



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE**  
**MINAS**

Análisis técnico-económico entre pernos helicoidales y cuadros de  
madera para determinar el sostenimiento óptimo en la mina Los Andes  
– Ancash

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

**AUTORES:**

Sanchez Barturen, Jose Gustavo ([orcid.org/0000-0003-1423-4089](https://orcid.org/0000-0003-1423-4089))

Torres Niquen, Tarsy Saray ([orcid.org/0000-0002-3305-4924](https://orcid.org/0000-0002-3305-4924))

**ASESORA:**

Dra. Salazar Cabrejos, Rosa Eliana ([orcid.org/0000-0002-1144-2037](https://orcid.org/0000-0002-1144-2037))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Perforación y voladura de rocas

CHICLAYO – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A mis padres José Sánchez y Consuelo Barturén quienes me enseñaron la importancia de la justicia y la empatía, y por su absoluto apoyo durante mi etapa universitaria.

A mis hermanos, amigos y docentes quienes me ayudaron a crecer como profesional y como persona.

Finalmente, dedico esta tesis a mí mismo en símbolo de aprecio y satisfacción por la culminación de mi vida universitaria.

**Gustavo Sánchez Barturén**

Esta investigación está dedicada a mis padres Karla Niquén Ch. y Segundo Torres M. Por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación académica.

También se la dedico a mis segundos padres, los mismos que siempre estuvieron para mí, Holanda Chuecas y Carlos Niquén por haberme dado los valores y virtudes que me caracterizan y también acompañarme en todo este proceso.

Finalmente está dedicada a mi persona, porque día a día me esforcé para sacar adelante esta investigación, hubo muchos bajones que supe sacar adelante y hoy me siento muy grata y satisfecha de haber cumplido un objetivo más.

**Tarsy Torres Niquén**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradecer a nuestro Dios todo poderoso, por darme la oportunidad de culminar esta investigación que es de gran importancia, por siempre darme fortalezas para no rendirme en el proceso, por su bondad y misericordia. También agradecer a mis padres, a mis abuelos, por el apoyo incondicional, por siempre confiar en mí y por ser parte de mi crecimiento profesional y formativo a lo largo de mis 22 años.

Finalmente agradecer a dos profesionales muy exitosos con una larga experiencia y capacitaciones Ing. Carla Mena Nevado, Ing Solio Arango Retamozo y al Ing. Gilberto Donayre Quispe quienes siempre estuvieron atentos ante cualquier duda que me surgió, también me compartieron muchas experiencias y conocimientos

**Saray Torres Niquen**

A mi madre por brindándome su incondicional apoyo, incentivarme a no rendirme y siempre alentarme a buscar una solución a cualquier problema que se suscitó durante la realización de la presente tesis.

A mi padre quien siempre supo decirme las palabras correctas en el momento correcto y, quien, junto con mi madre son los principales pilares de mi carácter.

Agradecer a todos los buenos ingenieros quienes me compartieron sus conocimientos durante mi vida universitaria, en especial a la Ing. Carla Mena Nevado, Ing Solio Arango Retamozo y al Ing. Gilberto Donayre Quispe, quienes siempre estuvieron atentos y dispuestos a apoyarnos ante cualquier duda durante la elaboración de la tesis.

**Gustavo Sánchez Barturén**

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de cuadros .....	v
Resumen .....	vi
Abstract .....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2 Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	13
3.5. Procedimientos .....	14
3.6. Método de análisis de datos .....	16
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSION.....	35
VI. CONCLUSIONES .....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	40
REFERENCIAS .....	41
ANEXOS.....	52

## Índice de cuadros

Cuadro 1: <i>Generalidades de la Concesión Luz Angelina I</i> .....	19
Cuadro 2: <i>Coordenadas UTM</i> .....	20
Cuadro 3: <i>Geometría del yacimiento</i> .....	21
Cuadro 4: <i>Estimación de leyes del yacimiento</i> .....	22
Cuadro 5: <i>Comparación de costos de transporte</i> .....	23
Cuadro 6: <i>Costo de perno helicoidal de 6 pies</i> .....	25
Cuadro 7: <i>Costos de cuadro armado de 6'x7'</i> .....	29
Cuadro 8: <i>Tiempo de transporte de material de sostenimiento</i> .....	30
Cuadro 9: <i>Comparación de espacio ocupado</i> .....	31
Cuadro 10: <i>Comparación de susceptibilidad a la humedad</i> .....	32
Cuadro 11: <i>Comparación de tiempos de instalación</i> .....	33

## Resumen

La presente investigación tuvo por finalidad el reemplazo del actual sostenimiento con cuadros de madera, mediante la aplicación de pernos helicoidales, siendo estos un sistema eficiente para la estabilidad de las labores en dicha unidad de producción. La investigación surgió por la observación de la problemática, la misma que se encuentra vinculada con la inestabilidad de las labores de desarrollo en la unidad de producción Pallasca. Para dicha investigación se trabajó como muestra a la galería 700 SW, haciendo uso de un enfoque cuantitativo y un diseño de investigación no experimental transversal explicativo. Cabe mencionar, que en las etapas de procesamiento de datos se tomó los métodos analíticos, las técnicas de observación y análisis documental que fueron validados; además, se realizó un análisis de laboratorio a la muestra extraída para poder obtener los datos geomecánicos de la labor. Dichos procedimientos utilizan esta metodología como un respaldo a la investigación, teniendo un sustento verídico y seriedad respectiva. Finalmente, como resultados en la investigación se obtuvo que los pernos helicoidales presentan una ventaja técnica- económica superior a los cuadros de madera, con lo cual se puede concluir que el tipo de sostenimiento óptimo en la mina los Andes son los pernos helicoidales.

**Palabras clave:** sostenimiento, pernos de helicoidales, análisis, costos.

## **Abstract**

The purpose of the present investigation was to replace the current support with wooden pillars, through the application of helical bolts, these being an efficient system for the stability of the work in said production unit. The investigation arose from the observation of the problem, which is linked to the instability of development work in the Pallasca production unit. For this investigation, the 700 SW gallery was used as a sample, using a quantitative approach and an explanatory cross-sectional non-experimental research design. It is worth mentioning that in the data processing stages, analytical methods, observation techniques and documentary analysis were used, which were validated; In addition, a laboratory analysis was carried out on the extracted sample in order to obtain the geomechanical data of the work. Said procedures use this methodology as an endorsement to the investigation, having a true support and respective seriousness. Finally, as a result of the research, it was obtained that the helical bolts have a superior technical-economic advantage over the wooden pillars, with which it can be concluded that the optimal type of support in the Andes mine is the helical bolts.

**Keywords:** mining support, helical bolts, analysis, costs.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La necesidad del sostenimiento en minería subterránea se debe a que esta proporciona seguridad al personal, maquinaria y equipo. Además, podría ser considerado el procedimiento más efectivo para asegurar las magnitudes requeridas para la excavación y simultáneamente cubrir las necesidades de producción en el lapso de explotación. Motivo por el cual, es una labor muy importante en las actividades mineras. Así mismo, según el tipo de roca o el nivel de fracturamiento de la misma, el costo para implementar un tipo de sostenimiento acorde a la situación de la labor con inestabilidad es una variable muy importante a la hora de tomar una decisión.

La realidad problemática que se presentó en la empresa minera Los Andes fue el elevado costo de instalación de cuadros de madera, así mismo estos no favorecen a la buena circulación de aire y, a su vez, conlleva que los trabajadores que se encuentren laborando dentro de mina tengan la necesidad de salir del socavón para oxigenarse; y en consecuencia se percibiría un decrecimiento en los tiempos efectivos laborables. Cabe mencionar, que este tipo de sostenimiento fue utilizado en la empresa Minera los Andes la cual está ubicada en la provincia de Pallasca - Región Ancash, distrito de Lacabamba. Además, la ubicación del punto central donde se desarrolla la actividad minera en coordenadas UTM WGS son Norte: 9086100 y Este: 177645, encontrándose este a una altitud comprendida entre los 3,600 y 4,000 msnm.

Una de las causas del problema que se planteó fue el actual estado de la roca la cual presentó fracturas y, en consecuencia, generó un incremento en los costos de sostenimiento con cuadros de madera, ya que de acuerdo al estado de la roca y su nivel de fracturamiento, se tendrá que reducir la distancia entre cuadro y cuadro, lo que conlleva a usar una mayor cantidad de madera. Tal como lo confirma Cecenario (2019) la calidad de la roca y las diversas fallas o discontinuidades geológicas van a influir en la cantidad de material de sostenimiento a utilizar, debido a que se necesitará distribuir las cargas de la roca inestable en más puntos de apoyo.



Otro factor categórico fue el limitado tiempo de vida de la madera, la cual va a depender de las condiciones ambientales en las que se trabaje (humedad, calor, agua) y agentes geológicos. En consecuencia, esto implica el reiterado cambio de cuadros de madera en las labores; lo cual conlleva a un incremento en los costos de mantenimiento. Es importante destacar que la madera tiene un tiempo estimado de durabilidad que fluctúa entre 8 a 12 meses (sin curado). Tal como lo confirmó Champi y López (2018) la aplicación del sostenimiento con madera que se ha dado frente a los avances desarrollados en las labores subterráneas es gracias a las técnicas de control para tener una buena estabilidad del terreno. Cabe mencionar que su uso como sostenimiento es fundamental, pero tiene algunos inconvenientes como: limitado tiempo de vida (descomposición a causa de hongos) e inflamabilidad.

Otro motivo que causó la problemática planteada fue la relativa larga duración de instalación de los cuadros de madera, los cuales requiere de un especialista en trabajos de madera, y esto demanda un tiempo de instalación adicional, y en consecuencia, se vería un incremento en los costos de instalación. Para Escalante (2017) no dice que en el ciclo de minado se demanda un tiempo extra, ya que existen inconvenientes con la instalación, abastecimiento y transporte del material de sostenimiento.

Además, se realizó la formulación de problema con la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles con las ventajas técnico – económicas que ofrecen los sostenimientos con pernos helicoidales y cuadros de madera? Y para ello se formuló la siguiente hipótesis de investigación: Si se elabora un análisis técnico - económico entonces se podrá determinar las ventajas que ofrecen los sostenimientos con pernos helicoidales y cuadros de madera.

Las justificaciones que incitaron el presente proyecto de investigación fueron realizadas a través de un carácter teórico y práctico. Fue una justificación teórica, porque la investigación se planteó por medio de la utilización de fundamentos

teórico y criterios expuestos a cerca de las ventajas técnico - económica para determinar un óptimo sostenimiento, a fin de mejorar la estabilidad de las labores

subterránea de la mina Los Andes. Así mismo, la justificación práctica porque conforme con los objetivos propuestos se alcanzó una solución frente al problema planteado, ya que, teniendo en cuenta parámetros técnicos y económicos, se determinó el mejor sistema de sostenimiento.

Ante lo expuesto, se planteó el siguiente objetivo general: Elaborar el análisis técnico - económico entre pernos helicoidales y cuadros de madera para determinar el sostenimiento óptimo en la mina los Andes – Ancash. Y para ello se tuvieron los siguientes objetivos específicos: Recopilar datos e información del macizo rocoso en las labores de la mina Los Andes para identificar las características geomecánicas de la roca. Así mismo, comparar las ventajas técnico - económicas del sostenimiento con pernos helicoidales contraste con los cuadros de madera. Además, determinar el tipo de sostenimiento óptimo para incrementar la rentabilidad en la mina Los Andes, Ancash.

## II. MARCO TEÓRICO

La idea central de la investigación es poder elaborar un análisis técnico – económico entre pernos helicoidales y cuadros de madera, con el propósito de determinar el tipo de sostenimiento adecuado según las características actuales de la labor. Teniendo en cuenta que, el sostenimiento que se lleva a cabo en la unidad minera es con cuadros de madera, la cual tiene un limitado tiempo de vida. Entre los antecedentes que respaldan la presente investigación se tiene a:

Paredes (2019) en su tesis titulada “Reducción de costos mediante la optimización del equipo Small Bolter de sostenimiento mecanizado de la Mina San Rafael–Puno”. Tuvo como objetivo optimizar los costos del sostenimiento con la utilización de los pernos helicoidales. Así mismo obtuvo como resultado que de acuerdo con todos los indicadores de aspectos económicos se tiene una reducción en costos de 9.37% al aplicarlo reemplazando la madera, esto debido a que también existe la ayuda de la tecnología de un equipo para su colocación (Small bolter). Cabe mencionar que esta investigación es de suma importancia, ya que se aplica un análisis específico para poder obtener como resultado que sostenimiento es el más óptimo dentro del ámbito económico.

Barrera (2020) en su tesis “Estudio en fortificación de perno anclaje e inyección “, tuvo como objetivo realizar una evaluación geomecánica y geológicas al macizo rocoso. Así mismo, obtuvo como resultado que el RMR varía entre una buena calidad de roca tipo II a regular de tipo III. Además, se concluyó los estándares geomecánicos son solamente una guía para escoger el sostenimiento, ya que un diseño de sostenimiento está basado tanto a las condiciones como a las evaluaciones in situ del macizo rocoso. Esta investigación se realizó con el propósito de determinar el sostenimiento más adecuado, el mismo que se encuentra sometido a altos esfuerzos.

Lazo (2020) en su tesis titulada “Optimización del sistema de sostenimiento de las labores subterráneas para una mina con problemas de altos esfuerzos”, tuvo como objetivo realizar una evaluación geomecánica de la roca, así como realizar estudios sísmicos para optimizar el mejor sostenimiento en las labores con altos esfuerzos. Tuvo como resultado que el RMR de la roca mineralizada está en un rango de 23 – 58 y de la roca encajonante 60 – 80. Llegó a la conclusión que los actuales pernos helicoidales con resina no son sufrientes para soportar las labores, por tal razón recomienda el uso inmediato de hydrabolt. Finalmente, esta investigación es de suma importancia pues abarca parámetros poco usado en minería para elegir un tipo de sostenimiento; es decir, los parámetros sísmicos.

Herrera (2021) en su tesis “Evaluación geomecánica para el diseño del sostenimiento del túnel de exploración Chaquicocha Fase II-Minera Yanacocha SRL, 2018”. Tuvo como objetivo realizar relaciones geomecánicas a la matriz rocosa de un determinado túnel para diseñar su adecuado sostenimiento. Tuvo como resultado que la roca del túnel tiene una calidad buena tipo II a regular tipo III-A. así mismo concluyo que el mejor diseño de sostenimiento aplicado a dicho túnel es con pernos Split set y shotcrete adquiriendo una capacidad de soporte acumulada de 35 MPa, lo suficiente para asegurar un comportamiento estable del túnel. Finalmente, esta investigación es de suma importancia pues aporta grandes conocimientos a la rama de la ingeniería en sostenimiento de minas subterráneas.

Giraldo (2020) en su tesis “Optimización del diámetro de taladros en el sostenimiento de macizos rocosos con pernos de roca y sus efectos ambientales” tuvo como objetivo hallar la capacidad de soporte de los pernos Split set en función a su diámetro. Tuvo como resultado la longitud efectiva para los pernos en minería es de 3 pies, además, el perno que tiene mayor acoplamiento son los hydrabolt. Así mismo, concluyó que los peros hydrabolt tienen mayor capacidad de anclaje que los Swellex. Finalmente, esta investigación fue de suma importancia ya que brinda un gran aporte en el campo del sostenimiento con pernos de anclaje, ayudando así a futuras investigaciones.

Vargas (2017) en su tesis “Optimización del sostenimiento con shocrete usando desmonte zarandeado como agregado, en la construcción de la rampa principal – marsa”, tuvo como objetivo optimizar el sostenimiento y reducir los costos aplicando un sostenimiento adecuado, teniendo en cuenta las condiciones geológicas a las que se encuentran sometidas. Así mismo, obtuvo como resultado que la roca es de tipo mala IV, teniendo un rango de RMR de 35 – 42. Así mismo, concluyo que la roca lo ideal sería usar un tipo de sostenimiento con shocrete, debido a la mala calidad de la roca. Finalmente, la importancia de este trabajo reside en la aplicación del shocrete en labores con un tipo de roca de calidad mala.

Blanco (2018) en su tesis “Caracterización geomecánica para el análisis de pernos hydrabolt en el sostenimiento de labores subterráneas Compañía Minera Casapalca”, tuvo como objetivo realizar un estudio geomecánico de las labores para poner a prueba la aplicabilidad de los pernos hydrabolt. Tuvo como resultado un RMR que está en el rango de 68 – 59, es decir, rocas de tipo II y III, respectivamente. Así mismo, se calculó un índice Q de 35.48, con una DE 7.5. Además, concluyó que el perno hydrabolt de 5 pies puede soportar hasta 11.2 toneladas, por otro lado, los de 7 pies soportan 10.6. Finalmente, esta investigación fue de suma importancia debido a que se realizaron estudios prácticos del hydrabolt por lo que resalta su gran utilidad en minería.

Sandoval (2018) en su tesis “Estudio geomecánico para un óptimo diseño de la excavación y sostenimiento – mina Yauricocha S.A. región Lima”, tuvo como objetivo hacer un estudio geomecánico de la matriz rocosa para poder determinar sus características geomecánicas y de esta manera realizar un diseño de sostenimiento óptimo. Tuvo como resultado que el tipo de roca encontrado va de mala a muy mala, con un índice de GSI de IF/R y F/MP, así mismo se encontraron muchas discontinuidades y fallas. Además, concluyó que se debe seguir utilizando el mismo tipo de sostenimiento y el método de minado debe ser Sublevel Caving. Finalmente, esta investigación fue de suma importancia debido a que ayudo a

reforzar la idea de un adecuado tipo de sostenimiento, aportando precedentes para futuras investigaciones.

Carbajal (2019) en su tesis titulada "Optimización de costos de sostenimiento con pernos helicoidales en túnel de desvío del Río de la presa Angostura del Proyecto Majes-Siguas II, Tuvo como objetivo la optimización de los costos de la instalación y perforación haciendo uso de los pernos helicoidales en el túnel del proyecto

Majes- Siguas II. Así mismo, sintetizó que el costo de los pernos helicoidales con la medida de 32 mm y 25 mm redujeron su costo a 5.80 y 3.61 dólares respectivamente, lo que como consecuencia da un resultado de 9.37% de ahorro neto de los costos de sostenimiento con pernos helicoidales. Además, este trabajo previo se realizó con el propósito de optimizar los costos del sostenimiento con pernos helicoidales los mismos que son utilizados con dos diámetros diferentes que al ser escogidos produce en consecuencia un ahorro debido a que provocará un buen refuerzo de sostenimiento y ya no se tendría que estar reemplazando por otro.

Entre las teorías y enfoques conceptuales que enmarca la investigación tenemos que, para el Mendieta (2017), la geomecánica es aquella disciplina que se encarga del estudio específico de las características mecánicas de los diversos materiales geológicos que van a conformar las rocas. Así mismo, se basa en definiciones y teorías sobre la mecánica de los suelos y mecánica de las rocas. Cabe mencionar que para el Organismo supervisor de la inversión en energía y minas (2017) define a la geomecánica como aquella rama que estudia la reacción de la roca o macizo rocoso cuando es alterado por las fuerzas del ambiente físico.

López y Ruiz (2020) nos dice que se deben tomar consideraciones para tomar un buen sostenimiento, las cuales son las siguientes: las características geológicas, su estructura, características geomecánicas, RMR, las discontinuidades, el nivel de tensión y el porcentaje de agua subterránea. Así mismo, para Pantaweesak, Sontamino y Tonnyayopas (2019) definen que RMR es un parámetro que nos permite clasificar de manera precisa la calidad de roca de un determinado punto de

estudio, de este modo, nos permite obtener información sobre la roca estudiada para luego implementar un adecuado sostenimiento.

Se sabe que, en toda explotación minera se realizará algún tipo de sostenimiento a las labores. Por lo que, este es un trabajo adicional de alto costo que va a depender al tipo de sostenimiento que se lleve a cabo. Así mismo, Ovalle (2019) afirma que el sostenimiento en minería subterránea es de gran importancia como seguridad del personal y de los equipos que se encuentren laborando (operando). En la minería subterránea se sabe que cuando se realiza una labor al interior de esta, habrá espacios vacíos que son inestables a consecuencia de la rotura o fractura de la roca. Por ello será fundamental apoyarlos sobre un refuerzo o también llamado sostenimiento que sea adecuado de acuerdo con el tipo de la roca.

Gutiérrez (2019) afirma que el sostenimiento activo es aquel sostenimiento que se realiza dentro de la roca como los pernos helicoidales con resina o cemento, pernos de anclaje. Además, tiene las siguientes ventajas: Se incrementa el tamaño efectivo de los diferentes bloques, encima de las coronas forman un arco compresivo y a los bloques sueltos los suspende.

Sostenimiento pasivo: este sostenimiento se lleva a cabo al exterior de la roca y se utilizan los cuadros de madera, cimbras, gatas de fricción, malla electrosoldada. Además, cuenta con las siguientes ventajas: Realiza el control del desprendimiento de la parte superficial de la roca, además origina que la superficie sea más amplia y que se pueda dar una distribución de cargas.

Tacuri (2017) nos dice que la madera es uno de los materiales que son económicos en su mayoría de casos es satisfactoria por su resistencia. Así mismo tiene la característica de tener poca duración siendo desfavorable, ello va a depender de las condiciones a las que este expuesta. Se tienen diferentes tipos de sostenimiento como puntales, cuadros cónicos, cuadros rectos, cuadros cojos, conjuntos de cuadros

Para Herrera (2020), Los pernos de anclaje están conformados por una varilla de acero y una placa que puede ser cóncava o plana y que son utilizadas como un tipo de sostenimiento de los proyectos mineros tanto subterráneos (túneles o labores mineras) como superficiales (estabilización de taludes). Asimismo, según Kim (2018) y Mohajerani (2016), coinciden que este tipo de sostenimiento brinda una estabilidad inmediata después de haberlo instalado, además que los precios de los pernos son relativamente baratos, aunque esto va a depender a la cantidad y tipo de pernos a utilizar.

Según Matamorros (2019) los pernos helicoidales controlan las diferentes inestabilidades de una mina subterránea y superficiales, el mismo que sirve como refuerzo. Además, tiene una gran ventaja de diseño y estabilidad. Asimismo, según Orang (2021), existen diferentes diámetros como: 19 mm, 25mm, 32mm y 22 mm con longitudes desde 1.5 metros a 12 m. Los cuales se podrán utilizar para el sostenimiento en el sector minero según el tipo de roca y necesidad de la labor.

Para Anchiraico y Rojas (2020) el costo de transporte se define como el cobro por transportar la materia prima o un producto, el cual es pagado por la empresa contratista. Es decir, es el costo por transportar los cuadros de madera o los pernos helicoidales a la labor a sostener, abarcando desde el lugar de expedición de los materiales hasta la plataforma de la mina, y posterior traslado al almacén de la minera. Así mismo, para Gupta (2021) afirma que se podría tomar en cuenta el costo de combustible y el desgaste del vehículo como parte de los costos de transporte

Para Goñaz (2016) y Voloshyna (2017), coinciden que los costos de materiales son aquellos gastos que se utilizan para la fabricación de un bien o producto. En otras palabras, son los costos que se cargarán para la compra de los materiales de sostenimiento, es decir, los gastos de la compra de los cuadros de madera o los pernos helicoidales.



Para Enríquez y Huiza (2019) los costos de instalación son todos los costos a lo que incurre la empresa cuando va a desarrollar una actividad que implica el desarrollo de un nuevo punto de instalación. En otros escenarios, como en el ámbito minero, se entiende a los costos de instalación como los gastos de los equipos de estación de pernos o de otras labores. Así mismo, Pospelova (2019) afirma que, en las labores de sostenimiento, se toma como costos de instalación a todos aquellos equipo o maquinarias que se utilizan para la instalación de los pernos de anclaje o los cuadros de madera.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

El tipo de investigación que se utilizó en la presente tesis fue aplicado, porque buscó elaborar un análisis técnico - económico entre pernos helicoidales y cuadros de madera para determinar el sostenimiento óptimo en la mina los Andes. Para Bedoya (2020) el tipo de investigación aplicada es aquella que enlaza de manera rigurosa la práctica con la teoría. En otras palabras, intenta encontrar una solución para problema planteado a través de los resultados o productos.

En cuanto al diseño de investigación de la presente tesis fue no experimental, debido a que no se manipularon deliberadamente las variables planteadas. A todo esto, se realizó un análisis económico entre pernos helicoidales y cuadros de madera, considerando los costos de aplicación, costos de materiales, el tipo de cambio actual del dólar. Así mismo, se realizó un análisis técnico de los mismos, considerando su tiempo de vida útil, su resistencia como tipo sostenimiento y su vulnerabilidad a agentes externos. Tal como concuerdan Maxwell (2019) y Sileyew (2019), una investigación se denomina no experimental cuando sus variables no han sido manipuladas intencionalmente. Es decir, el autor observa su unidad de estudio tal y como se muestra, con la intención de analizarla sin ningún tipo de manipulación sobre las variables.

Así mismo, de acuerdo con los niveles de investigación fue explicativa, puesto que no solo se llevó a cabo una descripción de la problemática, sino que también se expuso o explicó los argumentos de dicha investigación, de tal forma que se pudo determinar las causas y consecuencias de la realidad problemática. Para Carampoma (2015) y Guerin (2018), este tipo de investigación es de las más frecuentes dentro del ámbito científico, pues muchos de los trabajos buscan explicar una innovación. Cabe mencionar que esta investigación se encarga de especificar las causas y consecuencias que están relacionadas a la problemática de la investigación.

### 3.2 Variables y operacionalización

Como se mencionó en los párrafos anteriores, nuestra investigación consta de dos variables. La primera es el análisis técnico – económico de (variable independiente) y la segunda es el sostenimiento óptimo (variable dependiente).

#### Definición Conceptual

**Variable independiente:** Para Cuadros (2018) el análisis técnico-económico es aquel estudio que realizan los mercados financieros los cuales se basan en una base de datos. Así mismo estas siguen patrones y grandes tendencias de cotizaciones.

**Variable dependiente:** Según Orellana (2020) el sostenimiento óptimo es aquel tipo de sostenimiento idóneo para una determinada excavación subterránea, previo análisis o estudio de las diferentes variables presentes en la no labor.

#### Definición operacional

**Variable independiente:** El análisis técnico-económico está en función de un estudio de parámetros técnicos de ambos tipos de sostenimiento, teniendo en cuenta la capacidad de soporte, vulnerabilidad ante agente externos, costos de instalación, costos de transporte, costo de material

**Variable dependiente:** El sostenimiento óptimo estará en función a los resultados de la evaluación técnica y económica de los sostenimientos en estudio, teniendo en cuenta el tipo de roca, los costos de instalación y seguridad de labor

**Dimensión:** Para la variable independiente son, criterios del estudio del mercado utilizando análisis técnico y económico. Y para la variable dependiente son, datos de la labor minera y su estabilidad aplicando un sostenimiento óptimo.

**Indicadores:** Por un lado, para la variable independiente sus indicadores fueron: tipo de instalación, seguridad en la labor, durabilidad del tipo de sostenimiento, costo de transporte, costo de mantenimiento, costo de materiales, costo de instalación y para la variable dependiente: medición geomecánica, cálculo empírico (uso de la picota), tipo de labor minera, RMR y el tipo de roca.

**Escala de medición:** Para este trabajo de investigación se consideraron las escalas de mediciones ordinal y nominal.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

En la presente tesis de investigación tuvo como población a la galería Luz Angélica en la mina Los Andes. Como concuerdan Swart (2019) y Pastor (2019), una población es un conjunto de lo que el autor está interesado en estudiar, este conglomerado usualmente está conformado por personas, objetos o eventos.

#### **Criterio de inclusión**

Incluimos a toda la galería Luz Angélica de la mina Los Andes.

#### **Criterio de exclusión**

Como único criterio de exclusión tomamos a cruceros, rampas chimeneas.

-

#### **Muestra**

Actualmente la mina Los Andes solo presenta una única galería operativa, razón por el cual, nuestra investigación tuvo como muestra a la misma población, es decir, a la galería Luz Angélica en la mina Los Andes Ancash. Debido a que, en la actualidad, no se están desarrollando otras labores mineras. Tal como concuerdan Aparicio y Abadía (2019) y Iliyasa y Etikan (2021), una muestra es un subconjunto o parte de la población de interés. Es decir, la muestra es una parte extraída de la población con el fin de estudiarla.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas de recolección de datos**

##### **Observación de campo no experimental**

Se empleó esta técnica en este trabajo de investigación ya que se realizó una visita para recolectar datos de las labores de sostenimiento en la mina Los Andes. Tal

como concuerdan Blalock (2019) y la Universidad San Martín de Porres (2020), esta investigación es no experimental porque no controla la manipulación de las variables de dicho estudio, las cuales son de gran importancia para llevar a cabo la investigación. Para ellos los autores tendrán que hacer una investigación minuciosa de los diferentes fenómenos que se suscitan en el ambiente natural. Es decir, es aquella que se lleva a cabo sin manipular las variables y se respalda de la observación que se toma de los hechos o fenómenos que se manifiestan tal y como se presenta en la realidad.

### **Análisis documental**

Es una técnica que se utilizó para recoger datos por medio de registros o reportes que permitió realizar el sustento respectivo de los resultados. Para Gamboa y Arana (2016), plantea que el análisis documental compromete una ardua revisión de registros, reportes, ensayos de laboratorio, etc.

### **Instrumentos de recolección de datos**

#### **Guía de observación de campo**

Es aquel documento en el cual se registró la cantidad de materiales utilizados de forma in situ en las labores de sostenimiento, así como los detalles técnicos para el sostenimiento óptimo en la mina Los Andes. Para Bernal (2019) afirma que la guía de observación de campo es aquel documento en la que se estructura los diferentes registros de materiales utilizados en el campo.

#### **Ficha de registros de análisis documental**

Se realizó a través de la descripción de un documento en la que registró partes esenciales que posteriormente se identificó y recuperó, con la ayuda de tesis, bibliografía y revistas científicas, Vela (2019). En síntesis, gracias a la ayuda del análisis documental se logró extraer datos bibliográficos que sirvió como referencia para la realización de los análisis técnicos - económicos del sostenimiento con pernos helicoidales cuadros de madera.

### **3.5. Procedimientos**

#### **Etapa 1: Planificación de la investigación**

En esta etapa se planteó el proyecto de investigación, el cual se evidenció a través de las causas-consecuencias; así mismo se delimitó con sus respectivos objetivos. Este proyecto se basó en un Análisis técnico - económico entre pernos helicoidales y cuadros de madera para determinar un sostenimiento óptimo en la mina los Andes, localizada en Ancash. Cabe mencionar, que la información con respecto a dicha unidad de producción, fue proporcionada por el Ing. Donayres Quispe Gilberto, por lo que fue validada con una visita de campo en el mes septiembre del 2021. Respecto a la información necesaria del Análisis técnico-económico y los tipos de sostenimientos, se procedió a buscar fuentes confiables, artículos actualizados, revistas e incluso una búsqueda de los repositorios de la Universidad César Vallejo de la escuela profesional de Ingeniería de Minas-Filial Chiclayo.

#### **Etapa 2: Elaboración de los instrumentos**

En esta etapa estuvo conformada por la elaboración de los instrumentos que sirven para la recolección de datos, los cuales guardaron relación con los objetivos e indicadores que se plantearon en el cuadro de operacionalización de variables.

#### **Etapa 3: Aplicación de instrumentos y Recolección de Datos**

En esta etapa se llevó a cabo la visita de campo en la mina los Andes-Ancash, en la que se tomó apuntes de los datos registrados en nuestros instrumentos y así poder validarlos, teniendo en cuenta que la información tomada de dicho lugar tiene que ser verídica y utilizada sin maleficencia. Cabe mencionar que se extrajo una porción de roca In Situ para que pueda ser evaluada a través de un logueo, en la que se determinó un análisis de carga puntual y un análisis uniaxial. Los mismos que sirvieron para calcular la resistencia a la compresión simple y saber la resistencia de la calidad de la roca RQD.

#### **Etapa 4: Procesamiento y conclusión**

En esta etapa se procesaron los datos obtenidos en la fase 3, en la cual se recopiló información de la galería Luz Angélica aplicando los instrumentos de recolección de datos. Así mismo, se analizaron dicha información para concluir la investigación teniendo en cuenta nuestros objetivos propuestos.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Es de gran importancia tener en cuenta la presencia de los métodos de análisis de datos, las que se emplearon en el proyecto de investigación, utilizando método analítico y sintético.

#### **Método analítico**

Con este método se consiguió caracterizar, analizar y realizar un estudio minucioso sobre la problemática con la finalidad de comprender de manera trascendental la contribución del Análisis técnico - económico entre pernos helicoidales y cuadros de madera para determinar el sostenimiento óptimo en la mina los Andes.

#### **Método sintético**

Este método tendrá como finalidad realizar una síntesis con una serie de conceptos, teorías y datos para posteriormente unificarlos en la tesis.

### **3.7. Aspectos éticos**

Respecto con los reglamentos expuestos por la universidad César Vallejo filial Chiclayo y por la realización de la investigación, los principios éticos presentes fueron los siguientes:

#### **Beneficencia**

Fue aquella responsabilidad moral que se tuvo para que la investigación se pueda llevar a cabo con autenticidad o de forma verídica con los diversos datos obtenidos por parte de la mina Los Andes, y la información extraída de fuentes confiables del sostenimiento con pernos helicoidales y cuadros de madera.

#### **No Maleficencia**

Este aspecto ético fue de la mano con los datos otorgados por parte de la empresa minera, lo cuales se usaron de manera sensata y con criterio. Motivo por el cual los datos que se obtuvieron se tienen que utilizar de forma adecuada con el fin de no perjudicar a la empresa.

## **Justicia**

Debido a toda la información proporcionada por la unidad minera Los Andes, se supo que esta tuvo una base de datos que se nos fue entregado para poder llevar a cabo el proyecto de investigación, por ello mantuvo la ética durante la realización de esta investigación.

## **Autonomía**

Se relaciona con la capacidad del investigador para tomar decisiones propias para la realización de la investigación, puesto que es de voluntad propia escoger el tema a trabajar y el enfoque que se le quisiera dar. Así mismo, para las empresas, ya que se va a saber quién nos otorgará la información.



## **IV. RESULTADOS**

### **4.1 Análisis de las características geomecánicas de la labor**

#### **4.1.1 Condiciones Geológicas**

En el yacimiento minero los Andes, se presenta una litología intrusiva a nivel de toda la zona en la que se encuentra, así mismo tiene la característica de manifestar un alto grado de alteración. A lo largo de la carretera de ingreso (Pallasca-chora) se muestran cortes en la misma, además de rocas con aspectos competentes y muy compactadas. Además, el tipo de material rocoso presente es una granodiorita fresca, al mismo tiempo el acompañamiento de roca volcánica como lo es la Andesita.

En cuanto a su formación exterioriza estratos sedimentarios con una intensidad regular en la que radica una mezcla de areniscas, limos, Lutita de grano fino y observación también de Lutitas con carbonatos. Así mismo, en lo que implica a la existencia de fallas, es resultado de los desplazamientos verticales

Conllevando a qué se formen quebradas con grandes profundidades por los diferentes agentes geológicos y a los sucesos erosivos. Además, el terreno que presenta tiene una inclinación bastante empinada por ello se puede entender que tiene marcado ángulo de buzamiento. Cabe mencionar que esto se debe a qué el rumbo que se observa es semejante a las estructuras mineralizadas, las mismas que están sometidas a un control de distribución.

#### **4.1.2 Geología estructural**

##### **4.1.2.1. Composición de la Roca**

En la Veta del Inca se encuentra la roca conformada por mineral valioso el mismo que será explotado en el Proyecto Pallasca. Además, presenta una pendiente con un ángulo mayor a los 50° grados, es por ello que cuando se extrajere un componente rocoso está sujeto a que se encuentre en el rango de 35° y 45° de

inclinación. Cabe mencionar que para que se dé pase a la etapa de explotación se lleva una preparación específica en la que se ha tomado como sugerencia la implementación de plataformas para que se realicen los trabajos y muros de consistencia para sostener el desmonte que se extraería del interior de socavón, para que cuando los mismos se vayan acumulando se pueda utilizar como estacionamientos, talleres, planta de mantenimiento, etc.

#### **4.1.2.2. Granodiorita Fresca**

En la visita a campo se puede apreciar una granodiorita fresca, la cual se encuentra en la parte superior de la veta. A la vez existe la presencia de una quebrada situada al costado de la labor.

#### **4.1.2.3. Andesita Fresca**

Se manifiesta la presencia de Andesita fresca que también se encuentra en la parte superior de la Veta del Inca y a la diestra de la labor. Cabe mencionar que se evidencia una relación entre roca intrusiva y roca volcánica.

#### **4.1.2.4. Estratos Sedimentarios**

En lo relativo a los estratos sedimentarios se evidencia a las lutitas y areniscas combinadas con un grano tenue. Las mismas que pertenecen a un tipo de formación y grupo de rocas diferentes.

### **4.1.3 Geología Regional**

**Cuadro 1:** *Generalidades de la Concesión Luz Angelina I*

<b>Generalidades de la Concesión Luz Angelina</b>		
<b>Ubicación</b>	<b>Región</b>	<b>Ancash</b>
	Cordillera	Cordillera occidental
	Cuadrángulo	Pallasca – Hoja 17h
	o	

Formación	Era	Mesozoicas (cretáceo Inferior)
	Grupo	Goyllarisquizga
	Afloramientos	Sedimentaria

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°2 se muestran los datos sobre la geología regional de la galería Luz Angélica I, en la que se toma en cuenta los datos de la Carta geológica Nacional confirma el Instituto geológico Minero y Metalúrgico (2021), nos describe que dicho yacimiento se encuentra ubicada en la región Ancash en la provincia de Pallasca, siendo más específico en el distrito de Lacabamba. Además, tiene una altura aproximada de 3640 m.s.n.m, la misma que presenta una ruta para su acceso muy accidentada; esto debido a la influencia generada sobre su topografía y la geología de la zona. El cuadrángulo de Pallasca se sitúa en la cordillera occidental entre los 78°00' a 77°30' O; y entre los 08°15' a 08°30' S. Cabe mencionar que tiene afloramientos de rocas sedimentarias, depositadas en un tiempo geológico y una era Mesozoica perteneciente al cretáceo inferior.

Es importante destacar que tiene una formación Chicama, en la que existe manifestaciones de rocas como pizarras y lutitas, que a su vez están intercaladas con finas capas de areniscas grises y blancas. Así mismo tiene una dirección al NE y un buzamiento hacia el sur.

#### 4.1.4 Geología Local

**Cuadro 2:** *Coordenadas UTM*

Galería Luz Angelina I				
UTM WGS 84 Zona 18 S				
Veta El Inca	PUNTO	ESTE	NORTE	COTA

	1	178704	9086164	3641
	2	178638	9086134	3670
	3	178597	9086117	3701
	4	178574	9086102	3711
	5	178513	9086065	3720
Galería 700 SW	0	178700	9086160	3650

Fuente: Coordenadas de la Unidad de Producción Pallasca

En el cuadro N°3, se muestran las coordenadas de la Galería Luz Angelina I de la zona 18 sur con sus respectivos vértices norte y este. Así mismo, la galería 700 SW solo presenta una cota de 3650 y la veta el Inca si acapara 5 cotas diferentes. Cabe mencionar que este cuadro presentas los diversos puntos exactos de las coordenadas de dicha veta que tiene formación polimetálica como lo son el oro y la plata.

#### 4.1.5 Geometría del Yacimiento

**Cuadro 3:** *Geometría del yacimiento*

Geometría del Yacimiento				
Veta El Inca	Ancho	Largo	Forma	Inclinación
	1.5 m -10 cm	250 m	Tipo Rosario	>a 55°

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N°4 se presenta toda la geometría del yacimiento, que se obtiene del levantamiento topográfico. Cabe mencionar que la veta del Inca tiene una formación tipo rosario irregular, por lo que tiene un ancho que va desde 1.5 m en las partes más grandes u extensas, y en las más angostas pueden ser hasta de 10 cm, su

largo en totalidad es de 250 metros con una inclinación > a 55°.

**Cuadro 4:** *Estimación de leyes del yacimiento*

Estimación de leyes del yacimiento	
Veta I Inca	Distribución de leyes
	10.3 Au gr/tm y 7 Ag oz/tm

Fuente: Elaboración propia

Gracias al análisis documental de la empresa los Andes se obtuvieron los resultados del cuadro 5, en la misma que se indica que la veta cuenta con una potencia muy estrecha menor a 3 metros. Así mismo con una ley de 10.3 gramos por tonelada métrica de oro y 7 onzas de plata por tonelada métrica.

## 4.2 Comparación de Costos

Para la elaboración de este análisis se técnico económico se recolectó la base de datos de los costos de pernos helicoidales proporcionada por el ingeniero Donayre Quispe, además se realizó una visita a la mina Los Andes para la recolección de datos e información referente a los costos.

### 4.2.1 Costos de transporte

Actualmente, en la mina Los Andes se está utilizando a los cuadros de madera como único sistema de sostenimiento, el cual presenta una ventaja espacial con respecto a los pernos helicoidales debido a que su punto de extracción de la madera está en Lacabamba, un pueblo cercano a la mina Los Andes. El árbol de Eucalipto, el cual se utiliza en la elaboración de dichos cuadros, cuesta 25 soles y se adquiere de un pequeño bosque a aproximadamente 1 hora de la mina; en cambio, el lugar más cercano para la adquisición de los pernos helicoidales está en Trujillo, a aproximadamente 8 horas.

**Cuadro 5: Comparación de costos de transporte**

<b>Tipos de sostenimiento</b>	<b>Cuadros de madera</b>	<b>Pernos helicoidales</b>	<b>Observación</b>
Avance (m)	10	10	Avance
Unidad	cuadros	Perno	Sostenimiento
Secciones	6	7	instalaciones
Punto de partida	Pueblo de Lacabamba	Trujillo	Punto de partida
Punto de Llegada	Mina Los Andes	Mina Los Andes	Punto de recepción de <u>materiales</u>
Unidades transportadas/viaje	96	35	Las unidades transportadas en 1 viaje
N° viajes	1	1	viajes
Postes	12	-	7'x8
sombreros	6	-	7x8
tirantes	12	-	5x5
encribado	36	-	5x7
rajados	18	-	5x7
bloqueo	12	-	6x4
perno	-	35	material
placa	-	35	material
tuerca	-	35	material
cemento	-	4 bolsas	material
bomba	-	1 bomba	material
Costo de transporte/viaje	S/ 520.00	S/ 300.00	costos
costo de transporte/unidad	S/ 86.67	S/ 42.86	costos
Costo de transporte	S/ 450.00	S/ 520.00	costo total de transporte
Costo de traslado a almacén/trabajador	S/ 50.00	S/ 50.00	costos
N° trabajadores	5	2	Personal
Costo traslado a almacén	S/ 250.00	S/ 100.00	costos

Costo Total	S/ 700.00	S/ 620.00	Costo Total de transportey traslado
-------------	-----------	-----------	--

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa los costos de transporte tanto de los pernos helicoidales como de los cuadros de madera, que abarcan desde sus respectivos puntos de partida hasta la mina Los Andes. Con los datos del cuadro podemos concluir que los costos de transporte de los cuadros de madera, para un avance de 10 metros, es 70 soles más barato que los pernos helicoidales. Esto representa un ahorro de 13.46% del costo con pernos en comparación con los de cuadros de madera. Además, también se consideró el costo de traslado del material de sostenimiento desde el punto de llegada del material hasta el almacén de la mina. Para ello se necesita 5 y 2 trabajadores para el traslado de la madera y los pernos, respectivamente; a quienes se les paga S/. 50.00 soles. Teniendo que, en el costo de traslado, los pernos helicoidales son más baratos debido a que no son muy pesados como la madera; habiendo una diferencia de costos entre ambos materiales de S/. 150.00. Finalmente, sumando los costos antes mencionados, tenemos que, para un avance de 10 metros, el costo total de transporte de los pernos helicoidales son 11.4% más baratos en comparación con los de cuadros de madera.

#### **4.2.2 Costos de implementación**

Los costos de implementación abarcan los costos de herramientas, equipos, epp y materiales que se utilizaron para la instalación tanto de los cuadros de madera como de los pernos helicoidales

**Cuadro 6: Costo de perno helicoidal de 6 pies**

Costo de perno helicoidal de 6 pies (con material)						
Unidad de Medida	Unid.					
Horas por guardia:	8.00	Hr/guardia		Nro Total de Taladros	35	Unidades
Long- Barra	6.00	pies		Total, Pp perforados	194	Pp
Longitud Efect. Perforación	5.4					
Eficiencia de Perforación	0.90					
Rendimiento	35.00	Unid.				
MONEDA	DÓLAR			Cambio	5.5	
1	MANO DE OBRA H/G					
Perforista	1.00	Tarea	37.98	37.98	1.09	
Ayudante Perforista	1.00	Tarea	34.96	34.96	1.00	
Bodeguero	0.25	Tarea	31.94	7.98	0.23	
Capataz	0.25	Tarea	50.28	12.57	0.36	2.67



2	ACEROS DE PERFORACIÓN						
	BARRA CONICA 78766112-11 G.11°, 108 X 22 X 4	129.60	Pp	0.0 9	12.18	0.35	
	BARRA CONICA 78766118-11 G.11°, 108 X 22 X 6	64.80	Pp	0.1 1	6.80	0.19	
	BROCAS DESCART. 77764440-B45	194.40	Pp	0.3 7	72.58	2.07	
	40MM. 11° ACEITE SHELL TORCULA	0.40	gl	12. 40	4.96	0.14	
	MÁQUINA PERFORADORA JACKLEG	194.40	Pp	0.11	22.20	0.63	
	Perno Helicoidal 7 + tuerca +Plancha	35.00	Unid.	0.00	0.00	0.00	3. 39
3	EPP						
	EPP PERFORACION	2.50	Tarea	3.47	8.67	0.25	0. 25
4	HERRAMIENTAS						
	PERF. Y VOL. JACK LEG	1.00	Disp.	13. 67	13.67	0.39	0. 39
5	EQUIPOS						
	LAMPARA MINERA CON CARGADOR	2.50	Tarea	0.54	1.35	0.04	
	VENTILADOR DE 30,000CFM	4.08	H/m	4.37	17.86	0.51	

GRUPO ELECTROGENO ENERGIA - VENTILADOR	4.08	H/m	28. 50	116.38	3.33	
COMPRESORA DE AIRE 375 CFM	4.08	H/m	35. 75	145.98	4.17	8. 04
COSTO DIRECTO						14. 75
UTILIDAD		8.0%				1. 18

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se puede observar la cantidad, precios unitarios y parcial tanto de herramientas, equipos, epp, mano de obra y materiales de la implementación de los pernos helicoidales. Con lo cual se pudo determinar que el costo total de los equipos es el de mayor impacto, abarcando un 50.47% del costo total de los pernos helicoidales de 6 pies. Del mismo modo, el impacto porcentual en los costos totales de la mano de obra, materiales, epp y herramientas, fueron de 16.76%, 21.28%, 1.56% y 1.88% respectivamente. Así mismo, el costo total por unidad, en dólares, es 15.93 y en el avance de 10 metros de labor se necesitará 35 pernos helicoidales, por lo que el costo total en dicho avance es de 557.55 USD.

**Cuadro 7: Costos de cuadro armado de 6'x7'**

<b>Costos de cuadro armado de 6'x7'</b>							
	Horas por guardia:	8.00	Hr/guardia				
	Rendimiento	6.00	Unid.				
	Horas por guardia:	8.00	Hr/guardia				
		MONEDA	DÓLAR	Cambio	4.08		
1	MANO DE OBRA/H/G						
	Enmaderador	1.0	Tarea	37.98	37.98	6.33	
	Ayudante enmaderador	1.0	Tarea	31.94	31.94	5.32	
	Bodeguero	0.5	Tarea	31.94	15.97	2.66	
	Capataz	0.3	Tarea	50.28	16.76	2.79	17.1
2	EPP						
	EPP PERFORACION	2.8	Tarea	3.47	9.83	1.64	1.64
3	HERRAMIENTAS						
	HERRAMIENTA SOSTENIMIENTO	2.0	Disp.	13.06	26.12	4.35	4.35
4	EQUIPOS						
	Lampara minera con Cargador	2.8 3	Tarea	0.54	1.53	0.26	
	Ventilador de 30,000 cfm	15.0	H/m	4.37	65.59	10.93	
	Grupo electrógeno energía	15	H/m	28.50	427.	71	82.44
	<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>105.54</b>
	UTILIDAD		8.0%				8.44

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se puede observar la cantidad, precios unitarios y parcial tanto de herramientas, equipos, epp, mano de obra y materiales de los cuadros de madera. Con lo cual se pudo determinar que el costo total de los equipos es el de mayor impacto, abarcando un 72.32% del costo total de los cuadros de madera de. Del mismo modo, el impacto porcentual en los costos totales de la mano de obra, epp y herramientas, fueron de 15.01%, 1.43%, 3.81% y respectivamente. Así mismo, el costo total por unidad, en dólares, es 113.98 y en el avance de 10 metros de labor se necesitará 6 cuadros de madera, por lo que el costo total en dicho avance es de 683.88 USD; Que, en comparación con los costos de los pernos helicoidales, se aprecia una diferencia de 126.33 USD, por lo cual se puede determinar que los cuadros de madera son un 22.66% más caros que los pernos helicoidales.

### 4.3 Tiempo de transporte de material de sostenimiento

Para medir este parámetro se tomó en cuenta los datos extraídos en la ficha de observación, en la cual se registró el tiempo de transporte de los cuadros de madera. Por otro lado, para obtener el tiempo de transporte de los helicoidales hasta la unidad minera, se tomó en cuenta el tiempo promedio de un camión de carga. Cabe mencionar, que se registró el tiempo de transporte desde el punto de expedición del material hasta la boca mina.

**Cuadro 8:** *Tiempo de transporte de material de sostenimiento*

<b>Tipo de sostenimiento</b>	<b>Punto de expedición dematerial</b>	<b>Punto de llegada</b>	<b>Tiempo de transporte</b>
Cuadros de madera	Pueblo de Lacabamba	Unidad minera	1.2 h
Pernos helicoidales	Trujillo	Unidad minera	8.1 h

Fuente: Elaboración propia

Es esta tabla se observa que el tiempo del transporte del material de sostenimiento de los cuadros de madera y de los pernos helicoidales es de 1.2 h y 8.1 h respectivamente. Esto quiere decir que los cuadros de madera tienen un tiempo de

transporte menor a los pernos helicoidales, teniendo una diferencia de 6.9 h. Esta notable ventaja de la madera ante el perno helicoidal es debido, principalmente, a la relativa cercanía del pueblo de Tacabamba a la unidad minera; ya que de los alrededores de dicho pueblo es donde se extrae la madera.

#### 4.4 Ahorro de espacio

Con respecto a el espacio ocupado en la labor minera por parte de los tipos de sostenimiento en comparación, se tomó en cuenta el área ocupada por los cuadros de madera y los pernos helicoidales, medido en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>). En tal sentido, se pudo determinar qué tipo de sostenimiento optimiza el espacio ocupado en las labores y, en consecuencia, ayudaría a un mejor flujo de aire dentro de mina.

**Cuadro 9:** Comparación de espacio ocupado

Tipo de sostenimiento	Indicador	Valor
Cuadros de madera	Área de la labor	4 m <sup>2</sup>
	Espacio ocupado por madera	0.81 m <sup>2</sup>
	% Espacio ocupado	20.25%
Pernos helicoidales	Área de la labor	4 m <sup>2</sup>
	Espacio ocupado por los pernos	0.0048 m <sup>2</sup>
	% Espacio ocupado	0.12%

Fuente: Elaboración propia

Es esta tabla se observa que los cuadros de madera ocupan un espacio en las labores de 0.81 m<sup>2</sup>, en contraste con los helicoidales que tan solo ocupan 0.0048 m<sup>2</sup>; es decir, la madera ocupa el 20.25% del espacio total de la labor, en vista longitudinal. Del mismo modo, los pernos helicoidales ocupan menos del 0.2%. Ésta marcada diferencia se debe, por obvias razones, a la naturaleza de la instalación de los tipos de sostenimiento; por un lado, la madera se instala dentro de la labor,

ocupando buena parte de su espacio disponible, en cambio los pernos helicoidales se introducen dentro de la roca, por lo que la obstaculización del flujo de aire dentro de la mina es mínima. Por tal sentido, es clara la ventaja de los pernos helicoidales en contraste con los cuadros de madera. Concluyendo que el sostenimiento con los pernos helicoidales es el más adecuado para el ahorro de espacio dentro de las labores mineras.

#### 4.5 Susceptibilidad

La susceptibilidad hace referencia a todos a las vulnerabilidades que presenten los tipos de sostenimientos evaluados. Para ello se comparó las desventajas de los cuadros de madera y los helicoidales con respecto a la presencia de agua en las labores.

**Cuadro 10:** *Comparación de susceptibilidad a la humedad*

<b>Tipo de sostenimiento</b>	<b>Susceptibilidad</b>	<b>Sostenimiento óptimo</b>
Cuadros de madera	Susceptible al agua	SI
Pernos helicoidales	Susceptible a la corrosión	SI

Fuente: Elaboración propia

Es esta tabla se observa que ambos tipos de sostenimiento son susceptibles a la presencia de agua en las labores. La madera es susceptible a la humedad del ambiente, teniendo como consecuencia una disminución en su resistencia. Por otro lado, los pernos helicoidales tienden a corroerse. Teniendo estas dos situaciones en las que ambos tipos de sostenimientos presentan desventajas, nos inclinamos por el mal menor, los cuales son los helicoidales.

#### 4.6 Eficacia de instalación

La eficacia de instalación del tipo de sostenimiento se midió tomando en cuenta el espacio a instalar. En este sentido, se evaluó y determino que tipo de sostenimiento

se instala con mayor rapidez en un avance de 2 metros de labor.

**Cuadro 11:** *Comparación de tiempos de instalación*

<b>Tipo de sostenimiento</b>	<b>Indicador</b>	<b>Vida útil</b>
pernos helicoidales	Jack leg	100,000 pies perforados
	Broca de 36mm	1,000 pies perforados
	Compresor	12,000 horas
	Perforista	-
	Ayudante de perforista	-
	<b>Total</b>	
Cuadros demadera	Pico	50 cuadros de madera

Fuente: Elaboración propia

Es esta tabla se observa que el tiempo de instalación de los cuadros de madera y los pernos helicoidales son de 180 min y 17.5 min respectivamente. Con estos resultados se puede concluir que, en un avance de 2 metros de labor, el sostenimiento con pernos helicoidales es 10.2 veces más rápido que el sostenimiento con madera. Esta diferencia tan grande de los tiempos de instalación entre estos dos tipos de sostenimiento se debe a la cantidad de pernos helicoidales a utilizar, además, otra causante es la complejidad de la instalación de la madera, la cual es muy pesada y necesita de un especialista en este tipo de instalaciones.

Teniendo todos los resultados de los parámetros técnico y económicos de los respectivos tipos de sostenimiento, se analizó con criterio sus ventajas y



desventajas para poder llegar a determinar el sostenimiento óptimo de la unidad minera en estudio. Para poder determinar el adecuado sostenimiento se tuvo en cuenta las características geomecánicas de la roca y la situación económica actual de la mina, ya que esta última es relativamente nueva, teniendo solo 10 meses explotando. Con todo lo anterior, se llegó a la conclusión que el tipo de sostenimiento óptimo para la mina Los Andes son los pernos helicoidales.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos confirman la hipótesis planteada que mediante la elaboración de un análisis técnico económico se pudo determinar un óptimo sostenimiento entre pernos helicoidales y cuadros de madera, debido a que se pueden comparar las ventajas y desventajas técnicas, costos de instalación y costo del sostenimiento.

Para el primer objetivo específico, recopilar datos e información del macizo rocoso en las labores de la mina Los Andes para identificar las características geomecánicas de la roca, se tomó en cuenta los datos geológicos del yacimiento y su geometría. Se obtuvo como resultado en el ensayo de compresión simple un valor de 10 Mpa. Además, la estructura rocosa obtuvo un RMR de 43-58, con clase III regular. Dichos datos, al ser contrastados con los resultados de Lazo (2020) quien tuvo como objetivo realizar una evaluación de las condiciones geológicas y geomecánicas de todo el macizo rocoso con el propósito de poder mejorar el sostenimiento de las labores mineras que se encuentran bajo altos esfuerzos, señalan que la evaluación de la competencia de la roca encajonante es de tipo II-buena con un RMR de 60-80. Además, cuenta con una zona mineralizada, la misma que tiene un RMR entre un rango de 53-58. Es decir, trabajo guardan relación con nuestros resultados.

También, de acuerdo con las características geomecánicas de la galería 700 SW, se tomó en cuenta un análisis específico de la resistencia del macizo rocoso, el mismo que influye para determinar un óptimo sostenimiento. Para eso fue necesario extraer una porción de roca del interior mina con el objetivo de realizar los análisis de laboratorio, en los cuales se obtuvo como resultado un RQD de 50-75%. Esto quiere decir, que la calidad de la roca es regular, lo cual complementa al estudio de RMR y ensayo de carga puntual, concluyendo que estamos ante una roca de tipo III- regular. Así mismo concuerda con la investigación de Barrera (2020) quien realizó una evaluación geológica y geomecánica, sometiendo al macizo rocoso a los mismos análisis que nosotros realizamos, para que puedan obtener los resultados de los parámetros de la roca y de esa manera escoger un óptimo

sostenimiento en las labores. En tal sentido, es muy importante realizar una evaluación del macizo rocoso para identificar las características geomecánicas de la roca

Siguiendo con el primer objetivo, se contrastaron los datos obtenidos de la evaluación geomecánica de la matriz rocosa con resultados de los diferentes autores tomados como antecedentes. Obteniendo como resultado que el RMR varía entre una buena calidad de roca tipo II a regular de tipo III. Asimismo, se sabe bien que los estándares geomecánicos son solamente una guía para escoger el sostenimiento, ya que un diseño de sostenimiento está basado tanto a las condiciones económicas, técnicas, como a las evaluaciones in situ del macizo rocoso. Motivo por el cual, nuestra investigación concuerda con la de Herrera (2021) quien tuvo como objetivo realizar relaciones geomecánicas a la matriz rocosa de un determinado túnel para diseñar su adecuado sostenimiento. Dicho autor tuvo como resultado que la roca del túnel tiene una calidad buena tipo II a regular tipo III-A. Esta investigación se realizó con el propósito de determinar el sostenimiento más adecuado, el mismo que se encuentra sometido a altos esfuerzos

En lo que respecta a la comparación de las ventajas técnico - económicas del sostenimiento entre pernos helicoidales y los cuadros de madera, nuestros resultados exponen que los pernos helicoidales presentan una superior ventaja en el aspecto técnico, es decir tiene mejor eficacia en el tiempo de instalación y capacidad de soporte (10 tn/perno). Dicho esto, nuestro resultado guarda relación con los de Paredes (2019), quien tuvo como objetivo evaluar la capacidad de soporte de los pernos helicoidales y su distribución, para la prevención de accidentes por desprendimiento de rocas en la U.E.A. Heraldos Negros de la Compañía Minera San Valentín S.A –Huancavelica 2019. Concluyendo que la capacidad de soporte de los pernos helicoidales de 5 pies fue mayor o igual a 1 tonelada. Es decir, dicho tipo de sostenimiento presenta una buena ventaja técnica.

Asimismo, en lo que respecta a los costos de materiales de los tipos de sostenimiento estudiados se observó un incremento en los costes de compra, traslado e instalación de la madera. Dado que en lo que respecta al armado de los cuadros de madera, se utiliza redondos adicionales para los tirantes, encribado en techo, hastiales y bloqueado. Por lo que recomendable la implementación de los pernos helicoidales en un corto plazo de tiempo, debido a que son de fácil instalación, transportes y supone una menor inversión en el costo total de sostenimiento. Asimismo, nuestra investigación concuerda con Vargas (2017) quien tuvo como objetivo optimizar el sostenimiento y reducir los costos aplicando un sostenimiento adecuado, teniendo en cuenta las condiciones geológicas a las que se encuentran sometidas. Dicho autor abordó la reducción de costos de sostenimiento por medio de la optimización y aprovechamiento del desmonte, de esta forma, recomendando la utilización de pernos helicoidales de 32 mm. En síntesis, este trabajo es de suma importancia, ya que, para la aplicación de un nuevo tipo de sostenimiento es necesario realizar un análisis económico que nos ayude a determinar el mejor sostenimiento acorde a la necesidad de la labor.

Por otro lado, en lo que respecta a los costos de implementación, la ventaja es significativa, los resultados muestran que los cuadros de madera son más caros en comparación con los pernos helicoidales. Obteniendo una diferencia de 126 \$USD en un avance de 10 metros. Por tal motivo, desde el punto de vista económico, nuestro trabajo guarda relación con los resultados de Carbajal (2019) quien tuvo como objetivo optimizar las condiciones del sostenimiento de las labores mineras subterráneas utilizando equipos mecanizados en la Compañía Minera Casapalca S.A., en cual concluyó que los pernos helicoidales presentan una ventaja económica, logrando optimizar los costos, reduciendo 1.7 US\$/TM en las labores de sostenimiento.

En lo que respecta a la determinación del tipo de sostenimiento óptimo para incrementar la rentabilidad en la mina Los Andes, se obtuvo como resultado que los pernos helicoidales de 7 pies brindan mejores beneficios económico y técnicos

en contraste con los cuadros de madera, los cuales venían siendo utilizados por lamina antes dicha. En otras palabras, los cuadros de madera se pueden reemplazar por los pernos helicoidales en cuanto la mina lo requiera. En tal sentido, nuestra investigación concuerda con los resultados de Sandoval (2018) quien tuvo como objetivo implementar un sistema de sostenimiento con pernos helicoidales para optimizar el sostenimiento de las labores subterráneas. Dicho autor obtuvo como resultado que los pernos helicoidales representan una manera más efectiva y rentable de tipo de sostenimiento al compararlo con los cuadros de madera.

Finalmente, en lo que respecta a la capacidad de soporte de los tipos de sostenimientos estudiados, se obtuvo que los pernos helicoidales pueden llegar a sostener 10 toneladas por perno, siendo la mejor opción para la mina Los Andes, la cual utiliza solo cuadros de madera como tipo de sostenimiento. Así mismo nuestra investigación concuerda con los resultados de Martínez (2021) quien tuvo como objetivo implementar un sistema de sostenimiento con pernos helicoidales. Dicho autor tuvo como resultados que los pernos helicoidales tiene una capacidad de soporte de 9 toneladas por perno, de esta forma recomienda su utilización como tipo de sostenimiento.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. En este trabajo de investigación se aplicó las tablas de la clasificación geomecánica RMR para poder analizar específicamente la calidad del macizo rocoso, de acuerdo con los resultados que se obtuvieron en el ensayo de carga puntual y datos obtenidos in situ en la mina Los Andes. Así mismo, se obtuvo como resultado un valor de RMR de 47-54, expresado como un tipo de roca regular clase III. La aplicación de este estudio ayuda a determinar el sostenimiento adecuado acorde a los valores geomecánicos de la galería 700 SW. Para lo cual se concluyó que la utilización y procesamiento de datos sobre la mina Los Andes ayudó a identificar las características geomecánicas de la roca.

2. De acuerdo con la comparación del análisis técnico económico entre los pernos helicoidales y cuadros de madera se logró determinar el tipo de sostenimiento óptimo, teniendo en cuenta los costos de transporte, instalación y adquisición, así como las ventajas técnicas. Con todo esto, se concluyó que los pernos helicoidales presentan una ventaja técnica superior a los cuadros de madera, teniendo una capacidad de soporte de 10tn/perno. Por otro lado, en lo que respecta al aspecto económico, en un avance de 10 metros, la implementación de cuadros de madera cuesta más que los pernos helicoidales con una diferencia de 126.33 USD en un avance de 10 metros, por lo cual se puede determinar que los cuadros de madera son un 22.66% más caros que los pernos helicoidales.

3. Por último, después de evaluar las tablas geomecánicas y realizar un análisis técnico económico, se determinó que el tipo de sostenimiento óptimo son los pernos helicoidales debido a que en la mina Los Andes se requiere un sostenimiento que cumpla con los aspectos técnico para asegurar las labores y, en consecuencia, a los trabadores y equipos. Finalmente, se concluyó que los costos de los pernos helicoidales son más baratos, además que tienen una mayor capacidad de soporte que los cuadros de madera para prioriza la seguridad dentro de la galería 700 SW. Motivo por el cual, se determinó a los pernos helicoidales como el sostenimiento óptimo en la mina los Andes. - Ancash.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a la Unidad de minera los Andes- Pallasca, tener en cuenta un estudio geomecánico por cada sección (5 metros de distancia), con la finalidad de tener el conocimiento preciso de los parámetros geomecánicos de la roca.
2. Se recomienda un cambio de sostenimiento con cuadros de madera a pernos helicoidales, ya que este brinda mejores ventajas tanto técnicas como económicas; es decir se reducirían los costos de sostenimiento, así mismo se garantizaría una mayor seguridad tanto a los trabajadores como a los equipos dentro de las labores que se están desarrollando.
3. Se recomienda realizar revisiones periódicas de las labores de sostenimiento, para identificar posibles riesgos que atenten contra la integridad de los trabajadores.

## REFERENCIAS

1. ANCHIRAICO, Anthony; ROJAS, Kevin. Optimización del sistema de acarreo y transporte en labores de preparación de las zonas de profundización mediante la metodología Six Sigma operada por la ECM Zicsa en la Unidad Minera Inmaculada. Tesis (Titulado en Gestión Minera). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2020. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655408/AnchiraicoG\\_A.pdf?sequence=3](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655408/AnchiraicoG_A.pdf?sequence=3)
2. APARICIO, Oscar; ABADÍA, Constanza. La investigación en la educación. [En línea]. Septiembre-octubre. 2019. n°1. [Fecha de consulta: 07 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=561059355011> ISSN: 1657-1070
3. BARRERA, Nelson. Estudio en fortificación de perno anclaje e inyección. Tesis (Titulado en Técnico en construcción). Viña del Mar: Universidad Técnica Federico Santa maría. 2020. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/48837/3560901064858UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. BEDOYA, Víctor. Tipos de justificación en la investigación científica. [En línea]. Mayo-junio 2020, n°4. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.usmp.edu.pe/estudiosgenerales/pdf/2020-I/MANUALES/II%20CICLO/METODOLOGIA%20DE%20INVESTIGACION.pdf> ISSN: 2602-8093
5. BERNAL, Jessica, et al. Guía de observación para identificar indicadores de modus operandi y huella psicológica en la escena de un delito sexual. Tesis (Titulado en psicología). Bogotá: Universidad Católica De Colombia. 2019. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23991/1/GU%c3%8dA%20DE>



%20OBSERVACI%c3%93N%20PARA%20IDENTIFICAR%20INDICADORES%20DE%20MODUS%20OPERANDI%20Y%20HUELLA%20PSICOL%c3%93GICA%20EN%20LA%20ESC.pdf

6. BLALOCK, Hubert. Causal inferences in nonexperimental research. [En línea]. Enero – febrero 2018, n° 1 [Fecha de consulta: 01 de septiembre de 2021].

Disponible en

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=NrtoDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT11&dq=non+experimental+methods&ots=DqdzkchLcW&sig=Q9uiNmYO3K1yNXmeX2OCiR0\\_-ek#v=onepage&q=non%20experimental%20methods&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=NrtoDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT11&dq=non+experimental+methods&ots=DqdzkchLcW&sig=Q9uiNmYO3K1yNXmeX2OCiR0_-ek#v=onepage&q=non%20experimental%20methods&f=false)

7. BLANCO, Jhon. Caracterización geomecánica para el análisis de pernos hydrabolt en el sostenimiento de labores subterráneas Compañía Minera Casapalca. Tesis (Titulado Ingeniería de Minas). Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. 2018. Disponible en:

[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/565/1/T026\\_46307439\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/565/1/T026_46307439_T.pdf)

8. CAIRAMPOMA, Marcelo. Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. [En línea]. Octubre-noviembre 2015, n°16. [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638739004.pdf>

9. CARBAJAL, Faustino. Optimización de costos de sostenimiento con pernos helicoidales en túnel de desvío del río de la presa Angostura del proyecto Majes-Siguas II etapa. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Puno: Universidad Nacional del altiplano.2019. Disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11831>

10. CECENARIO, José. Evaluación de la capacidad de soporte de los pernos split set y su distribución, para la prevención de accidentes por desprendimiento de rocas, en la U.E.A. Heraldos Negros de la compañía minera San Valentín S.A. – Huancavelica 2019. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Puno: Universidad

Nacional del altiplano. 2019. Disponible en:

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13761/Cecenarro\\_Quispe\\_Jose\\_Junior.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/13761/Cecenarro_Quispe_Jose_Junior.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

11. CHAMPI, Juana; LÓPEZ, Auqui. Estudio comparativo de eficiencia de uso de puntales de seguridad simple y con el uso adecuado del jackpot en los tajeos de explotación del nivel 4430 de la Cia. Minera Caudalosa Chica SA. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. 2018. Disponible en:

<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/606/TP%20-%20UNH%20MINAS%200023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

12. CUADROS, Marco. Estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 370 niveles 4370 al 4270 Veta Juanita–Mina Casapalca. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. 2018. Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7149/Mlucusama.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

13. ENRÍQUEZ, José; HUIZA, Holivert. Implementación de precios unitarios frente a la evaluación del contrato por administración indirecta y su influencia en márgenes de utilidad de la contratista minera Amantina Perú SAC-Upa-Santa Rosa- Minera Sotrami SA-2018. Tesis (Titulado en Ingeniería Minera).

Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. 2019.

Disponible en:

<https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2812/TESIS-2019-ING.%20MINAS-ENRIQUEZ%20LAURA%20Y%20HUIZA%20PAYTAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

14. ESCALANTE, Hernan. Mejoramiento del sistema de sostenimiento, con madera, mediante pernos split set y malla electrosoldada en labores de explotación de la Empresa “MACDESA”-Arequipa. Tesis (Titulado en ingeniería

Minera). Puno: Universidad Nacional del altiplano. 2017. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6129/Escalante\\_Guerra\\_Hernan\\_Amador.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6129/Escalante_Guerra_Hernan_Amador.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

15. GAMBOA, Liliana; ARANA, Martha. Análisis documental de la importancia de la gestión del conocimiento para la cultura de la investigación en las instituciones educativas. Tesis (Maestro en Educación). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. 2016. Disponible en: <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/1016>

16. GIRALDO PAREDEZ, Emiliano Mauro. Optimización del diámetro de taladros en el sostenimiento de macizos rocosos con pernos de roca y sus efectos ambientales. Tesis (Bachiller en ingeniería Minera). Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. 2020. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11647>

17. GOÑAZ, Edder; ZEVALLOS, William. Determinación de un sistema de costos por procesos para mejorar la rentabilidad en la empresa Panadería Oriental SRL, de la ciudad de Iquitos, 2016. Tesis (Titulado en Contabilidad). Iquitos: Universidad Científica del Perú. 2016. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/470/GO%C3%91AZ-ZEVALLOS-1-Trabajo-Determinaci%C3%B3n.pdf?sequence=1>

18. GUERIN, Bernard. The use of participatory and non-experimental research methods in behavior analysis. [En línea]. Abril – mayo 2018, n° 2 [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://pedl.cepr.org/publications/how-important-are-matching-frictions-labour-market-experimental-non-experimental?page=8>

19. GUERRERO, David. Análisis técnico y económico del diseño por desempeño de edificios con estructura de acero utilizando arriostramientos concéntricos. Gaceta Técnica, 2019, no 1, p. 92-94. [En línea]. Enero – febrero

2019, n° 1 [Fecha de consulta: 02 de octubre de 2021]. Disponible en:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7074138>

20. GUPTA, Pankaj, et al. An integrated AHP-DEA multi-objective optimization model for sustainable transportation in mining industry. [En línea]. Enero – febrero 2021, n° 1 [Fecha de consulta: 02 de octubre de 2021]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301420717305068>

21. GUTIERREZ CASTILLO, Enzo Saul. Aplicación de sostenimiento activo y pasivo en etapas iniciales de la operación para mejorar la estabilidad y la seguridad, unidad minera el porvenir empresa INCIMMET. 2019. Disponible en:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8607>

22. HERRERA, Daniel. Diseño de sostenimiento en el cruce 2130 para evitar el desprendimiento de rocas en la unidad minera españolita S.A. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. 2020. Disponible en:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/11175/IMhopedg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

23. HERRERA IRIGOÍN, Edilberto. Evaluación geomecánica para el diseño del sostenimiento del túnel de exploración Chaquicocha Fase II-Minera Yanacocha SRL, 2018. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Arequipa: Universidad Nacional de Cajamarca. 2021. Disponible en:  
<http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/4150>

24. ILIYASU, R.; ETIKAN, I. Comparison of quota sampling and stratified random sampling. [En línea]. Abril – julio 2021, n° 1 [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Rufai-Iliyasu/publication/354054682\\_Comparison\\_of\\_quota\\_sampling\\_and\\_stratified\\_random\\_sampling/links/6121733b0c2bfa282a603efe/Comparison-of-quota-sampling-and-stratified-random-sampling.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rufai-Iliyasu/publication/354054682_Comparison_of_quota_sampling_and_stratified_random_sampling/links/6121733b0c2bfa282a603efe/Comparison-of-quota-sampling-and-stratified-random-sampling.pdf)

25. KIM, Daehyeon; BAEK, Kyemoon; PARK, Kyungho. Analysis of the bearing capacity of helical pile with hexagonal joints. [En línea]. Junio - julio 2018, n°10. [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/11/10/1890/htm>

26. LAZO, Roy. Optimización del sistema de sostenimiento de las labores subterráneas para una mina con problemas de altos esfuerzos. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2020. Disponible en: [http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RPUC\\_723d9c6f96d1b4331d1a112c76cc6044](http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RPUC_723d9c6f96d1b4331d1a112c76cc6044)

27. LOPEZ, Edwin; RUIZ, Marco. Estudio geomecánico de la veta El Calvario para determinar su método de explotación de la mina El Potrero, provincia de Contumazá, región Cajamarca. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Cajamarca: Universidad Privada del Norte. 2020. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24460/Lopez%20Aguilar%20c%20Edwin%20Elmer%20-%20Ruiz%20Castillo%20c%20Marco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

28. MARTINEZ, Juan, et al. Mejoramiento de las Características Dinámicas del Perno Helicoidal para la Minimización de Interferencias Operacionales y Riesgo Asociado a la Ocurrencia de Sismicidad Inducida por la Minería Subterránea. 2021.

29. MATAMORROS, Jesus. Mejoramiento del sostenimiento con shotcrete de labores permanentes con equipo robotizado en Cuerpo Esperanza-Compañía Minera Casapalca SA. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Huancayo: Universidad Nacional del centro del Perú. 2019. Disponible en: [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5142/T010\\_48301288\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5142/T010_48301288_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

30. MAXWELL, Joseph. Diseño de investigación cualitativa. Madrid: Gedisa SAC. 2019. 372 pp. ISSN:978-84-17835-05-7
31. MENDIETA, Luis. Mejoramiento del sistema de sostenimiento, con madera, mediante pernos split set y malla electrosoldada en labores de explotación de la Empresa "MACDESA"-Arequipa. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2017. Disponible en:  
<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/148216>
32. MOHAJERANI, Abbas; BOSNJAK, Dusan; BROMWICH, Damon. Analysis and design methods of screw piles: A review. *Soils and Foundations*. [En línea]. Enero – febrero 2016, n° 1 [Fecha de consulta: 01 de octubre de 2021]. Disponible en:  
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S003808061600010X?token=E062707229207B39D7795716D78A3B0046B5375F7CB44C3B79EF588BD599FD2BDB2FB470D631E1AAC6A8C27DC83A7D41&originRegion=us-east-1&originCreation=20211125235844>
33. ORANG, Milad Jahed; MOTAMED, Ramin. Shake Table Tests on a Shallow Foundation on Liquefiable Soils Supported on Helical Piles. [En línea]. Agosto – septiembre 2021, n°1. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2021]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/profile/Milad-Jahed-Orang/publication/355032780\\_Shake\\_Table\\_Tests\\_on\\_a\\_Shallow\\_Foundation\\_on\\_Liquefiable\\_Soils\\_Supported\\_on\\_Helical\\_Piles/links/615902494a82eb7cb5e709ae/Shake-Table-Tests-on-a-Shallow-Foundation-on-Liquefiable-Soils-Supported-on-Helical-Piles.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Milad-Jahed-Orang/publication/355032780_Shake_Table_Tests_on_a_Shallow_Foundation_on_Liquefiable_Soils_Supported_on_Helical_Piles/links/615902494a82eb7cb5e709ae/Shake-Table-Tests-on-a-Shallow-Foundation-on-Liquefiable-Soils-Supported-on-Helical-Piles.pdf)
34. ORELLANA, Eugenio. Selección de la alternativa óptima de sostenimiento en rampas para el control de inestabilidades subterráneas. Tesis (Doctor en Seguridad y Control Minera). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. 2020. Disponible en:  
[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5862/T010\\_19913461\\_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5862/T010_19913461_D.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

35. OSINERGMIN. Guía de criterios geomecánicos para el diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas. [En línea]. Abril-mayo 2017, n°1. [Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2021]. Disponible en [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Guia-Criterios-Geomecanicos.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Guia-Criterios-Geomecanicos.pdf) ISSN: 2307- 427
36. OVALLE, Lilian. Eficiencia operativa en los procesos de perforación, voladura, carguío, acarreo y sostenimiento en la Unidad Minera Raura - Huánuco. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. 2019. Disponible en: [http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5453/253T20190902\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/5453/253T20190902_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
37. PANTAWEESEK, Pantawee; SONTAMINO, Phongpat; TONNAYOPAS, Danupon. Alternative Software for Evaluating Preliminary Rock Stability of Tunnel using Rock Mass Rating (RMR) and Rock Mass Quality (Q) on Android Smartphone. [En línea]. Abril – mayo 2019, n° 1 [Fecha de consulta: 09 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://engj.org/index.php/ej/article/view/2585>
38. PAREDES, Hector. Reducción de costos mediante la optimización del equipo small bolter de sostenimiento mecanizado de la Mina San Rafael–Puno. Tesis (Titulado en ingeniería Minera). Puno: Universidad Nacional del altiplano. 2018. Disponible en: [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10327/Paredes\\_Huisa\\_Hector.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10327/Paredes_Huisa_Hector.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
39. PASTOR, Blanca. Población y muestra. [En línea]. Julio-agosto. 2019. n°1. [Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://200.62.226.189/PuebloContinente/article/view/1269> ISSN: 1991-5837
40. PFLUCKER MENDOZA, Otto Martin, et al. Sostenimiento de labores subterráneas: una revisión de la literatura científica. 2019. Tesis (Bachiller

Ingeniería de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte. 2019. Disponible en:

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiHs4L1xK79AhW\\_npUCHQdLBWkQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2F repositorio.upn.edu.pe%2Fhandle%2F11537%2F21335%3Fshow%3Dfull&usg=AOvVaw3APjr9g1hcEtL4IJTg0Dw5](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiHs4L1xK79AhW_npUCHQdLBWkQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2F repositorio.upn.edu.pe%2Fhandle%2F11537%2F21335%3Fshow%3Dfull&usg=AOvVaw3APjr9g1hcEtL4IJTg0Dw5)

41. POSPELOVA, Irma. SmartEnergyCover simulation in the installation of mining farms with waste heat. [En línea]. Marzo – mayo 2019, n° 1 [Fecha de consulta: 08 de octubre de 2021]. Disponible en:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/667/1/012081/meta>

42. SANDOVAL BONILLA, Francis Jean Marco. Estudio geomecánico para un óptimo diseño de la excavación y sostenimiento–mina Yauricocha Sa región Lima. Tesis (Bachiller en ingeniería Minera). Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. 2018. Disponible en:

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/810>

43. SILEYEW, Kassu Jilcha. Research design and methodology. [En línea]. Agosto – octubre 2019, n° 1 [Fecha de consulta: 01 de octubre de 2021].

Disponible en:

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=eqf8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA27&dq=Research+design&ots=cKP40Tc7M9&sig=Kb\\_96zLfNpEMopePUwh3M1cf1Ns#v=onepage&q=Research%20design&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=eqf8DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA27&dq=Research+design&ots=cKP40Tc7M9&sig=Kb_96zLfNpEMopePUwh3M1cf1Ns#v=onepage&q=Research%20design&f=false)

44. SWART, Lu-Anne, et al. Non-experimental research designs. [En línea]. Enero – marzo 2018, n° 19 [Fecha de consulta: 01 de octubre de 2021].

Disponible en:

[https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/25727/9781776142767\\_OpenAccessPDF.pdf?sequence=1#page=34](https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/25727/9781776142767_OpenAccessPDF.pdf?sequence=1#page=34)

45. TACURI, Amilcar. Evaluación geomecánica del macizo rocoso para la aplicación del sostenimiento en la mina Hércules–CIA Minera Lincuna SA. Tesis



(Titulado en ingeniería Minera). Ayacucho: Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga. 2017. Disponible en:

[http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/2206/Tesis%20M789\\_Ta c.pdf?sequence=1](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/2206/Tesis%20M789_Ta c.pdf?sequence=1)

46. UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES. Metodología de la investigación. [En línea]. Enero-febrero 2020, n°3. [Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2021]. Disponible en:

<https://www.usmp.edu.pe/estudiosgenerales/pdf/2020-I/MANUALES/II%20CICLO/METODOLOGIA%20DE%20INVESTIGACION.pdf>

47. VARGAS, Ever. Optimización del sostenimiento con shotcrete usando desmonte zarandeado como agregado, en la construcción de la rampa principal - marsa. Tesis (Titulado Ingeniería de Minas). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 2017. Disponible en:

<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9406/VARGAS%20NIQU% c3%8dN%2c%20EVER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

48. VELA, María. La variación del precio de cobre en el mercado mundial y su impacto en las exportaciones peruanas del sector minero, 2019. Tesis (Titulado en Negocios internacionales). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2020. Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57260/Vela\\_SMB-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57260/Vela_SMB-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

49. VOLOSHYNA, S. V.; KOSTAKOVA, L. D. Simulation analysis of relationship between production cost and natural environment of iron ore extraction and processing. [En línea]. Junio – julio 2017, n° 4 [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2021]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/Svitlana-Voloshyna/publication/321157958\\_Simulation\\_analysis\\_of\\_relationship\\_between\\_production\\_cost\\_and\\_natural\\_environment\\_of\\_iron\\_ore\\_extraction\\_and\\_processin](https://www.researchgate.net/profile/Svitlana-Voloshyna/publication/321157958_Simulation_analysis_of_relationship_between_production_cost_and_natural_environment_of_iron_ore_extraction_and_processin)

[g/links/5b757ce592851ca650648711/Simulation-analysis-of-relationship-between-production-cost-](https://g/links/5b757ce592851ca650648711/Simulation-analysis-of-relationship-between-production-cost-)

## ANEXOS

### Anexo N°01

### OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
	Guerrero (2019) afirma que un	El análisis técnico-económico		Espacio ocupado	Ordinal
DEPENDIENTE:	Análisis técnico-económico es aquel estudio que realizan los	se mide en función a los costos de transporte,	Técnica	Capacidad de sostenimiento	Ordinal
Análisis técnico – económico	mercados financieros los cuales se basan en una base de datos. Así mismo estas siguen patrones y grandes tendencias de cotizaciones.	instalación y materiales, así como de las ventajas técnicas de los tipos de sostenimiento en estudio.	Económica	Tiempo de instalación Susceptibilidad Costo de transporte Costo de mantenimiento Costo de materiales Costo de instalación	Ordinal Nominal Ordinal Ordinal Ordinal Ordinal
INDEPENDIENTE: Sostenimiento óptimo	Para Pflucker (2019) el sostenimiento óptimo en minería es un trabajo adicional esencial de altocosto que se llevan a cabo para proteger de accidentes al personal y al equipo.	Para determinar el sostenimiento óptimo se evalúa al grado de fractura que presente el macizo rocoso, así como el tipo de roca y demás características geomecánicas.	Estabilidad Labor minera	Condición de la roca Mineralización Tipo de excavación RMR QRD	Ordinal Nominal Nominal Ordinal Ordinal

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N° 02 MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA LABORACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Sánchez Barturén José Gustavo y Torres Niqen Tarsy Saray FACULTAD/PROGRAMA: Facultad de

Ingeniería y Arquitectura/Pregrado

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿Cuáles son las ventajas técnicas - económicas que ofrecen los sostenimientos con pernos helicoidales y cuadros de madera?	<b>Objetivo general</b> Elaborar el análisis técnico - económico entre pernos helicoidales y cuadros de madera para determinar el sostenimiento óptimo en la mina los Andes – Ancash.	Si se elabora un análisis técnico - económico entonces se podrá determinar las ventajas que ofrecen los sostenimientos con pernos helicoidales y cuadros de madera.	<b>Variable independiente:</b>  Estudio geomecánico	Aplicada	Galería Luz Angélica	Análisis documental  Observación de campo no experimental	Método analítico
	<b>Objetivos específicos</b> Recopilar datos e información del macizo rocoso en las labores de la mina Los Andes para identificar las características geomecánicas de la roca.			<b>DISEÑO</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	
	Comparar las ventajas técnicas - económicas del sostenimiento con pernos helicoidales contraste con los cuadros de madera.			<b>Variable dependiente:</b>  Adecuado sostenimiento	Diseño No experimental  Investigación explicativa	Galería Luz Angélica	Guía de observación de campo  Ficha de registro
	Determinar el tipo de sostenimiento óptimo para incrementar la rentabilidad en la mina Los Andes, Ancash.						


Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°03 Ficha de registro de información

FICHA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN N°1						
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE SPLIT SET Y CUADROS DE MADERA PARA DETERMINAR UN SOSTENIMIENTO ÓPTIMO EN LA MINA LOS ANDES – ÁNCASH			
OBJETIVO: Recopilar datos e información del macizo rocoso en las labores de la mina Los Andes para identificar las características geomecánicas de la roca.						
ASPECTOS GEOMECÁNICOS						OBSERVACIÓN
RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA	ENSAYO DE CARGA PUNTUAL			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE		
CONDICIONES DE LAS DISCONTINUIDADES	LONGITUD DE DISCONTINUIDAD		ABERTURA	RUGOSIDAD	RELLENO	ALTERACIÓN
CONDICIONES DE LA MASA ROCOSA	N° GOLPES DE PICOTA	N° FRACTURAS /M2	DENSIDAD	GRADO DE FRACTURAMIENTO		CLASE DE TERRENO
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA DEL MACIZO ROCOSO	MINERALIZACIÓN					
CARACTERÍSTICAS DE LA EXCAVACIÓN	FORMA		TAMAÑO	ORIENTACIÓN		TIPO (TIEMPO)
RQD	CALIDAD			CLASE		
RMR	PRESENCIA DE AGUA		ESPACIAMIENTO DE LAS DISCONTINUIDADES		PUNTUACIÓN	CLASE


Fuente: Elaboración propia

## Anexo N° 04 Ficha de registro de información

FICHA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN N°2			
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE SPLIT SET Y CUADROS DE MADERA PARA DETERMINAR UN SOSTENIMIENTO ÓPTIMO EN LA MINA LOS ANDES – ÁNCASH</b>	
OBJETIVO: Comparar las ventajas técnico - económicas del sostenimiento con Split Set en contraste con los cuadros de madera			
Datos calculados para un avance de 20 metros en la labor.			
ASPECTO ECONOMICO			OBSERVACION
ITEMS	CUADROS DE MADERA	SPLIT SET DE 5'	
<b>COSTOS DEL MATERIAL DE SOSTENIMIENTO</b>	CANTIDAD		
	COSTO UNITARIO		
	COSTO TOTAL		
<b>COSTODE INSTALACIÓN</b>	COSTO DE HERRAMIENTAS		
	COSTO DE EQUIPO		
	COSTO TOTAL		
<b>COSTO DE TRANSPORTE</b>	COSTO DE FLETE/UD		
	UDS. TRANSPORTADAS		
	COSTO TOTAL		
ASPECTO TÉCNICO			
Datos calculados para un avance de 3 metros en la labor.			
ITEMS	CUADROS DE MADERA	SPLIT SET DE 5'	
<b>CANTIDAD DE MATERIAL UTILIZADO (ud)</b>			
<b>TIEMPO DE INSTALACIÓN (h)</b>			
<b>DURACIÓN EFECTIVA DE SOSTENIMIENTO (mes)</b>			
<b>TIEMPO DE TRANSPORTE DE MATERIAL DE SOSTENIMEINTO</b>			
<b>ESPACIO OCUPADO (m2)</b>			
<b>TONELADAS SOSTENIDAS /M2</b>			
<b>SUCEPTIBILIDAD</b>			

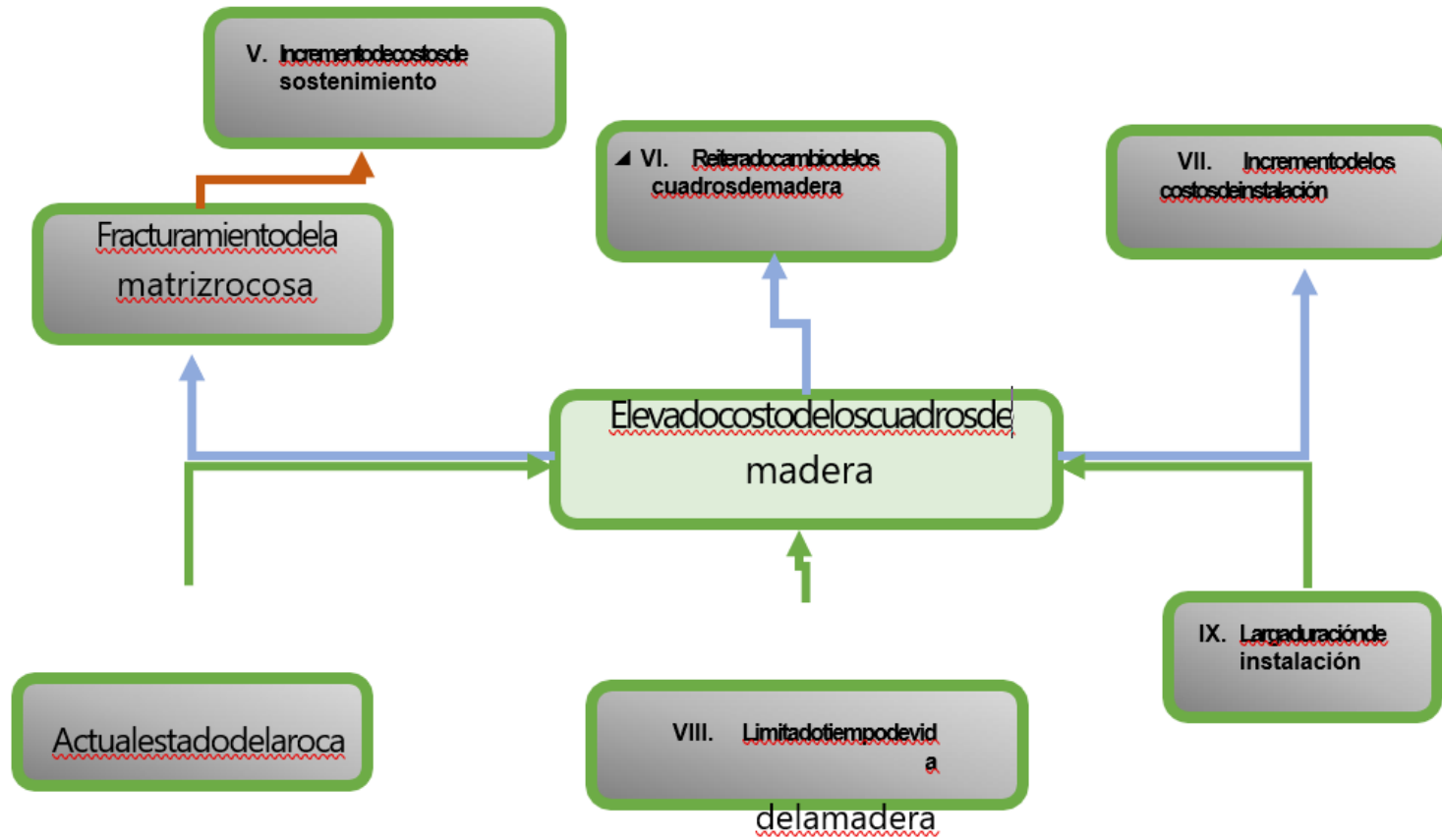
Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 05 Ficha de registro de información

FICHA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN N°3		
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE SPLIT SET Y CUADROS DE MADERA PARA DETERMINAR UN SOSTENIMIENTO ÓPTIMO EN LA MINA LOS ANDES – ÁNCASH</b>	
OBJETIVO: Determinar el tipo de sostenimiento óptimo para incrementar la rentabilidad en la mina Los Andes, Ancash		
ASPECTO ECONÓMICO		OBSERVACIÓN
ITEMS	SOSTENIMIENTO ÓPTIMO	
COSTO SOSTENIMIENTO		
DURACIÓN EFECTIVA DE SOSTENIMIENTO		
AHORRO DE ESPACIO EN LALABOR		
TONELADAS SOSTENIDAS		
SUCEPTIBILIDAD		
EFICACIA DE INSTALACIÓN		
MENOR MATERIAL UTILIZADO		
<b>SOSTENIMIENTO OPTIMO</b>		

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°06 Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia



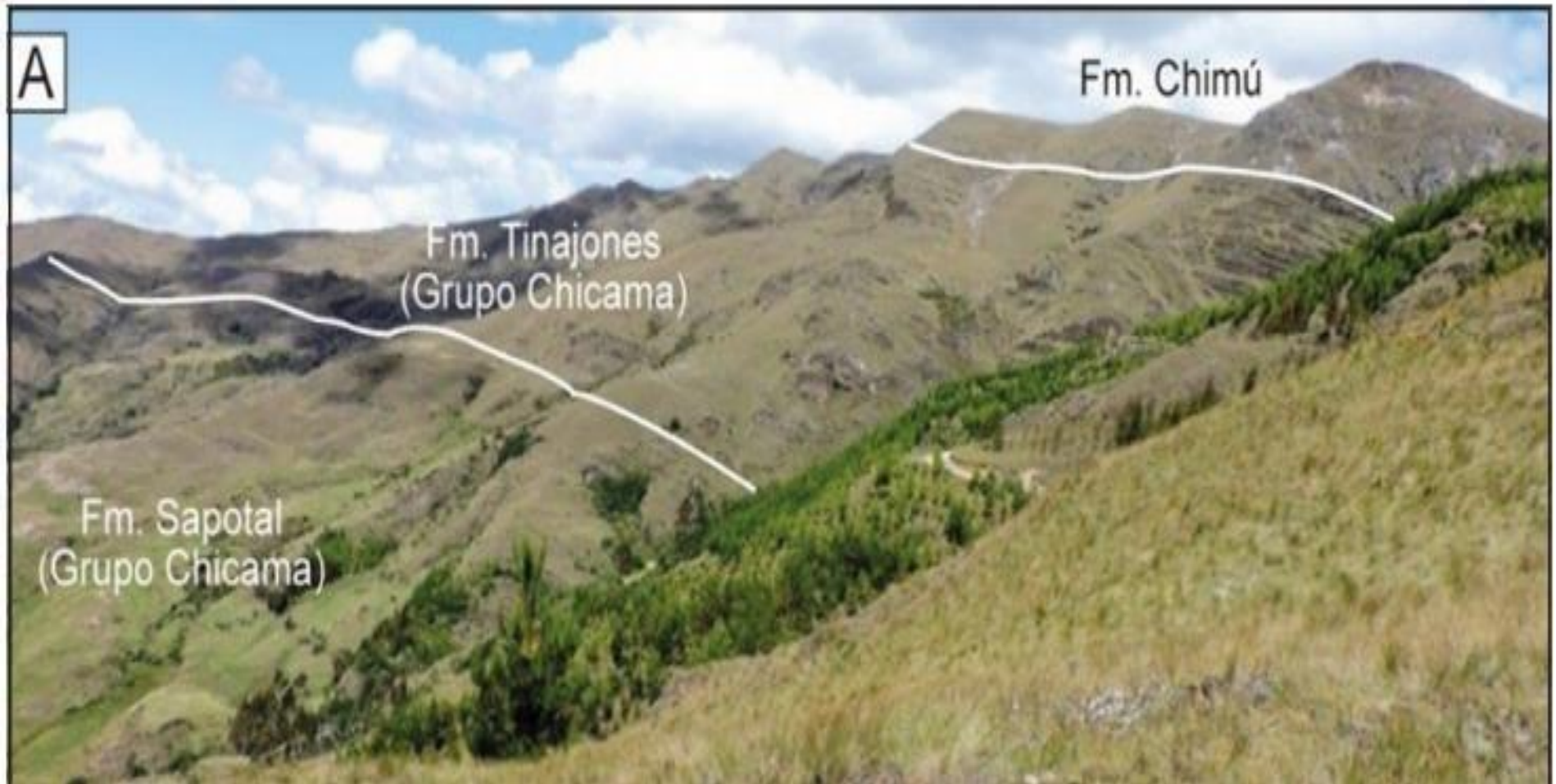
**Anexo N°07. Geología Local Unidad minera Pallasca**



Fuente: Imagen propia



Anexo N°08 Grupo Chicama

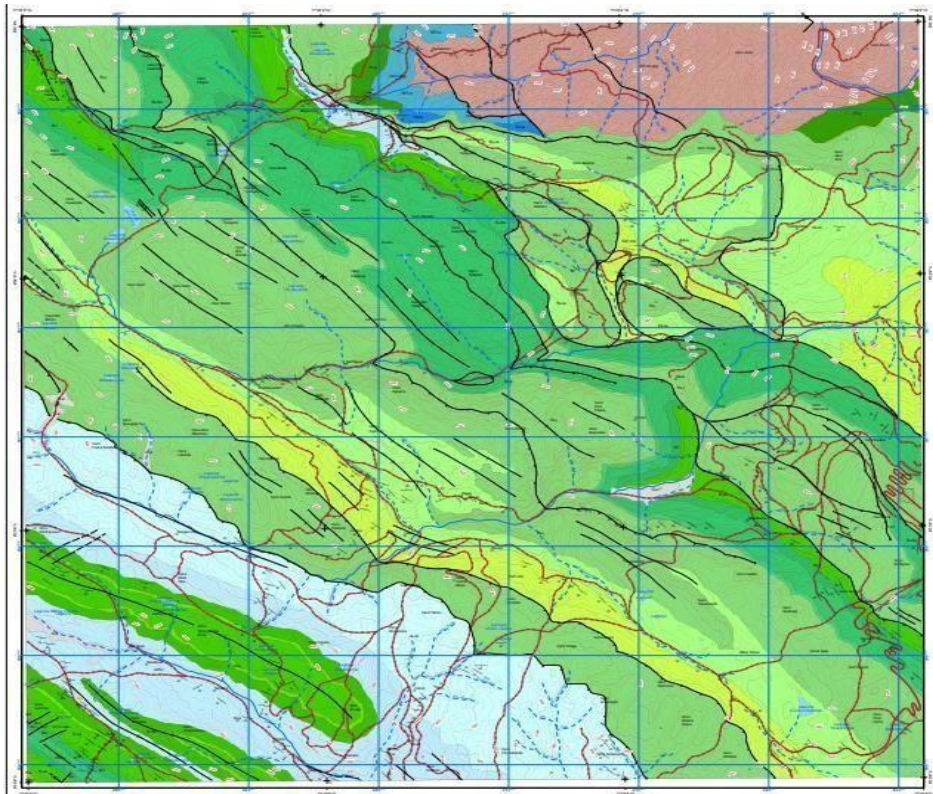


Fuente: Elaboración propia





# Anexo N°10 Mapa estructural



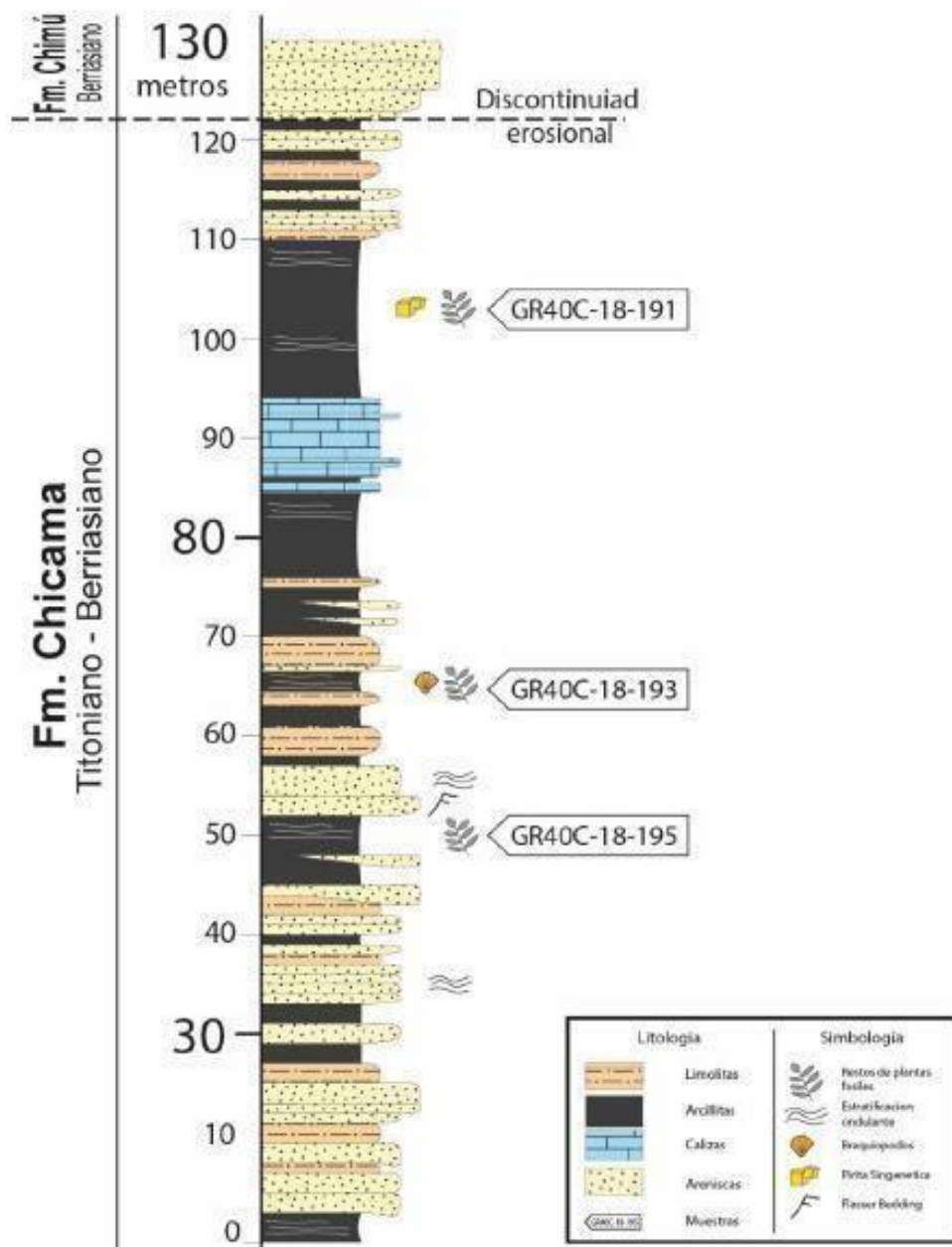
**SÍMBOLOS**

<p><b>Punto de observación geológica</b></p> <p>○ Punto de observación geológica</p> <p><b>Dato estructural</b></p> <p>↘ Rumbo y buzamiento de estrato inclinado</p> <p>↗ Rumbo y buzamiento de estrato invertido</p> <p>↘ Rumbo y buzamiento de diaclasa inclinada</p> <p><b>Contacto</b></p> <p>— Contacto geológico definido</p> <p><b>Falla</b></p> <p>▲ Falla inversa de alto ángulo definida</p> <p>▲ Falla inversa de alto ángulo inferida</p> <p>■ Falla normal de alto ángulo definido</p> <p>— Falla con movimiento indefinido</p> <p>— Falla con movimiento indefinido inferido</p> <p><b>Plegue</b></p> <p>↑ Anticlinal definido</p> <p>↓ Anticlinal volcado inferido</p>	<p>↑ Sinclinal definido</p> <p>↓ Sinclinal volcado definido</p> <p>↔ Línea de sección</p> <p><b>Perfil y Sección Geológica</b></p> <p>— Contacto geológico definido</p> <p>- - - Contacto geológico inferido</p> <p>— Línea de perfil</p> <p>— Línea de sección</p> <p>▲ Falla inversa con bloque izquierdo levantado</p> <p>▲ Falla inversa con bloque derecho levantado</p> <p><b>Curvas de Nivel</b></p> <p>~ Curva Índice</p> <p>~ Curva Intermedia</p> <p>~ Depresión Intermedia</p> <p><b>Drenaje</b></p> <p>~ Río</p> <p>~ Quebrada</p>	<p><b>Toponimia</b></p> <p>○ Cerro</p> <p>:: Pueblo</p> <p>× Cota</p> <p><b>Vias</b></p> <p>— Carretera afirmada</p> <p>- - - Camino carrozable</p> <p>— Puente</p> <p><b>Lagos</b></p> <p>~ Lagos y lagunas</p> <p><b>Poligonal Urbana</b></p> <p>□ Casco Urbano</p>
---	--	---

Fuente: Elaboración propia

# Anexo N°11 Columna estratigráfica

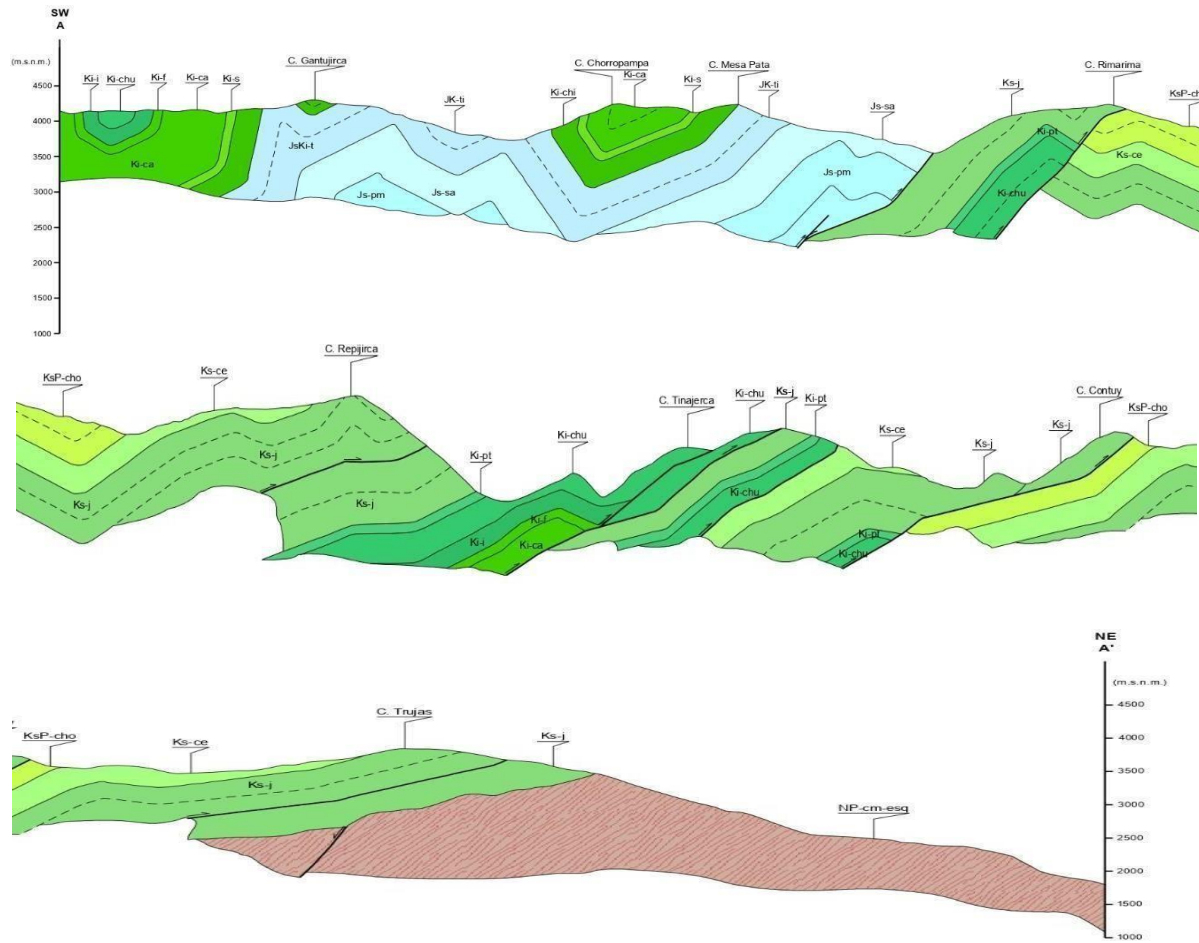
## A Laguna Racainaca



Fuente: Elaboración propia



# Anexo 13: Perfil Longitudinal Y Transversal De Pallasca



CENIZADO		MESOZOICO		CENOZOICO		NEOZOICO	
PERIODO	UNIDAD	PERIODO	UNIDAD	PERIODO	UNIDAD	PERIODO	UNIDAD
MESOZOICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO	TRIÁSICO
	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO
	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO
	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO
	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO
	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO
	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO
	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO
	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO
	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO	CRETÁCICO
CENOZOICO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
NEOZOICO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO
	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO	CUATERNARIO

## LEYENDA

- UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS**
- Deposito aluvial**  
Deposito de gravas con cantos angulosos y subangulosos, mal seleccionados, en matriz limosa.
  - Formación Chuta**  
Areniscas de mediana a gruesa y mediana de grano medio, gruesas subredondeadas, mal seleccionadas, con laminación paralela, intercalado con lutitas rojas y verdes, las areniscas se presentan en estratos de 0.4 a 1 m, tambien presente algunos niveles delgados de caliza vectoriosa a packstone.
  - Formación Celadín**  
Calizas en niveles centimétricos con margas gris verdosas, intercaladas con niveles de areniscas calcáreas arcillosas y con lutitas rojas, presentan abundantes fósiles de esponjas con brechas y estructuras de biohermas.
  - Formación Amalita**  
Calizas multibancas a packstone, presenta bancos que varían de 0.1 a 1 m, ocasionalmente presentan calizas biocásticas, presentan secuencias estratocolumnares.
  - Formación Petaluma**  
Calizas multibancas gris calcáreas, intercaladas con delgados niveles de lutitas, se presentan en estratos de 10 a 20 cm.
  - Formación Chila**  
Calizas arenosas y gris verdosas, multibancas a packstone, intercalado con lutitas gris verdosas. Las calizas se presentan en estratos de 15 a 20 cm.
  - Formación Lila**  
Areniscas calcáreas de grano medio a grueso, en estratos de 10 a 15 cm, con intercalación de lutitas y algunos niveles de calizas, las areniscas presentan oolitas y fósiles.
  - Formación Lila**  
Areniscas calcáreas biocásticas, de grano medio a grueso, en estratos de 0.4 a 2 m, presenta laminación oblicua y paralela.
  - Formación Carhuas**  
Formación de areniscas calcáreas biocásticas arenolíticas y limolíticas gris verdosas y púrpuras. Las areniscas tienen laminaciones oblicuas rectas, en estratos de 10 a 20 cm.
  - Formación Santa**  
Observaciones de lutitas y calizas gris calcáreas, las calizas varían de multibancas a biocásticas, presentan laminación oblicua, los estratos varían de 10 a 50 cm.
  - Formación China**  
Areniscas calcáreas biocásticas de grano grueso, gruesas subredondeadas, bien seleccionadas, en estratos de 0.3 a 1 m, presentan laminación paralela y oblicua.
  - Formación Tinajera**  
Areniscas calcáreas biocásticas de grano medio, en estratos de 0.3 a 0.5 m, con intercalaciones de areniscas gruesas y lutitas negras carbonáceas en las que se presentan restos de plantas.
  - Formación Capatí**  
Lutitas negras intercaladas con areniscas grises, presentan oolitas y concreciones, las lutitas se encuentran deformadas y probablemente presentan slump.
  - Grupo Pasará**  
Calizas grises a pardas, tipo multibancas, con intercalación de lutitas calcáreas bien laminadas, se observan algunos niveles de areniscas calcáreas parásitas, abundantes oolitas de oolitas.
  - Grupo Mito**  
Microconglomerados volcánicos, matriz calcárea y limolítica, con cantos de laminita de basalto 1 cm, tambien presente niveles microlaminados con abundantes oolitas de oolitas.
  - Complejo del Maricón**  
Estratos multibancas, tipo gris rojas, abundantes fósiles biocásticos y multibancas, gruesas de basalto y algunas limolíticas, packstone, aspecto bandeado, estratos bien desarrollados.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14 Mapeo Geomecánico – Mina Pallasca

**FORMATO DE MAPEO GEOMECÁNICO RM R**

Nombre del Proyecto:	Pallasca
Nivel:	3646
Labor:	Bocamina 1
Ejecutado por:	Sanchez y Torres
Fecha:	24/08/2021

Litología	Granodiorita
Altura litostática (h)	
Rc / Sv	

# Fract/ml	RQD (%) <sub>1</sub>
1	100
2	98
3	96
4	94
5	91
6	88
7	84
8	81
9	77

**SISTEMA RMR**

PARÁMETROS	VALOR	RANGO										VALOR	10	74				
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	<b>150</b>	>250	(15 X	100-250	(12)	50-100	(7)	25-50	(4)	<25(2) <5(1)	<1(0)	<b>4</b>	11	70				
RQD (%)	<b>70</b>	90-100	(20)	75-90	(17) X	50-75	(13)	25-50	(8)	<25	(3)	<b>13</b>	12	66				
Espaciamiento de discontinuidades (cm)	<b>0.50</b>	>2m	(20)	0,6-2 m	(15)	0.2-0.6m	(10)	0.06-0.2m	(8) X	< 0.06m	(5)	<b>5</b>	13	63				
<b>CONDICION DE DISCONTINUIDADES</b>																		
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Persistencia	<1m long.	(6) X	1-3 m Long.	(4)	3-10m	(2)	10-20 m	(1)	> 20 m	(0)	<b>4</b>	14	59	
				Abertura	Cerrada	(6)	<0.1mmaper t.	(5)	0.1-1.0mm	(4) X	1 - 5 mm	(1)	> 5 mm	(0)	<b>0</b>	15	56	
				Rugosidad	Muyrugosa	(6) X	Rugosa	(5)	Lig.rugosa	(3)	Lisa	(1)	Espejo de falla	(0)	<b>3</b>	16	53	
				Relleno	Limpia	(6) X	Duro < 5mm	(4)	Duro> 5mm	(2)	Suave < 5 m	(1)	Suave > 5 mm	(0)	<b>4</b>	17	49	
				Alteración	Sana	(6)	Lig. Intempe.	(5) X	Mod.Intempe.	(3)	MuyIntempe	(2)	Descompuest	(0)	<b>2</b>	18	46	
Agua subterránea					Seco	(1) X	Húmedo	(10)	Mojado	(7)	Goteo	(4)	Flujo	(0)	<b>3</b>	19	43	
Orientación															<b>-5</b>	20	41	
																21	38	
																	22	35
																	23	33
																	24	31

**RMR<sub>89</sub> (Básico) = 49**

**RMR<sub>89</sub> (Corregido) =**

**44**

**RMR'<sub>89</sub> (Condiciones Secas)= 15**

Condiciones secas

Fuente: Elaboración propia



## Anexo N°15 Ensayo de carga Puntual



Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°16 Ensayo del Peine de Barton (Rugosímetro)



Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°17 Ensayo del Peine de Barton (Rugosímetro)



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°18 Especificaciones técnicas de los pernos Helicoidales

<i>Especificaciones técnicas</i>			
<i>DESCRIPCIÓN/DIÁMETRO</i>	<i>22mm</i>	<i>25mm</i>	<i>32mm</i>
<i>FLUENCIA</i>	<i>22KN</i>	<i>269kn</i>	<i>425 kn</i>
<i>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN</i>	<i>270KN</i>	<i>350kn</i>	<i>564 kn</i>
<i>RESISTENCIA AL CORTE</i>	<i>200KN</i>	<i>263kn</i>	<i>425 kn</i>
<i>LÍMITE DE FLUENCIA (kg/cm2)</i>	<i>5,270</i>	<i>5,270</i>	<i>5,270</i>
<i>ALARGAMIENTO MÍNIMO</i>	<i>7%</i>	<i>7%</i>	<i>7%</i>
<i>MASA POR METRO (NOMINAL)</i>	<i>2.85kg</i>	<i>3.85 kg</i>	<i>6.03 kg</i>
<i>MENOR DIÁMETRO DE LA BARRA</i>	<i>20.6 mm</i>	<i>23.0mm</i>	<i>30.3 mm</i>
<i>MAYOR DIÁMETRO DE LA BARRA</i>	<i>21.4mm</i>	<i>24.4 mm</i>	<i>30.6 mm</i>
<i>DIÁMETRO EXTERIOR</i>	<i>24.6mm</i>	<i>30.6 mm</i>	<i>34.8 mm</i>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°19 Madera recién cortada



Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°20 Corte de la materia prima



Fuente: Elaboración propia



## Anexo N°21 Tala de árboles



Fuente: Elaboración propia



### Anexo N°22 Medición de los estratos



Fuente: Elaboración propia

### Anexo N°23 Medición de estratos



Fuente: Elaboración propia

**Anexo N°24 Traslado del material en carretillas**



Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°25 Cuadros de madera



Fuente: Elaboración propia



## Anexo N°26 Medición de los Hastiales



Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°27 Medición de los cuadros de madera



Fuente: Elaboración propia



## Anexo N°28 Marcación de la malla de perforación



Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°29 Cartilla Geomecánica

CARTILLA GEOMECAÁNICA				
LABORES DE EXPLOTACIÓN Y AVANCES				
Indice de Resistencia Geológica (GSI)	Condición Superficial (Golpes de picota)			
	Se Rompe	Se Rompe	Se Indenta	Se Indenta
ESTRUCTURA Grado de fracturamiento	Con 3 o mas Golpes de Picota	Con 1 o 2 Golpes de Picota	Superficialmente (<5 mm)	Mas de 5 mm.
	B	R	P	MP
Se basa en la cantidad de fracturas por metro cuadrado, medidos insitu con flexómetro.	Buena	Regular	Pobre	Muy Pobre
Indicador Estructural - Fracturas/m <sup>2</sup>	LF 2 a 5 Levemente Fracturada	LF/B	LF/R	-
	F 6 a 11 Moderadamente Fracturada	F/B	F/R	F/P
	MF 12 a 20 Muy Fracturada	MF/B	MF/R	MF/P
	IF >20 Intensamente	IF/B	IF/R	IF/P

CARTILLA GEOMECAÁNICA PARA		
TIPOS DE SOSTENIMIENTO LABORES DE EXPLOTACIÓN (Tajeros) (TEMPORALES < 1 AÑO) desde 1.5 x 1.5 hasta 3.0 x 3.0 m BUZAMIENTO DE VETA > 45°		
PARAMETROS GEOMECAANICOS (CALIDAD RMI)	ANCHO DE MINADO > 2.4m.	ANCHO DE MINADO <= 2.4m.
A 81-100	Split Set de 7' sist. según estándar en caja techo-piso y zona mineralizada.	Puntal c/ jacking sist. esp. a 1.8m en las cajas + split set sist. esp. 1.80m.
B 61-80	Split Set de 7' sist. según estándar en caja techo-piso y zona mineralizada.	Puntal c/ jacking sist. esp. a 1.50m Split Set de 5' sist. según estándar en la caja techo - piso y zona mineralizada.
C 51-60	Split Set s. sist. + malla electrosoldada según estándar en caja techo-piso y zona mineralizada.	Puntal c/ jacking sist. esp. a 1.30m en las cajas + Split Set sist de 5', esp. a 1.20m en zona mineralizada.
D 41-50	Perno Helicoidal sist. + malla electrosoldada según estándar en caja techo-piso y zona mineralizada.	Perno Helicoidal sist. + malla electros. en cajas y zona mineralizada, en falsas cajas reforzar con puntales c/ jacking donde requiera.
E 21-40	Cuadros de madera según estándar con guarda cabeza en dirección al minado.	Cuadros de madera esp. 1.50 m con guarda cabeza en dirección al minado.
F <20	Cuadros de madera esp. 1.00m con marchavantes en dirección al minado.	Cuadros de madera esp. 1.00m con guarda cabeza en dirección al minado.

BUZAMIENTO DE VETA < 45°		
PARAMETROS GEOMECAANICOS (CALIDAD RMI)	ANCHO DE MINADO > 2.4M	ANCHO DE MINADO (1.5M A 2.4M)
A 81-100	Split Set sist. long. según sección esp. a 1.5m reforzado con Wood Pack 2x2m sist. esp. a 3.0m.	Puntal sist. esp. a 1.80m. Reforzar con Wood Pack 1x1m sist. esp. a 3.0m.
B 61-80	Split Set sist. long. según sección esp. a 1.5m reforzado con Woodpack 2x1m sist. esp. a 3.0m.	Puntal c/ jacking sist. esp. a 1.50m. Reforzar con Woodpack 1x1m donde lo requiere.
C 51-60	Pernos Helicoidales y/o Split Set long. según sección esp. 1.50m reforzado con Woodpack 1x1m sist. esp. a 3.0m.	Puntal c/ jacking sist. esp. a 1.50m. Reforzar con Woodpack 1x1m sist. esp. a 3.0m.
D 41-50	Pernos Helicoidales según sección esp. 1.30m reforzado con Woodpack 1x1m sist. esp. a 3.0m.	Puntal c/ jacking sist. esp. a 1.3m. Reforzar con Woodpack 1x1m sist. esp. a 3.0m.
E 21-40	Cuadro de madera esp. a 1.30m con guarda cabeza en dirección al minado reforzado con Cribbing sist. esp. 2.0m.	Cuadro de madera esp. a 1.30m con guarda cabeza en dirección al minado reforzado con Cribbing sist. esp. 2.0m.
F <20	Cuadro de madera esp. a 1.00m con guarda cabeza en dirección al minado reforzado con Cribbing sist. esp. 2.0m.	Cuadro de madera esp. a 1.20m con guarda cabeza en dirección al minado reforzado con Cribbing sist. esp. 2.0m.

Fuente: Elaboración propia

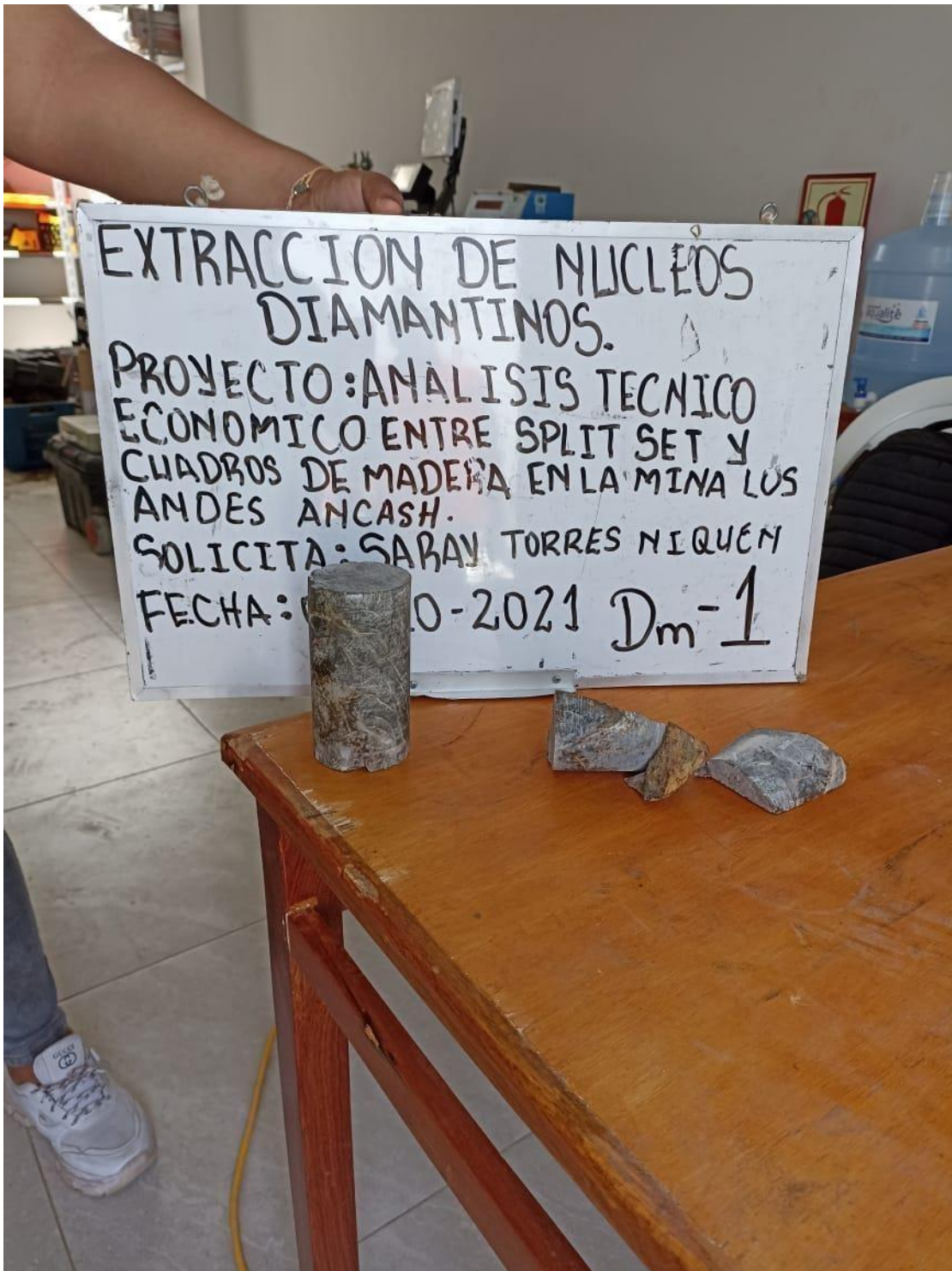
## Anexo N°30 Ángulo de fricción



Fuente: Elaboración propia



Anexo N°31 Evaluación en laboratorio Piura



Fuente: Elaboración propia

## Anexo N°32 Laboratorio de suelos



Fuente: Elaboración propia

## Anexo N° 33 Ficha de validación de instrumento (análisis documental)

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO (DE ANÁLISIS DOCUMENTAL)

Experto: Dr. (Mg) CARLA MILAGROS MENA NEVADO  
 Centro de Trabajo y cargo que ocupa: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - Docente  
 Dirección: 12° E 3 4 5 DEURATA MAGISTERIAL  
 e-mail: cmilagro7@hotmail.com Teléfono: 958118035

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			✓	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			✓	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			x	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			x	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			x	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			x	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			x	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			x	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			x	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			x	

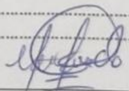
Opinión de Aplicabilidad:

.....

.....

.....

-----  
 CARLA MILAGROS MENA NEVADO  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 160158

  
 Nombre y firma del Experto Validador  
 DNI N° 4246710  
 Fecha: 19/07/21

Fuente: Elaboración propia



## Anexo N° 34 Ficha de validación de instrumentos

### FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

**Análisis técnico-económico entre Split set y Cuadros de madera para determinar un sostenimiento óptimo en la Mina los Andes, Ancash**

1.2 Investigadores:

Sánchez Barturen Jose Gustavo

Torres Niguen Jary Saray

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado			X		
Objetividad	Está expresado en conductas observables			X		
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			X		
Organización	Existe una organización lógica			X		
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad			X		
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias			X		
Consistencia	Basado en aspectos técnicos científicos			X		
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores			X		
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico			X		
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación			X		

PROMEDIO DE VALORACIÓN

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

.....

.....

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Antonio Araujo Eusebio DNI.....

Grado académico: Doctor Centro de Trabajo:

Firma:

Fecha: 24/10/2021



Fuente: Elaboración propia



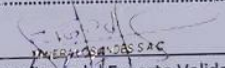
**Anexo N° 35 Ficha de validación de instrumentos**

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO  
(DE ANÁLISIS DOCUMENTAL)**

Experto: Dr. (Mg) \_\_\_\_\_  
 Centro de Trabajo y cargo que ocupa: .....  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 e-mail: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			X	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				X
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			X	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				X
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			X	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				X
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				X
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			X	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			X	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				X

Opinión de Aplicabilidad:  
 .....  
 .....

  
 Nombre y firma del Experto Validador  
 DNI N° .....  
 Fecha: **Gilberto Donayres Quispe...**  
 Minera Los Andes S.A.C.  
 R.U.C. N° 20526786093

Fuente: Elaboración propia

**Anexo N° 36 Ficha de validación de instrumento (ficha de observación de campo)**

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO  
(FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:  
.....  
.....

1.2 Investigador (a) (es):  
.....  
.....

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				X	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
Organización	Existe una organización lógica				X	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				X	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				X	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				X	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				X	

PROMEDIO DE VALORACIÓN  

3. OPINION DE APLICABILIDAD:  
.....  
.....

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: CARLA MILAGROS MENA NEVADO DNI: 42467125  
 Grado académico: INGENIERA Centro de Trabajo: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Firma: [Firma] Fecha: 19/07/21

-----  
 CARLA MILAGROS MENA NEVADO  
 INGENIERO GEOLOGO  
 Reg. CIP N° 180158

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N° 37 Ficha de validación de instrumentos

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO (DE ANÁLISIS DOCUMENTAL)

Experto: Dr. (Mg) Antonio Araujo Eusebio  
Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Doctor  
Dirección:  
e-mail: [cantonio@ucvvirtual.edu.pe](mailto:cantonio@ucvvirtual.edu.pe) Teléfono: 949686706

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			X	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			X	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			X	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			X	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			X	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			X	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			X	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			X	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			X	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			x	

Opinión de Aplicabilidad:

.....  
.....  
.....

  
Nombre y firma del Experto Validador

DNI N°  
Fecha: /10/2021

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N° 38 Ficha de validación de instrumentos

### FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO)

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

**Análisis técnico-económico entre Split set y Cuadros de madera para determinar un sostenimiento óptimo en la Mina los Andes, Áncash**

1.2 Investigadores:

Sánchez Barturen Jose Gustavo

Torres Niquen Tarsy Saray

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				X	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				X	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
Organización	Existe una organización lógica				X	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				X	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					X
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				X	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					X
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				X	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

.....  
.....

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos:

Grado académico:

Firma:

DNI.....

Centro de Trabajo: MINERA LOS ANDES S.A.C.

Fecha: .....

Gilberto Donayres Quispe  
Minera Los Andes S.A.C  
R.U.C. N° 20526786093

## Anexo N° 39 Ficha de validación de instrumento (juicio de expertos)

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS  
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

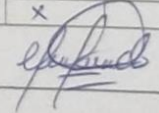
- Apellidos y Nombres del experto: MENA NEVADO CARLA MILAGROS.
- Grado Académico: MAGISTER
- Institución donde labora: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
- Dirección: HRZ. LT 5 DEGRADA MAGS. KUAL Teléfono: 958118835 Email: comila0707@hotmail.com
- Autor (es) del Instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El Instrumento considera la definición conceptual de la variable				X	
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable				X	
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable				X	
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable				X	
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores				X	
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general				X	
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos				X	
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable				X	
9	Las preguntas o ítems están redactadas claramente				X	
10	Las preguntas siguen un orden lógico				X	
11	El N° de ítems que cubre cada indicador es el correcto				X	
12	La estructura del instrumento es la correcta				X	
13	Los puntajes de calificación son adecuados				X	
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta				X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: ..... Fecha: 01/08/2018

IV. Promedio de Valoración: .....

Mg. 

DNI N° 42467125

CARLA MILAGROS MENA NEVADO  
INGENIERO GEOLOGO  
Reg. CIP N° 180158

Fuente: Elaboración propia



## Anexo N° 40 Ficha de validación de instrumentos

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS JUICIO DE EXPERTOS

#### I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: Antonio Araujo Eusebio
- Grado Académico: Doctor
- Institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
- Dirección: Av. Los Incas #726 (Trujillo) Teléfono: 949696706. Email: cantonioar@ucvvirtual.edu.pe
- Autores del Instrumento: Sánchez Barturén José Gustavo – Torres ~~Niquen Tarsy Saray~~

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable					
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable					
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable					
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable					
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores					
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general					
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos					
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable					
9	Las preguntas o ítems están redactadas claramente					
10	Las preguntas siguen un orden lógico					
11	El Nº de ítems que cubre cada indicador es el correcto					
12	La estructura del instrumento es la correcta					
13	Los puntajes de calificación son adecuados					
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta					

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: ..... Fecha: .....

IV. Promedio de Valoración: .....

Mg.

DNI:

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N° 41 Ficha de validación de instrumentos

### FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS JUICIO DE EXPERTOS

#### I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto:
- Grado Académico:
- Institución donde labora:
- Dirección: Teléfono:
- Autores del Instrumento: Sánchez Barturén José Gustavo – Torres Niquen Tarsy Saray

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

Nº	INDICADORES	Deficiente	Bajo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1	El instrumento considera la definición conceptual de la variable				X	
2	El instrumento considera la definición procedimental de la variable				X	
3	El instrumento tiene en cuenta la operacionalización de la variable					X
4	Las dimensiones e indicadores corresponden a la variable				X	
5	Las preguntas o ítems derivan de las dimensiones e indicadores					X
6	El instrumento persigue los fines del objetivo general					X
7	El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos				X	
8	Las preguntas o ítems miden realmente la variable				X	
9	Las preguntas o ítems están redactadas claramente					X
10	Las preguntas siguen un orden lógico					X
11	El N° de ítems que cubre cada indicador es el correcto					X
12	La estructura del instrumento es la correcta				X	
13	Los puntajes de calificación son adecuados					
14	La escala de medición del instrumento utilizado es la correcta					

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: .....

IV. Promedio de Valoración: .....

Fecha: 14/10/21

Mg.

DNI

Gilberto Donayres Quispe  
Minera Los Andes S.A.C.  
R.U.C. N° 20526786093

Fuente: Elaboración propia

## Anexo N° 42 Carta de aceptación



**MINERA LOS ANDES S.A.C.**

*"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"*

### **CARTA N° 047 - 2021 - MILANSAC**

Lima, 03 de diciembre de 2021

**Señor:**

**Dr. Beder Erasmo Martell Espinoza**

Director Nacional de EP de Ingeniería de Minas

UCV- Filial Chiclayo

**Presente.**

Reciba un cordial saludo y expresarle mi estima personal, se ha recibido cartas de los alumnos del X ciclo de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de UCV – Filial Chiclayo, solicitando las facilidades para la investigación y Prácticas Pre – Profesionales de los estudiantes del Ciclo X, se detalla líneas abajo.

La Empresa Minera Los Andes Sociedad Anónima Cerrada con el espíritu de apoyar en el desarrollo de los futuros profesionales de Ingeniería de Minas acepta brindarles y dar las facilidades necesarias para que pueda cumplir con sus objetivos planeados en la fecha que estimen conveniente, para confirmar enviar un correo a [gilberto122@hotmail.com](mailto:gilberto122@hotmail.com) con copia a [gdonayres@mineralosandes.com](mailto:gdonayres@mineralosandes.com), con 1 semana de anticipación, dirigido al Ing. Angel Cámac, Superintendente de SSOMA. Las investigaciones y prácticas se realizarán en la Unidad Minera Pallasca – Ancash, los estudiantes admitidos son:

ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	CODIGO	D.N.I
1	Wilson Alexis Zaquinaula Bances	7000953283	76963990
2	Gean Pierre Alexander Calderón Vela	7000946754	77472676
3	Francisco Alonso Rico Macalopú	7001122576	73214899
4	Yamir Jannpier Rodríguez Vera	7001124910	77203344
5	Arnol Luis Chanamé Serrepe	7001134422	73579437
6	Tarsy Saray Torres Niquen	7001117569	75704251
7	Jose Gustavo Sanchez Barturen	7001133569	78108210
8	Asunciona de los Angeles Machero León	7001131161	74877242

Fuente: Elaboración propia



## Anexo N° 43 Carta de aceptación



# **MINERA LOS ANDES S.A.C.**

ITEM	NOMBRES Y APELLIDOS	CODIGO	D.N.I
9	Wilson Junior Salazar Millian	7001121609	76827669
10	Luis Ivan Rinza Lucero	7001009663	74247103
11	Andrés Heredia Decena	7000990726	75868013
12	Ana Leonela Castillo Aguilar	7000994792	72931277
13	Guido Alexis Gastelo Chavez	7001008469	71796818
14	Luís Miguel Saucedo Huaman	7000683130	75686414
15	Rony Roy Jave De La Cruz	7000643688	74157601
16	Deysi Margorieth Ramírez Tarrillo	7000953717	72324848

Atentamente

MINERA LOS ANDES S.A.C.  
Ing. Gilberto Donayres Quispe  
GERENTE GENERAL

**Ing. Gilberto Donayres Q., MBA**  
**GERENTE GENERAL**

**C.C: Archivo**

**Empresa:** Minera Los Andes S.A.C.

**Representante Legal:** Gilberto Donayres Quispe

**RUC:** 20526786093

**Domicilio Fiscal:** Av. Nicolás de Piérola N° 1131 Oficina 204 Lima – Lima

**Celular:** 954 968 409

**E\_mail:** gilberto122@hotmail.com

**E\_mail:** gdonayres@mineralosandes.com

Fuente: Elaboración propia



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SALAZAR CABREJOS ROSA ELIANA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE MINAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Análisis técnico-económico entre pernos helicoidales y cuadros de madera para determinar el sostenimiento óptimo en la mina Los Andes – Ancash", cuyos autores son TORRES NIQUEN TARSY SARAY, SANCHEZ BARTUREN JOSE GUSTAVO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido de 17.00%, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 23 de Diciembre del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SALAZAR CABREJOS ROSA ELIANA <b>DNI:</b> 41661370 <b>ORCID</b> 0000-0002-1144-2037	Firmado digitalmente por: SCABREJOSRE el 23-12- 2021 20:26:26

Código documento Trilce: TRI - 0244937