038.72	609.04	
TAJO L-1015	Unid.	15.74	9.23	18	283.29	166.10	
TAJO K-470	Unid.	15.74	9.23	189	2,974.52	1,744.07	
TAJO M-579	Unid.	15.74	9.23	81	1,274.79	747.46	
S/N L-591 V4 SUR	Unid.	15.74	9.23	78	1,227.58	719.78	
TAJO I-452 N	Unid.	15.74	9.23	41	645.27	378.34	
TAJO I-452 S	Unid.	15.74	9.23	176	2,769.92	1,624.11	
TAJO I-550 V6-1	Unid.	15.74	9.23	275	4,328.00	2,537.67	
ACC. (-) I-550 A V6-1	Unid.	15.74	9.23	136	2,140.39	1,254.99	
S/N I-716	Unid.	15.74	9.23	65	1,022.98	599.81	
TAJO G-1151	Unid.	15.74	9.23	152	2,392.20	1,402.64	
TAJO E-1340	Unid.	15.74	9.23	130	2,045.96	1,199.63	
CAMARA C-1100	Unid.	15.74	9.23	85	1,337.75	784.37	
TAJO C-1177	Unid.	15.74	9.23	228	3,588.31	2,103.96	
TAJO C-715	Unid.	15.74	9.23	303	4,768.67	2,796.05	
Sub Total				2,719	42,792.12	25,090.63	
						17,701.48	Diferencia en US\$ por sostenimiento mensual.

Costo de sostenimiento mes de diciembre 2020

Tabla 14, Costo de sostenimiento de diciembre del 2020

SOSTENIMIENTO CON PERNOS HELICOIDALES DICIEMBRE- 2020	Unidad	PU con Bolter (\$)	PU con Camion emperrador (\$)	Cantidad (pza.)	Total US\$ con Bolter	Total US\$ con Camion emperrador	Observación
TAJO O-665	Unid.	15.74	9.23	166	2,612.54	1,531.83	
TAJO N-740 N	Unid.	15.74	9.23	141	2,219.08	1,301.13	
TAJO M-711	Unid.	15.74	9.23	93	1,463.65	858.19	
TAJO M-820	Unid.	15.74	9.23	55	865.60	507.53	
ACC. M-820	Unid.	15.74	9.23	18	283.29	166.10	
TAJO M-935	Unid.	15.74	9.23	30	472.15	276.84	
TAJO L-1070	Unid.	15.74	9.23	94	1,479.39	867.42	
TAJO K-470	Unid.	15.74	9.23	119	1,872.84	1,098.12	
TAJO L-480	Unid.	15.74	9.23	145	2,282.04	1,338.04	
TAJO M-579	Unid.	15.74	9.23	129	2,030.23	1,190.40	
TAJO I-452 V3T N	Unid.	15.74	9.23	61	960.03	562.90	
TAJO I-452 V3T B	Unid.	15.74	9.23	246	3,871.59	2,270.06	
RP I-400	Unid.	15.74	9.23	23	361.98	212.24	
TAJO I-550 V6-2	Unid.	15.74	9.23	171	2,691.23	1,577.97	
ACC. (-)I-550 A V6-1	Unid.	15.74	9.23	314	4,941.79	2,897.56	
RP K-1151	Unid.	15.74	9.23	62	975.77	572.13	
S/N I-716	Unid.	15.74	9.23	89	1,400.70	821.28	
TAJO G-1151 N	Unid.	15.74	9.23	135	2,124.65	1,245.77	
TAJO G-1151 S	Unid.	15.74	9.23	60	944.29	553.67	
TAJO E-1340	Unid.	15.74	9.23	44	692.48	406.03	
TAJO C-1177	Unid.	15.74	9.23	135	2,124.65	1,245.77	
TAJO C-715	Unid.	15.74	9.23	57	897.08	525.99	
Sub Total				2,387	37,567.04	22,026.97	
						15,540.07	Diferencia en US\$ por sostenimiento mensual.

4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Actividades realizadas:

Este trabajo comprendió la ejecución de investigaciones de campo y trabajos de gabinete.

- ✓ El trabajo de campo para esta investigación supuso las siguientes labores:
- ✓ Revisión de la información disponible
- ✓ Caracterización del método de explotación que se lleva a cavo
- ✓ Análisis de las técnicas de sostenimiento
- ✓ Análisis de la variación del precio del zinc año 2020
- ✓ Modificación del sistema de sostenimiento mediante el uso del camión con Modificación d su carrocería.
- ✓ Análisis de resultados de la aplicación en el sostenimiento
- ✓ Elaboración del informe de la investigación

4.2.2 Análisis de resultados.

El “Método de Explotación del yacimiento de la Mina Palca” se trata de un “Corte y Relleno Ascendente Mecanizado” perforado horizontalmente o “Breasting”. El relleno es detrítico proveniente de las canchas de desmonte anteriormente acumuladas en superficie y también de las labores de preparación, como rampas auxiliares, galerías, cruceros, otros.

La Explotación en los tajos es completamente Mecanizada, con Jumbos Electro hidráulicos, Scoops, maquina shotcretera (Aliva), empernadora y Anfo Truck.

El sostenimiento emplazado para lograr estabilizar el terreno requiere básicamente la instalación de pernos helicoidales de 2.25m con lechada de cemento, agregando aproximadamente 12.5Lts de Agua por cada bolsa de cemento.

En cuanto a la evolución del precio del zinc en el primer semestre del 2020 se ve claramente que a raíz de la pandemia del coronavirus el precio del zinc va en descenso, para lo cual cuando la empresa Santa Luisa unidad Palca reinicie sus operaciones debe reducir sus costos operacionales para poder seguir operando pese al costo actual del zinc.

4.3 Prueba de Hipótesis

Se buscó alternativas para poder reducir los costos de operación de la mina, una de las alternativas fue la reducción de costos en el sostenimiento para lo cual se hizo la investigación.

4.4 Discusión de Resultados

-La investigación se centró en el uso del camión categoría N2 marca Kia modelo K2500 para llevar a cabo el sostenimiento; para lo cual se tuvo que modificar la carrocería para que pueda soportar el peso y movimiento de la maquina mezcladora de concreto y dos personas sobre el piso de la carrocería.

Hecho la modificación de la carrocería se verifico la resistencia de la estructura de la carrocería para lo cual se empleó el software solidworks para determinar los esfuerzos y desplazamientos por simulación considerando el peso de la maquina mezcladora y el peso de dos personas, como resultado obtuvimos.

El esfuerzo máximo debido a la carga vertical es de 108 MPa, valor inferior al límite de 250 MPa.

La deformación máxima en dirección a la fuerza aplicada es de 2.1 mm, considerada como satisfactoria

Las dimensiones de la carrocería Baranda, montada en el vehículo categoría N2 marca KIA modelo K2500 cumplen la normatividad peruana vigente

Las uniones con soldadura por el proceso MIG de los elementos de acero ASTM A36, además de asegurar una adecuada fijación, como lo exige la NTP 383.070 en el punto 9.3; validan el enfoque del software utilizado, de considerar el conjunto de las partes de la carrocería como un solo sólido.

El cálculo de la resistencia realizado a la estructura de carrocería mediante el uso de software CAD Simulation de Solidworks, entrega valores máximos de esfuerzo normal y de desplazamiento, menores a los valores admisibles para el acero ASTM A36 y por tanto la resistencia de la estructura de la carrocería baranda, es satisfactoria.

En cuanto a los costos, el ahorro que se tiene al usar el camión para realizar el sostenimiento es significativo; cuando se usa el equipo bolter para el sostenimiento se tiene un costo de 15.74 \$/perno, y cuando se usa el camión se tiene un costo en sostenimiento de 9.23 \$/perno, lo que hace un ahorro de 6.51 \$/perno colocado

CONCLUSIONES

1. El “Método de Explotación del yacimiento de la Mina Palca” se trata de “Corte y Relleno Ascendente Mecanizado” perforado horizontalmente o “Breasting”. El relleno es detrítico proveniente de las canchas de desmonte anteriormente acumuladas en superficie y también de las labores de preparación
2. El sostenimiento emplazado para lograr estabilizar el terreno requiere básicamente la instalación de pernos helicoidales de 2.25m con lechada de cemento, agregando aproximadamente 12.5Lts de Agua por cada bolsa de cemento.
3. Otro elemento importante a tener en cuenta es el precio del zinc, debido a que en el año 2020 debido a la pandemia fue descendiendo llegando a su cotización más baja el mes de marzo el día 24, cotizándose a 1,773.5 \$/tonelada, lo que planteo la búsqueda de alternativas de reducción de costos en el minado
4. Una alternativa para la reducción de los costos fue el uso del camión categoría N2 marca Kia modelo K2500 para llevar a cabo el sostenimiento; para lo cual se tuvo que modificar la carrocería para que pueda soportar el peso y movimiento de la maquina mezcladora de concreto y dos personas sobre el piso de la carrocería.
5. se verifico la resistencia de la estructura de la carrocería para lo cual se empleó el software solidworks para determinar los esfuerzos y desplazamientos por simulación considerando el peso de la maquina mezcladora y el peso de dos personas
6. El esfuerzo máximo debido a la carga vertical es de 108 MPa, valor inferior al límite de 250 MPa. La deformación máxima en dirección a la fuerza aplicada es de 2.1 mm, considerada como satisfactoria, Las dimensiones de la carrocería Baranda, montada en el vehículo categoría N2 marca KIA modelo K2500 cumplen la normatividad peruana vigente
7. El cálculo de la resistencia realizado a la estructura de carrocería mediante el uso de software CAD Simulation de Solidworks, entrega valores máximos de esfuerzo

normal y de desplazamiento, menores a los valores admisibles para el acero ASTM A36 y por tanto la resistencia de la estructura de la carrocería baranda, es satisfactoria.

8. En cuanto a los costos, el ahorro que se tiene al usar el camión para realizar el sostenimiento es significativo; cuando se usa el equipo bolter para el sostenimiento se tiene un costo de 15.74 \$/perno, y cuando se usa el camión se tiene un costo en sostenimiento de 9.23 \$/perno, lo que hace un ahorro de 6.51 \$/perno colocado

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer extensivo el uso del camión para realizar el sostenimiento en todas las labores mineras, porque se consigue disminuir el costo del sostenimiento.
2. Seguir investigando otras alternativas de reducción de los costos operativos a fin de dar continuidad operativa de la empresa.
3. Se recomienda controlar la perforación y voladura para evitar mayores perturbaciones del macizo rocoso.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ ALVA, L. (2019). **“OPTIMIZACIÓN DEL SOSTENIMIENTO CON BARRAS HELICOIDALES Y PERNOS SPLIT SET DE 5 PIES MEDIANTE EL CONTROL DE CALIDAD ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN EN LA EMPRESA MINERA.** [tesis de licenciamiento U.N de Trujillo]repositorio institucional U.N. de Trujillo.
- ❖ BERNAL, C. (2010). **Metodología de la investigacion, tercera edicion.** Pearson Educacion de Colombia Ltda.
- ❖ Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). **Perforacion y voladura de rocas en minería.** DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Poitecnica de Madrid.
- ❖ CooperAccion. (2020). **Actualidad minera del Peru, N° 252.**
- ❖ GUILERMO, K. (2019). **Optimización de Capex - Opex en sostenimiento de labores mineras mediante pernos Hydrabolt y malla electrosoldada en la Empresa Minera Arapa S.A.C. - Arequipa.** [tesis de licenciamiento, U.N. del Altiplano]repositorio institucional U.N. del Altiplano.
- ❖ Osinergmin. (2017). **Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas.**
- ❖ INVERSIONES IAKOB S.A.C.PAREDES, H. (2019). **REDUCCIÓN DE COSTOS MEDIANTE LA OPTIMIZACIÓN DEL EQUIPO SMALL BOLTER DE SOSTENIMIENTO MECANIZADO DE LA MINA SAN RAFAEL – PUNO.** [tesis de licenciamiento U.N. del Aitiplano]repositorio institucional U.N.del Altiplano.

- ❖ QUISPE, C. (2018). ***Optimización de costos en sostenimiento con pernos helicoidales en la unidad de producción Chalhuane de la empresa minera Soledad S.A.C.*** [tesis de licenciamiento, U.N. del Altiplano]repositorio institucional U.N.del Altiplano.
- ❖ SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA PETROLEO Y ENERGIA. (2004). ***Manual de geomecanica aplicado a la prevencion de accidentes por caida de rocas.***
- ❖ Toledo, M. (2017). ***Geomecánica aplicada al diseño del sostenimiento en la unidad minera Pallca de la compañía minera Santa Luisa S.A.*** [tesis de licenciamiento U.N. Santiago Antunez de Mayolo]repositorio institucional U.N.Santiago Antunez de Mayolo.

ANEXOS

ANEXOS 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

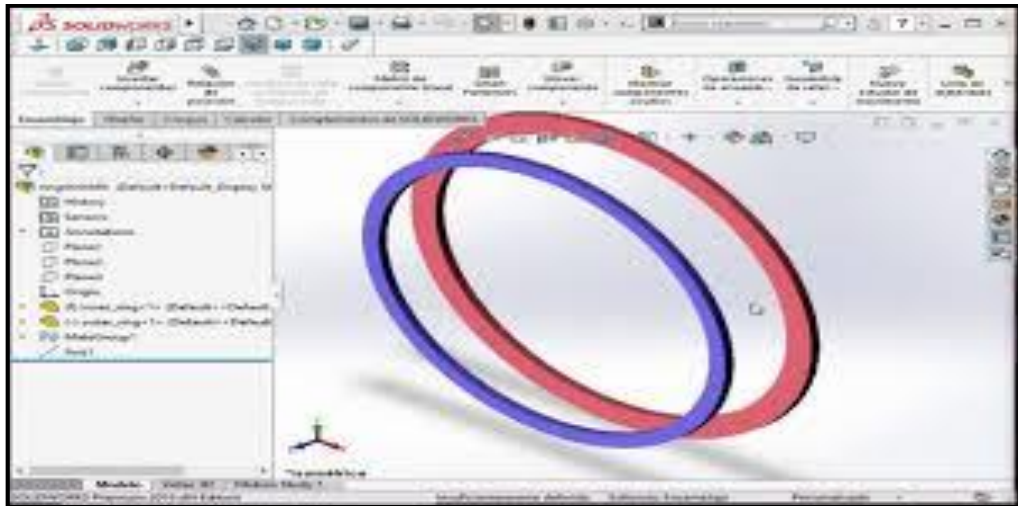
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p>Problema Principal</p> <p>¿Cómo se puede reducir los costos de sostenimiento de las labores para adecuarse a los precios actuales del zinc y poder continuar con las operaciones en la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>a.-¿De qué manera podemos mejorar el</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Reducir los costos del sostenimiento para adecuarse a los precios actuales del zinc y poder continuar con las operaciones en la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>a. Mejorar el sostenimiento para reducir los costos y poder continuar con las operaciones</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Al reducir los costos de sostenimiento de las labores podremos adecuarnos a los precios actuales del zinc y así podrá continuar con sus operaciones la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”.</p> <p>Hipótesis Específicos</p> <p>a. Al mejorar el sostenimiento de las labores y reducir los costos, podrá continuar con</p>	<p>Variable para la Hipótesis General</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variable independiente Costo de sostenimiento • Variable dependiente Continuación de operaciones <p>Variable para la Hipótesis Específicas</p>

<p>sostenimiento para reducir los costos y poder continuar con las operaciones en la Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca?</p> <p>b.-¿Cómo influirá el mejoramiento del sostenimiento en la reducción de los costos en la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”?</p>	<p>en la Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca.</p> <p>b. Determinar si el mejoramiento del sostenimiento influye para reducir los costos en la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”</p>	<p>sus operaciones la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”.</p> <p>b. El mejoramiento del sostenimiento influirá para la reducir los costos para la “Empresa Minera SANTA LUISA Unidad Palca”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Para la hipótesis a. Variable independiente ✓ Mejoramiento del sostenimiento ✓ Variable dependiente ✓ Continuación de operaciones • Para la hipótesis específica b. Variable independiente ✓ Mejoramiento de sostenimiento ✓ Variable dependiente ✓ Reducción de costos
---	---	---	--

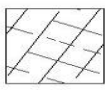
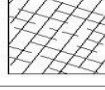

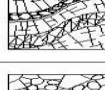

ANEXO 2

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

- El software utilizado para el diseño del equipo es el Solidworks, el cual es una de las herramientas de diseño mecánico de uso común para el cálculo de los esfuerzos y desplazamientos por simulación, basado en el método de elementos finitos (MEF).



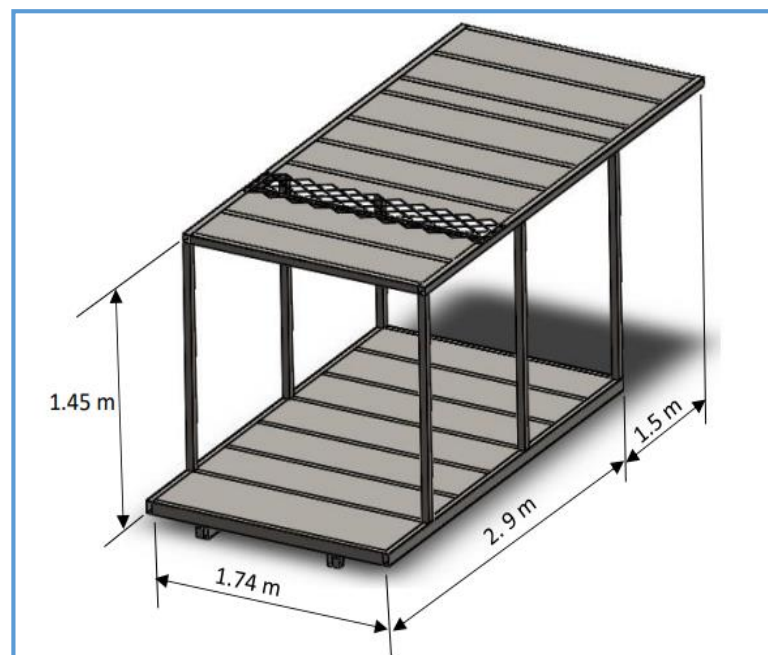
- Tabla GSI para el diseño de la malla de sostenimiento

RECOMENDACION DEL TIPO DE SOSTENIMIENTO EN FUNCION DEL INDICE DE RESISTENCIA GEOLOGICA (GSI) U.E.A. BERLIN		CONDICION SUPERFICIAL			
PARA LABORES TEMPORALES DE 3,5 m A 5,00 m A SIN SOSTENIMIENTO / PERNOS OCASIONALES DE 2,10m. B PERNOS SISTEMATICOS S/PLACA DE 2,10m E=1,5m x 1,5m. C PERNOS SISTEMATICOS DE S/PLACA 2,10m E=1,2m x 1,2m. D MALLA + PERNOS SISTEMATICOS C/PLACA DE 2,10m E=1,2mx1,2m. E SEGUN RECOMENDACION GEOMECANICA. F SEGON RECOMENDACION GEOMECANICA.		BUENA (RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA) DISCONTINUIDADES RUGOSAS, LEV. ALTERADA, MANCHAS DE OXIDACION. (Rc: 100 A 250 MPa) (SE ROMPE CON VARIOS GOLPES DE PROTA)			
PARA LABORES PERMANENTES DE 3,5 m A 5,0 m A SIN SOSTENIMIENTO / PERNOS OCASIONALES DE 2,10m. B PERNOS SISTEMATICOS C/PLACA DE 2,10m E=1,5m x 1,5m. C MALLA + PERNOS SISTEMATICOS C/PLACA DE 2,10m E=1,2mx1,2m. D SHOTCRETE 25 + PERNOS SISTEMATICOS C/PLACA DE 2,10m E=1,5m x 1,5m. E SHOTCRETE 35 + PERNOS SISTEMATICOS C/PLACA DE 2,10m E=1,5m x 1,5m. USO DE FORE PILING DE SER NECESARIO. F CUADROS DE ACERO O FORE PILING A SECCION COMPLETA E=0,4m + SHOTCRETE 35.		REGULAR (MODER. RESIST., LEVE A MODER. ALTER.) DISCONTINUIDADES LISAS, MOD. ALTERADA, LIGERAMENTE ABIERTAS. (Rc: 50 A 100 MPa) (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE PROTA)			
ESTRUCTURA  LEVEMENTE FRACTURADA, TRES A MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES, MUY ESPACIADAS ENTRE SI. (RQD > 75). (2 A 5 FRACTURAS POR METRO).		LF/B	LF/R	LF/P	-
 FRACTURADA, MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES. (RQD 50 - 75). (6 A 12 FRACT. POR METRO)		F/B	F/R	F/P	-
 MUY FRACTURADA, MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES. (RQD 25 - 50). (12 A 20 FRACT. POR METRO)		MF/B	MF/R	MF/P	MF/MP
 INTENSAMENTE FRACTURADA, PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO, CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES. (RQD 0 - 25). (MAS DE 20 FRACT. POR METRO)		-	IF/R	IF/P	IF/MP
 TRITURADA O BRECHADA, LIGERAMENTE TRABADA, MASA ROCOSA EXTREMADAMENTE ROTA CON UNA MEZCLA DE FRAGMENTOS FACILMENTE DISREGGABLES, ANGULOSOS Y REDONDEADOS. (RQD = 0%)		-	T/R	T/P	T/MP

3.- Chasis del camión KIA 2500 donde se montará la bandara y el equipo de Inyección de cemento.



4.- Dimensiones Globales de la carrocería bandara



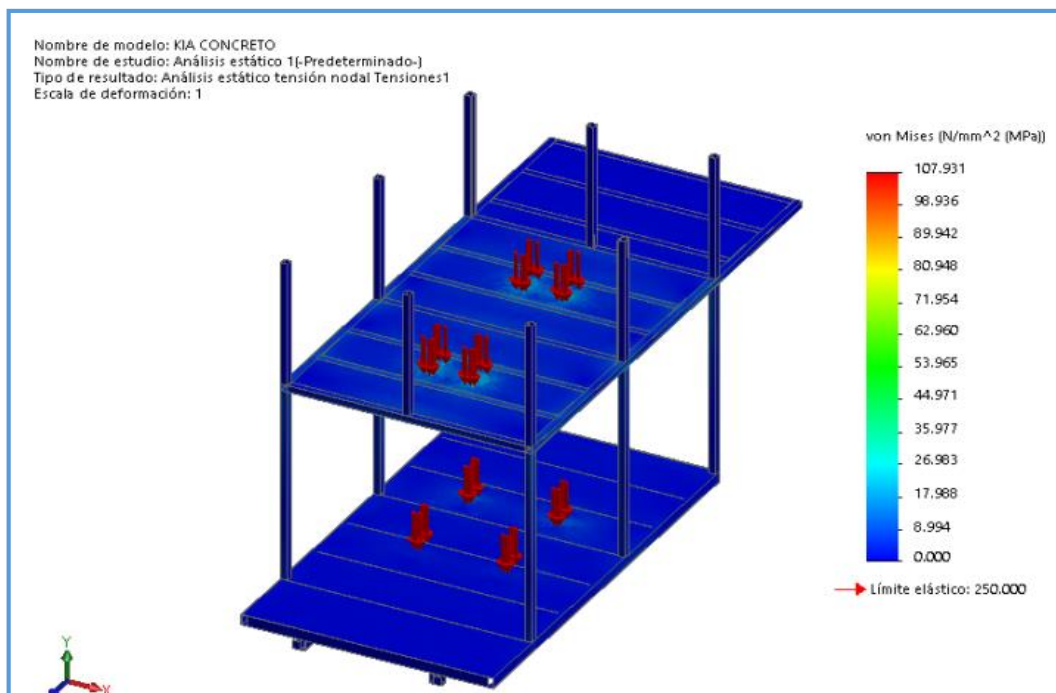
5.- Vista de la carrocería instalada en el vehículo de placa BFD – 865, donde se procedió a realizar las pruebas.



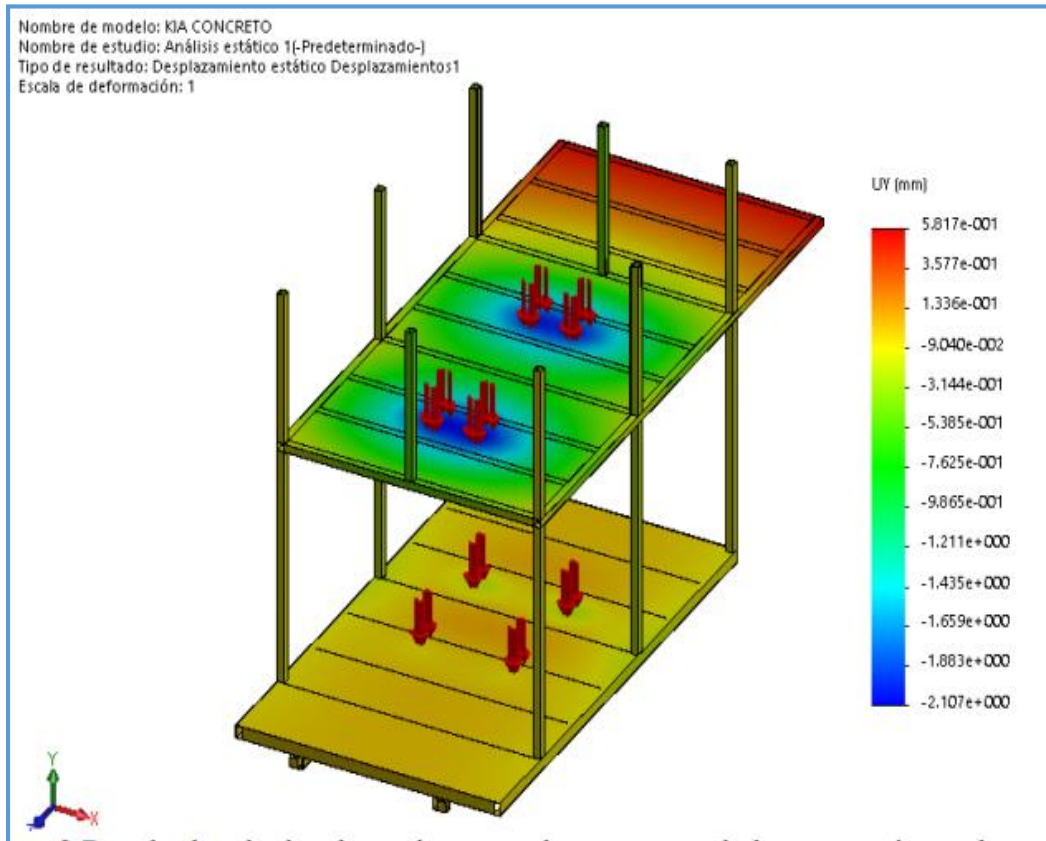
ANEXO 03

PROCEDIMIENTO DE VALIDACION Y CONFIABILIDAD

6.- Resultados de esfuerzos en estructura de carrocería



7.- Resultados de desplazamientos en la estructura de la carrocería por la carga vertical en el piso 1 y en el piso 2.



8.- Camión con la baranda y bomba de inyección instalada.



**9.- Cuadro comparativo, diferencia de costos uso de bolter vs camión
empernador mes de agosto 2020**

SOSTENIMIENTO CON PERNOS HELICOIDALES AGOSTO- 2020	Unidad	PU con Bolter (\$)	PU con Camion empernador (\$)	Cantidad (pza.)	Total US\$ con Bolter	Total US\$ con Camion empernador	Observación
ACC (-) M-820 POR ZAPATTO	Unid.	15.74	9.23	39	613.79	359.89	
RP (-) I-550 V6	Unid.	15.74	9.23	169	2,659.75	1,559.51	
ACC (-) I-716 S	Unid.	15.74	9.23	21	330.50	193.79	
ACC (-) L-1015	Unid.	15.74	9.23	24	377.72	221.47	
RP (+) 4640	Unid.	15.74	9.23	34	535.10	313.75	
ACC de L-1015 (N) a V3TA 899 AZ	Unid.	15.74	9.23	24	377.72	221.47	
ACC V3 M-935	Unid.	15.74	9.23	81	1,274.79	747.46	
CAMARA RP M-546	Unid.	15.74	9.23	113	1,778.41	1,042.75	
4080 V3T C-1177 AZ	Unid.	15.74	9.23	52	818.39	479.85	
CAMPEON V3TB RO (L-721 V3)	Unid.	15.74	9.23	187	2,943.04	1,725.62	
CAMPEON V5 AZ L-591 V5	Unid.	15.74	9.23	16	251.81	147.65	
CAMPEON V4 AZ L-591 V4	Unid.	15.74	9.23	123	1,935.80	1,135.03	
E-1340 V3T AZ	Unid.	15.74	9.23	43	676.74	396.80	
G-1151 V3P AZ	Unid.	15.74	9.23	161	2,533.85	1,485.69	
G-1151 V3TB VE N	Unid.	15.74	9.23	154	2,423.68	1,421.10	
I-452 (S) V3T AZ	Unid.	15.74	9.23	36	566.57	332.20	
I-452 (S) V3T VE	Unid.	15.74	9.23	216	3,399.45	1,993.22	
I-716 (S) V3T VE	Unid.	15.74	9.23	19	299.03	175.33	
PATA GALLO K-470	Unid.	15.74	9.23	120	1,888.58	1,107.35	
M-820 S	Unid.	15.74	9.23	163	2,565.32	1,504.15	
O-665 V4 AZ	Unid.	15.74	9.23	181	2,848.61	1,670.25	
N-740 V4 RO (NORTE)	Unid.	15.74	9.23	81	1,274.79	747.46	
I-452 N	Unid.	15.74	9.23	304	4,784.41	2,805.28	
M-684	Unid.	15.74	9.23	360	5,665.75	3,322.04	
C-1100	Unid.	15.74	9.23	68	1,070.20	627.50	
				2,789	43,893.79	25,736.58	
						18,157.21	Diferencia en US\$ por sostenimiento mensual.

10.- Pruebas de pull test, durante todo el año 2020, para verificar la trabajabilidad de los mismos que como mínimo resisten 18 TN y como máximo 25 TN

