



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño y simulación de perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca – Ancash

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

AUTORES:

Arbulú Vásquez, Alicia Daniela (ORCID: 0000-0001-9732-0745)

Carrasco Chanta, César Alberto (ORCID: 0000-0003-0191-6355)

ASESORES:

Dra. Salazar Cabrejos, Rosa Eliana (ORCID: 0000-0002-1144-2037)

Mg. Salazar Ipanaque, Javier Ángel (ORCID: 0000-0002-7909-6433)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Perforación y Voladura de rocas

CHICLAYO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres, hermanos y abuela, por su tan apreciado amor, trabajo y sacrificio, que han venido forjando a lo largo de los años, para así poder culminar con mis estudios. A mi novio por acompañarme y estar presente en todo momento.

Alicia Arbulú.

A mis padres por darme la mejor educación y enseñarme que todas las cosas hay que valorara para lograr los objetivos de la vida.

César Carrasco.

Agradecimiento

El agradecimiento va dirigido a Dios, por ser el apoyo para realizar esta investigación. Agradecemos a nuestra asesora Eliana Salazar y a nuestro asesor temático Javier Salazar que gracias a sus conocimientos y ayuda pudimos concluir con nuestro informe de investigación. También agradecemos al ingeniero Gilberto Donayres por brindarnos su apoyo.

Los Autores.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Variables y operacionalización.....	9
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos.....	10
3.5. Procedimiento.....	11
3.6. Método de análisis de datos.....	12
3.7. Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN.....	27
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS.....	37

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros de perforación y voladura actuales.....	14
Tabla 2. Cantidad de Explosivos que se utiliza en la galería 1.....	15
Tabla 3. Primer cuadrante.....	20
Tabla 4. Segundo cuadrante.....	20
Tabla 5. Tercer cuadrante.....	20
Tabla 6. Cuarto cuadrante.....	21
Tabla 7. Arrastres.....	21
Tabla 8. Corona.....	21
Tabla 9. Cuadradores.....	21
Tabla 10. Densidad de carga.....	22
Tabla 11. Especificaciones técnicas de dinamita SEMEXSA 22mm x 18mm.....	22
Tabla 12. Distribución de taladros y cartuchos.....	24
Tabla 13. Velocidad de partícula crítica PPV.....	25

Índice de gráficos

Gráfico 1. Curva granulométrica actual.....16

Gráfico 2. Análisis de fragmentación.....26

Resumen

El presente informe de investigación tuvo como finalidad diseñar y simular la perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca. La investigación surgió del problema vinculado a las deficiencias en la fragmentación producto de la perforación y voladura. Para ello se trabajó con una muestra conformada por la galería 1, utilizando un tipo de investigación básica y un diseño no experimental. Así mismo, para la recolección de información se utilizó la técnica de observación cuyos instrumentos son las guías de observación de campo, juntamente con el software JkSimblast. Finalmente, se obtuvo como resultado la fragmentación de la roca optimizándola en un 56.82%. Todos los resultados se presentaron por medio tablas, figuras y gráficos con su respectiva descripción y análisis que comprobaron la hipótesis, si se diseña y simula la perforación y voladura, se optimizará la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca - Ancash, todo este trabajo realizado permite concluir que el diseño y simulación de la perforación y voladura, permite que la roca presente una fragmentación adecuada para sus posteriores procesos.

Palabras clave: Macizo rocoso, geología, arranque, explosivo.

Abstract

The purpose of this research report was to design and simulate drill and blast to optimize rock fragmentation. The investigation arose from the problem linked to deficiencies in fragmentation resulting from drill and blast. For this, we worked with a sample made up of gallery 1, using a type of basic research and a non-experimental design. Likewise, for the collection of information, the observation technique was used, whose instruments are the field observation guides, together with the JkSimblast software. Finally, the fragmentation of the rock was obtained as result, optimizing it by 56.82%. All the results were presented by means of tables, figures and graphs with their respective description and analysis that verified the hypothesis, if drilling and blasting is designed and simulated, the fragmentation of the rock in the Pallasca - Ancash Production Unit will be optimized, all This work carried out allows us to conclude that the design and simulation of drilling and blasting allows the rock to present adequate fragmentation for subsequent processes.

Keywords: rock mass, geology, geotechnical, start-up, explosive.

I. INTRODUCCIÓN

La minería es una actividad económica que permite la extracción y explotación de minerales donde el Perú es uno de los principales productores de diversos metales, lo que refleja la abundancia de recursos, como también la capacidad de producción de la actividad minera peruana. Así mismo, (Ortega 2016) define a la perforación de rocas como el primer paso en la preparación de la voladura, su propósito es abrir agujeros cilíndricos con la distribución y geometría adecuada, donde posteriormente se colocan cargas explosivas que, mediante su detonación, transmite la energía necesaria para fragmentar la roca.

Para Chambi (2019) la perforación y voladura ha ido evolucionando con el tiempo, con la incorporación de diferentes tecnologías, dependiendo de la eficiencia y la necesidad de cumplir con los programas de minado para que la explotación sea óptima. Es decir, no haya pérdidas en cuanto a la fragmentación de la roca, tonelaje, consumo de explosivos. Sin embargo, viene siendo un problema recurrente en los departamentos de operaciones.

La Unidad de Producción Pallasca se encuentra situada en el distrito de Lacabamba, provincia de Pallasca, en el departamento de Ancash, precisando que el yacimiento se encuentra en las alturas del C.P. de Chora. Así mismo se encuentra en la zona UTM 18S (Ver anexo N° 08). El yacimiento presenta una veta principal denominado Veta El Inca, que mediante una galería de 1.2m x 1.8m se extrae mineral con buenas leyes de oro. Por lo que la siguiente investigación surgió del problema observado vinculado a la deficiente fragmentación de la roca producto de la voladura.

Una de las causas fue la carencia de un estudio geomecánico, ocasionando el desconocimiento sobre la calidad de la roca. Para Castilla y Herrera (2013), las propiedades geomecánicas, así como las características del macizo rocoso juegan un rol importante ya que estos datos permiten establecer índices de calidad de la

roca a partir de la observación del macizo rocoso in situ, índices que están relacionados con la necesidad de obtener los parámetros para el diseño de la perforación y voladura.

Otra de las causas fue el inadecuado diseño del arranque y malla de perforación, ocasionando que no se formen las caras libres. Según García (2015), el diseño del arranque de la roca se realiza a través de cálculos, permitiendo la formación de caras libre en la secuencia de la voladura, optimizando así el disparo. La cara libre es el lugar hacia donde se desplaza el material cuando es disparado por acción de los explosivos. Por lo que, Famesa (2019) explica que la secuencia del disparo siempre debe comenzar desde el arranque y hasta el último grupo de taladros que detonaran. Barriga (2016), explica que se hace con el objetivo de obtener una secuencia adecuada de la voladura, aprovechando una adecuada distribución de la energía de los explosivos, lo cual es conveniente para optimizar la fragmentación.

Por último, se observó un inadecuado consumo de explosivo, ocasionando una granulometría gruesa. Por lo que, Bernaola, Castilla y Herrera (2013) mencionan que la selección correcta del explosivo, implica conocer sus características y, a partir de ellas, escoger el más adecuado para el tipo de aplicación que se le dé. Rojas y Flores (2017) manifiesta que, para el éxito de la voladura en minería subterránea, es necesario el uso de nuevas tecnologías como la aplicación de programas que ayuden a diseñar patrones de voladura bastante rápido La aplicación de estas tecnologías ayuda a optimizar los procesos y se llega a mejores resultados.

Ante lo expuesto formulamos el siguiente **problema** ¿En qué medida el diseño y simulación de perforación y voladura permite optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca - Ancash?

Así mismo la justificación de la investigación se enfoca en diseñar y simular la perforación y voladura en la Unidad de Producción Pallasca, ya que esto permitió obtener una voladura eficiente optimizando la fragmentación de la roca. Enfocado a

lo **social** no hay inconvenientes debido a que la unidad minera cuenta con los permisos establecidos por el Ministerio de Energía y Minas ya que la contaminación que se produce por la voladura no es alta y está dentro de los parámetros establecidos. La elaboración y aplicación de esta investigación en el enfoque **metodológico** se indagó mediante métodos científicos, en la cuales se observó situaciones que podrán ser investigadas por la ciencia, luego de que se demuestre su confiabilidad podrá ser utilizada en nuevos trabajos para ayudar en la investigación. En el carácter **práctico** esta investigación se realizó con la finalidad de obtener una fragmentación eficiente de la roca, es por ello que se diseñó y simuló la perforación y voladura utilizando un software. Y por último y no menos importante respecto a la investigación **teórica** se realizó con el fin de aportar nuevos conocimientos a estudios ya existentes, como resultados de la investigación desarrollada, siendo éstas planteadas en soluciones que podrán ser incorporadas a estudios relacionados al diseño y simulación de perforación y voladura para optimizar fragmentación de la roca en minería subterránea.

Por consiguiente, planteamos la siguiente **hipótesis**: Si se diseña y se simula la perforación y voladura, se optimizará la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca - Ancash.

Esta investigación tiene como **objetivo general** Diseñar y simular la perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca - Ancash. Los **objetivos específicos** son describir la situación actual de la Unidad de Producción Pallasca en función a la perforación y voladura, describir la geología local y económica para identificar los minerales de interés, diseñar la malla de perforación y voladura de acuerdo a parámetros del macizo rocoso, y simular la perforación y voladura con el software JKSimblast.

II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a los antecedentes que respaldan el presente informe de investigación, se encontraron investigaciones a nivel internacional y nacional en relación al tema.

En el ámbito **internacional**, Cieza (2019), en su investigación “Diseño de perforación y voladura para el incremento del avance lineal de la GL350 - NV2 en la Sociedad Minera los Osos - Ecuador.” Tuvo como objetivo diseñar la perforación y voladura para aumentar el avance lineal de la galería. Para ello primero describió la situación actual de las operaciones de perforación y voladura, luego describió la geología del área de estudio, realizó un estudio geomecánico y por último diseñó la perforación y voladura mediante un modelo matemático. La información se recolectó mediante instrumentos de medición, guías de análisis documentales, guías de observación y entrevistas. Los datos fueron procesados a través de gráficas y tablas Excel, así como en programas como el Arcgis y Autocad, donde se obtuvo un 20% de incremento del avance lineal, es decir, de 0.84m a 1.10m, calculo un avance mensual promedio de 33.39m.

Así mismo, Buele (2017), en su investigación “Optimización de los parámetros de perforación y voladura en el avance del túnel de la mina cabo de Hornos”, menciona que la problemática de la mina se refleja en una deficiente perforación y voladura por lo que su objetivo fue optimizar estos procesos, para ello primero identificó la geomecánica del macizo rocoso para posteriormente diseñar una nueva malla. Concluyó que al diseñar la malla se incrementó la eficiencia de avance en un 12% y al mismo tiempo una disminución en el consumo de carga explosiva optimizando también la fragmentación del mineral.

Guzmán (2016), en su investigación “Optimización de los procesos de perforación y voladura en el túnel del Proyecto Sopladora”. Señala que el objetivo de su investigación fue optimizar la perforación y voladura de un túnel del Proyecto

Sopladora. El problema radicó en que se produjo voladura secundaria debido a un mal proceso de perforación y voladura. De esta manera se buscó diseñar una nueva malla de perforación para optimizar la producción sin desperdicios, ni pérdidas.

Existen herramientas para optimizar los procesos de perforación y voladura en minería subterránea, por lo que en esta investigación fue importante la utilización del software JKSimblast, ya nos permitió simular la voladura en la unidad de producción Pallasca, basándose en el comportamiento del explosivo dentro de los taladros. Herrera (2016) explica que de esta forma se detecta puntos críticos, modificándolos y así optimizar la voladura. También nos brinda información de las zonas afectadas dentro del área de voladura debido al efecto de las vibraciones, con la finalidad de analizar la intensidad de daño en el contorno de sección.

En el ámbito **nacional**, Montoya (2019), en su investigación “Diseño de malla de perforación para mejorar la fragmentación de la voladura – Mina Santa Clotilde 7”, cuyo objetivo fue optimizar la fragmentación de la voladura mediante el modelo matemático Holmberg, para ello primero describió la geología de la zona de estudio, determinó la calidad del macizo rocoso para luego diseñar y simular la perforación y voladura, evaluando su eficiencia. Concluyó que utilizando el modelo matemático y simulando en el software Kuz Ram permitió mejorar el tamaño de la fragmentación optimizando las actividades de carguío y acarreo del mineral.

Así mismo, Cáceres (2017), en su investigación “Optimización de la perforación y voladura con nuevo diseño de malla en el crucero 10014 - Minera Marsa”. Cuyo objetivo fue optimizar los procesos de perforación y voladura en el crucero 10014 a través de un nuevo diseño. Por lo cual utilizó como instrumento reportes operacionales mensuales y reportes diarios de operación para la nueva malla de perforación y voladura maximizando el avance lineal con un tonelaje mayor; así

como también se redujo costos en la perforación y voladura por metro lineal de avance.

Por último, Calderón (2016), en su investigación “Optimización de las prácticas de perforación en la Unidad Minera Macdesa”, la cual tuvo como objetivo principal optimizar la perforación y voladura en el avance y producción de la Unidad Minera MACDESA. En esta investigación se utilizó instrumentos como tablas y ábacos de la clasificación geomecánica, utilizando programas como el Excel, Visual Basic y bibliografías. Concluyendo que una malla de perforación y voladura diseñada en base a la clasificación geomecánica, permite la optimización más precisa de la distribución de energía.

El software JKSimblast nos permitió importar diseñar la malla de perforación facilitando la simulación de la voladura. También pudimos visualizar la secuencia de disparos detectando cualquier anomalía, ya sea por la cantidad de explosivos, retardos, amarre, de modo que la curva granulométrica, refleja una mejor fragmentación del mineral para su extracción.

Las **teorías** relacionadas al tema que nos respaldan son. Según Linares (2017), los yacimientos son aquellos depósitos con concentraciones de minerales que se encuentran presentes en la corteza terrestre. Un yacimiento contiene una gran cantidad de minerales siendo éstos justificados por estudios geológicos que sirven para definir la cantidad del mineral que contiene dicho yacimiento, para así poder llevar a cabo las actividades correspondientes como la de explotación del yacimiento y la comercialización del mineral. Los yacimientos están relacionados directamente con la geología de la zona, de esta manera Rivera (2011), define a la geología como ciencia que estudia la tierra, su estructura, composición, y los procesos que conducen a cambios en el tiempo geológico. La geología además de

ser una ciencia netamente descriptiva, es también genética y evolutiva, tratando de hallar las causas de los fenómenos que se observan.

Así mismo, Ramírez (2004), explica que la mecánica de rocas es la ciencia aplicado al estudio mecánico del comportamiento de las rocas, al estar expuesta a fuerzas que interactúan en su entorno. Además, es considerada como una de las disciplinas fundamentales en la minería por el hecho de que al realizar excavaciones se modifican los campos de fuerzas que se encuentran en el entorno físico de las rocas. Según Suarez (2015), menciona que un macizo rocoso está compuesto por discontinuidades y roca intacta, siendo éstas de gran importancia para el diseño de la voladura reflejándose en la fragmentación de la roca donde la litología y sus tipos de alteración influyen de gran manera en las propiedades físicas y geomecánicas del macizo rocoso.

Chávez (2018) menciona que la perforación y voladura está conformada por actividades como perforación y carguío de taladros, voladura desquinche, acarreo y transporte afirmando que la voladura es aquel proceso en donde las presiones generadas por los explosivos que se encuentran dentro de los taladros perforados en la roca generan una zona con alta concentración de energía, ocasionando la fragmentación y desplazamiento. Loayza (2014), el diseño de voladura engloba conceptos fundamentales que pueden modificarse si se necesita para compensar las condiciones geológicas de un determinado lugar.

Así mismo, Gaona (2015), afirma que los explosivos son aquellas sustancias químicas que se mezclan y se transforman produciendo una gran cantidad de gases a través de altas temperaturas, ocasionando así una gran presión que permite la fracturación y fragmentación de la roca. López (2003) para realizar voladura es necesario tener conocimiento de las propiedades de los explosivos, ya que esto permitirá elegir adecuadamente para algún caso en específico. Siendo las

propiedades que se deben tener en cuenta las siguientes. Diámetro crítico, densidad, fuerza, velocidad de detonación, presión de detonación, resistencia al agua, sensibilidad, emanaciones de gases.

Por otro lado, Caguana y Tenorio (2013), manifiesta que se encuentran muchas formas de diseño de arranque. Sin embargo, las más utilizadas son los cortes quemados, corte en V y los taladro corte cilíndrico. Además, Music (2015) menciona que pueden ser utilizados otros patrones de arreglos semiregulares o irregulares, así mismo los parámetros principales en la distribución de los taladros son el burden y el espaciamiento.

Finalmente, Quispe (2018), explica que el software JK Simblast es un programa de diseño de perforaciones y voladuras de minería y operaciones relacionadas. Permite al usuario diseñar un diseño que consta de taladros de alivio y de producción, cubiertas, retrasos y conexiones en el fondo del pozo. Así mismo Choque (2017) expresa que permite diseñar el tipo de amarre con los tiempos deseados teniendo en cuenta la clasificación del macizo rocoso, lo que permite adicionar parámetros numéricos para obtener un diseño de galería óptimo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

El **tipo de investigación** es básica, ya que la finalidad es describir la situación real de la perforación y voladura en la Unidad de Producción Pallasca, proporcionando fundamentos conceptuales y teóricos que pueda servir como base para futuras acciones destinadas a solucionar este problema. Según Muntané (2016), este tipo de investigación busca aumentar nuevos conocimientos, pero no se ocupa de las aplicaciones prácticas que puedan hacer referencias los análisis teóricos.

Así mismo, el **diseño de investigación** es no experimental y su nivel es descriptivo, porque las variables no se pueden manipular, los datos que obtuvieron de la Unidad de Producción Pallasca se muestran tal como se dan en su entorno para después ser analizados. En ese sentido Montaña (2018), se refiere que la investigación no experimental es cualquier investigación donde el investigador no controla directamente las variables, resultándole imposible manipularlas debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido.

3.2. Variables y operacionalización.

Las variables de estudio en la presente investigación son:

- **Variable independiente:** Perforación y voladura, Sernageomin (2016), define a la perforación y voladura como las primeras operaciones de producción que tienen por finalidad el arranque de mineral o estéril del macizo rocoso (p. 05).
- **Variable dependiente:** Fragmentación de la roca, según Castro (2017), la fragmentación de roca es el comienzo de un largo proceso para la recuperación del mineral. Al fragmentar la roca esta adquiere un tamaño que hace posible su transporte (p. 02).

3.3. Población, muestra y muestreo.

- **Población:** Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) define a la población de estudio como la totalidad del fenómeno que se estudia, en el que los participantes de la población tienen una característica en común la cual da origen a los datos de la investigación. Para el informe de investigación la población estuvo constituida por la Unidad de Producción Pallasca.

Criterios de inclusión:

- ✓ Galería 1 de la unidad de Producción Pallasca. Labor de la cual se extrae mineral con considerables leyes de oro.
- **Muestra:** La muestra estuvo conformada por la galería 1 de la Unidad de Producción Pallasca donde según Balestrini (2006), define a la muestra como una parte o subconjunto de la población del cual se recolectan información y son representativos de ésta. Se seleccionó el tipo de muestreo no probabilístico ya que fue conveniente tomar como muestra esta labor de la Unidad de Producción de Pallasca para así optimizar la fragmentación de la roca.

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos.

Según Kerlinger (2016), las **técnicas** de recolección de datos comprenden actividades y procesos que permiten obtener la información necesaria para una investigación. Las técnicas que se usaron en la siguiente investigación son:

- **Observación:** Según Gonzales (2017), la técnica de observación es un procedimiento que utiliza el investigador para establecer una relación con el objeto de estudio, sin actuar sobre él, sin modificarlo o manipularlo (p. 153). Esta técnica ayudó a recaudar información y datos necesarios sobre las características de la galería y parámetros de perforación a través de visitas

a la unidad de producción de Pallasca, para el desarrollo de nuestros objetivos.

Según Hurtado (2016), los **instrumentos** son recursos físicos que se aplican para recopilar y acopiar la información. Los instrumentos que se usaron para la recolección de datos son:

- **Guía de observación de campo:** Según Tamayo (2006), es el instrumento que permite al investigador recolectar datos e información de manera sistemática con un orden práctico para el análisis de una hecho o problema (p.75). Instrumento que se empleó con la finalidad de recolectar información clara y objetiva acerca de las características de la galería, parámetros de perforación y voladura, geología y características de los explosivos para dar respuesta a nuestro problema de investigación.

3.5. Procedimiento.

Para llevar a cabo el siguiente informe de investigación se desarrollaron las siguientes etapas.

Etapas 1: Etapa de planificación y recojo de datos facto-perceptibles:

En esta etapa se identificó el problema que llevo a cabo a realizar esta investigación mediante la observación in situ. También, se recopiló las teorías y trabajos previos que constituyeron la realidad problemática en la Unidad de producción Pallasca. Además, se tramitó la autorización para la realización de la investigación con el gerente general Gilberto Donayres Quispe y con la universidad Cesar Vallejo filial Chiclayo.

Etapas 2: Etapa de ejecución y aplicación de instrumento:

Es la etapa en la cual se redactó el informe aplicándose los instrumentos de recolección de acuerdo a los objetivos planteado, los cuales fueron sustentados en la descripción de los resultados. Conforme a ello, se realizó lo siguiente.

- a) Se describió la situación actual de la Unidad de Producción Pallasca en función a la perforación y voladura.

La situación actual nos ayudó a identificar los parámetros de perforación y voladura que se utilizan actualmente en la Unidad de Producción Pallasca.

- b) Se describió la geología local y economía de la Unidad de Producción Pallasca.

La geología local y económica sirvió para identificar los diferentes tipos de roca y minerales que se encuentran en el área estudiada.

- c) Se realizó el diseño de la perforación y voladura.

Se efectuó un mapeo geomecánico in situ con finalidad de determinar el RMR y GSI de macizo rocoso, posteriormente se diseñó la perforación y voladura de acuerdo a estos parámetros.

- d) Simulación de perforación y voladura.

Se simuló la perforación y voladura, a través del software JK Simblast, así como también se determinó la cantidad de explosivos y accesorios, optimizando la fragmentación de la roca.

3.6. Método de análisis de datos.

En este informe de investigación se utilizó el **método analítico**, puesto que se recogieron los datos tal y como se dan en su entorno natural para luego ser interpretados, analizados y dar respuesta a nuestros objetivos de investigación, formulando conclusiones. Así mismo se aplicó el **método de procesos**, el cual ayudó a que los objetivos y resultados tengan relación y sean coherentes. Por último, se aplicó el **método sistemático**, el cual ayudó a construir la investigación y permitió una mejor comprensión del informe.

3.7. Aspectos éticos

Según la guía de productos observables establecida por la Universidad César Vallejo los aspectos éticos a estudiar en el presente informe de investigación son autonomía, honestidad, responsabilidad y beneficencia.

Autonomía: Los investigadores fueron independientes en sus propias decisiones entorno a la realización del siguiente informe de investigación. Se respetó y se mantuvo la confidencialidad de los datos obtenidos y de las personas que participaron y que nos brindaron información.

Honestidad: Dado que la investigación es transparente en función de los resultados obtenidos, en este informe se muestra el problema y sus causas de acuerdo a la problemática observada en campo. Si otros investigadores desean confirmar los hechos conocidos mediante una nueva investigación, estas investigaciones pueden repetirse.

Responsabilidad: El informe de investigación se elaboró bajo el cumplimiento de las condiciones legales, éticas y de seguridad. Manteniendo las condiciones y términos determinados en los informes de investigación.

Beneficencia: El beneficio fue principalmente para la Unidad de Producción de Pallasca, ya que el informe de investigación tuvo como objetivo diseñar y simular la perforación y voladura permitió la optimización de la fragmentación de la roca, mejorando su granulometría.

IV. RESULTADOS

Mediante los objetivos planteados en el informe de investigación y la aplicación de los instrumentos de recolección de datos. Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

4.1. Situación actual de la Unidad de Producción Pallasca.

Labor: Galería nivel 1

Lugar: Lacabamba - Chora

Tipo de roca: Granodiorita

Densidad: 2.65 tn/m³

Tabla 1. Parámetros de perforación y voladura actuales.

N°	Ítems	Indicadores	Resultado	Observación
1	Ancho de labor	m	1.2	
2	Altura de labor	m	1.8	
3	Diámetro de broca	mm	38	
4	Número total de taladros	unid.	14	
5	Número de taladro cargados	unid.	13	
6	Número de taladros vacíos	unid.	1	
7	Longitud de barra	m	1.20	
8	Eficiencia de perforación	%	95	
9	Longitud de taladro	m	1.14	
10	Metros cúbicos por disparo	m ³	2.46	
11	Toneladas por disparo	tn	5.72	

Fuente: Elaboración propia.

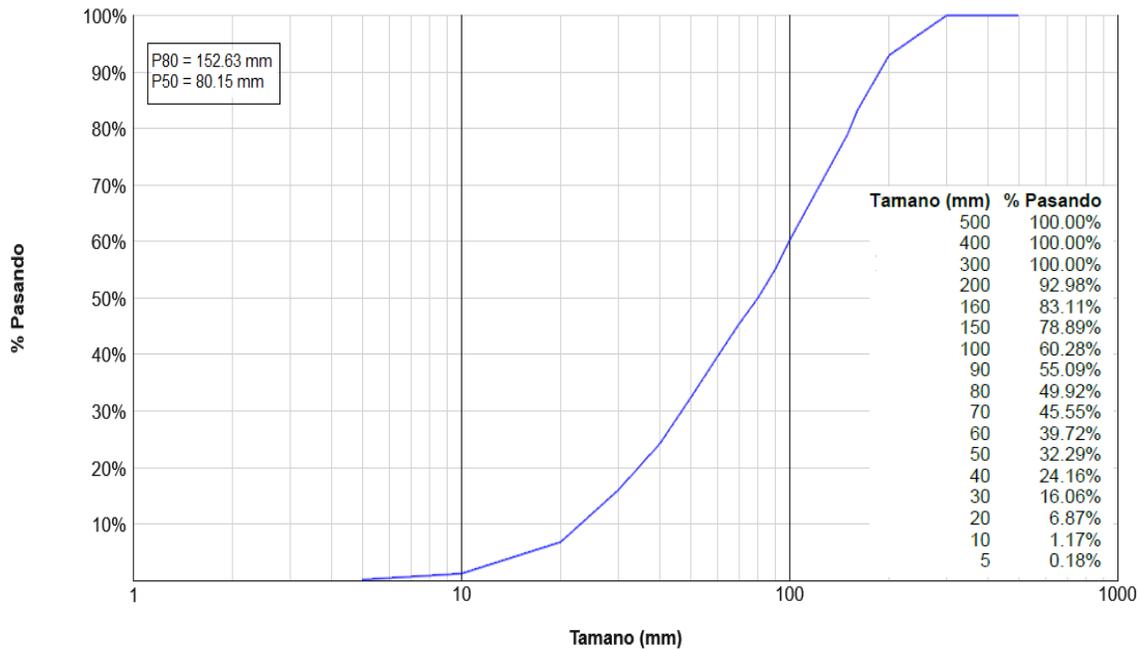
Tabla 2. Cantidad de Explosivos que se utiliza en la galería 1.

Distribución de taladros		Cartuchos		
		22mmx180mm		
Denominación	N° Taladros	Cartuchos por taladro	Total de cartucho	Kg de explosivo
Arranque	4	2	8	0.64
1ra. ayuda	4	2	8	0.64
2da. Ayuda	4	2	8	0.64
Corona	1	2	2	0.16
Vacío	1	-	-	-
Total	14		26	2.08
	Factor de carga	0.85	Kg/m ³	
	Factor de potencia	0.32	Kg/ton	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1 se muestra los resultados de los parámetros de perforación y voladura que actualmente se utilizan en la galería con la finalidad de conocer cómo se realizaron estas operaciones. De este modo, la galería, tiene una sección de 1.20m x 1.80m, el diámetro tanto del taladro de alivio como los taladros cargados es de 38mm. La malla de perforación está compuesta por un taladro de alivio y 13 talaros cargados y se realiza con una perforadora Jack Leg, la cual usa barras de 1.20 m de largo con una longitud de perforación de 1.14 m, dando un promedio de 5.7 ton por disparo. En cuanto a los explosivos se utilizan cartuchos de dinamita de 22mmx180mm, y por último como iniciador de la voladura utiliza mecha lenta y el chispeo se realiza taladro por taladro.

Gráfico 1. Curva granulométrica actual.



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el análisis de fragmentación para determinar la curva granulométrica, la cual mostró un P80 de 152.63mm y un P50 de 80.15mm, lo que representa el porcentaje pasante de mineral. Esto debido a que el diseño de la perforación y voladura se realiza sin considerar las características del macizo rocoso. Así como también la distribución y la cantidad de los explosivos no son suficientes para una fragmentación adecuada lo que ocasiona que no se genere las caras libres por lo que se optó por optimizarla diseñando y simulando una nueva perforación y voladura.

4.2. Descripción de la geología local y económica.

4.2.1. Geología local:

En la Unidad de Producción Pallasca la litología predominante es un gran cuerpo intrusivo que levantó toda la zona y que se caracteriza por presentar fuerte alteración, y áreas con rocas más compactas y competentes caracterizadas por una granodiorita fresca. También hay presencia de rocas volcánicas (andesitas), que pertenecen al grupo Calipuy.

La formación Chicama y el grupo Goyllarisquizga también están presente con litología sedimentaria de mediana potencia en donde se distinguen areniscas intercaladas con lutitas de grano fino. El fuerte fallamiento que ha sufrido la zona, ha sido el causante de movimientos verticales que han disectado el área, formando quebradas que han sido profundizadas por procesos erosivos y al tener un rumbo similar con las estructuras mineralizadas, se puede inferir que la mineralización está ligada a estos controles estructurales.

4.2.2. Geología económica:

La Unidad de Producción Pallasca, presenta una estructura mineralizada que es una veta hidrotermal que tienen un rumbo de S 30° W y un alto buzamiento de 80° SE denominada Veta El Inca. Esta veta está compuesta en general por sulfuro de fierro, cobre, arsénico y un considerable contenido de oro, que muestreado en toda su potencia da un promedio de 10 g/tn.

Wilson y Reyes (2016) mencionan que en la parte superior se presenta un plano de falla que lo está limitando hacia la parte superior, lo que significaría que se tendría que bajar el frente en al menos dos metros para tener un techo lo suficientemente fuerte que pueda sostener la operación. La tendencia de esta veta es a acortarse conforme se avance debido a que presenta un comportamiento de veta en rosario, por tratarse de un relleno de fractura, que en este caso es tensional y origina este tipo de estructuras, sin embargo, al continuar llevando el mismo rumbo, la misma estructura vuelve abrirse, formando una especie de uso con ensanchamientos en la parte central y con acortamientos hacia los extremos.

La mineralización de esta estructura tiene como mineral principal al cuarzo lechoso que contiene a los sulfuros de cobre y de hierro y arsénico con alto contenido de oro, sulfuros que son abundantes y que se aprecian muy bien en la muestra de mano correspondiente y que ha silicificado en alto grado la roca caja que contiene la estructura mineralizada de la veta El Inca. La veta El Inca aflora 26 m más abajo en la vertical, al pie del camino que la cruza. El afloramiento presenta el mismo

rumbo y buzamiento, así como la misma mineralogía. La ley de oro reportada por el laboratorio es de 17.243 g/TM, lo cual significa que se trata de la misma estructura mineralizada, ya que es la continuación de la veta El Inca.

4.2.3. Geología estructural:

Unidad de pliegues y sobreescurreamiento: Se caracteriza por la presencia de pliegues largos y estrechos asociados con grandes sobreescurreamientos, que se desarrollan en las fascias de cuenca de los sedimentos del Jurásico superior y Cretáceo. Los pliegues encontrados, varían en forma y tamaño según la naturaleza de las rocas en que se han desarrollado. Las formaciones cretáceo – jurásicas, dan pliegues de hasta 20 Km de largo y 3 – 4 Km. de ancho; son comúnmente concéntricos debido a la naturaleza maciza de las cuarcitas de la Fm. Chimú. Sin embargo, las arcillitas, calizas y areniscas de las formaciones Santa y Carhuaz, producen a menudo plegamiento disarmónico. Las arcillitas de la Fm. Chicama, tienden a producir pequeños pliegues disarmónicos. Los plegamientos tienen una orientación preferencial NO – SE, en algunos casos con inflexiones que no varían su rumbo general.

Unidad imbricada: Esta unidad se prolonga desde Pataz a la región estudiada cerca a Citabamba (Pallasca), de donde se extiende al SE para continuar nuevamente en las vecindades de Rahuapampa (Huari), a manera de una faja relativamente estrecha, si se le compara con las otras unidades de orientación NO-SE. Aunque se incluyen algunos pliegues, predominan las placas de caliza del Albiano y Cretáceo Superior buzando hacia el SO, y separadas por sobreescurreamientos que comúnmente se localizan dentro de la estratificación. Los sobreescurreamientos, están mayormente asociados a las margas y calizas del Cretáceo inferior a Superior, aunque también la base del Grupo Goyllarisquizga funcionó como un plano importante de movimiento. El límite suroccidental, consiste de grandes fallas que yuxtaponen la unidad de pliegues y sobreescurreamientos, compuesta por sedimentos de cuenca, a la unidad imbricada que consiste mayormente de sedimentos de plataforma. El límite nororiental de esta unidad, es

nítido y el contraste entre las placas sobreescorridas y los sedimentos geanticlinales casi no deformados es evidente. Tenemos como ejemplo Acobamba y la hacienda Quilca (Pallasca). Como los sobreescorrimientos de la unidad imbricada, generalmente yacen dentro de la estratificación de las calizas cretáceas, resulta muy difícil reconocerlos.

Unidad de bloques fallados: Está caracterizada por movimientos predominantemente verticales, de bloques del basamento a lo largo de fallas, de rumbo aproximado NO-SE. Esta unidad alcanza su desarrollo máximo en la Cordillera Oriental, aunque probablemente también afectó la Cordillera Occidental donde existen algunas fallas de alto ángulo. La presión causada por el movimiento inverso de la falla, ha contorsionado los sedimentos cretáceos; producto de ello, se tiene pliegues con ejes verticales o buzando fuertemente hacia el NE entre Mirgas y el Marañón. Secuencias cretáceas cortadas por pequeños sobreescorrimientos que salen de la gran falla inversa, son considerados como imbricaciones delante de la misma. Hacia el NE de esta zona de fallamiento del valle Marañón, se extiende la Cordillera Oriental, compuesta por bloques longitudinales separados por fallas inversas, de rumbo NO – SE con inclinaciones de 60° a 80° al NE. En cuanto a la edad de las fallas, una primera etapa probablemente ocurrió antes del depósito del Grupo Ambo (Missisipiano). Esta interpretación está basada en el hecho de que algunas fallas regionales separan bloques de basamento de diferentes grados de metamorfismo.

4.3. Diseño de la perforación y voladura.

4.3.1. Clasificación Geomecánica de la roca:

Se determinó que el tipo de la roca es de clase III roca regular (Ver anexo 6), por lo que la tabla de la calidad del macizo rocoso indica lo siguiente. El parámetro de resistencia de la roca intacta se determinó mediante martillo de geólogo, indicando que se requiere muchos golpes de martillo para fracturarla dando un valor de 100-250 MPa. Para el cálculo del RQD se trazó una línea de un metro y se contó las discontinuidades que intersectan dicha línea. Se contabilizó 11 fracturas en donde

el porcentaje de RQD es de 70%. Así mismo el espaciamiento entre discontinuidades es menor a 60 mm. Las condiciones de las discontinuidades evidenciaron que la persistencia es de 1 a 3m. La apertura tiene una separación de 1-5 mm. En cuanto a la rugosidad de las discontinuidades se observó que estas son rugosas. También se observó un relleno duro menor de 5mm y en cuanto a la meteorización se observó que las discontinuidades están moderadamente meteorizadas. La condición de agua subterránea se evaluó como húmedo y por último la orientación de las discontinuidades osciló entre 45°-90° indicando que el rumbo es perpendicular al eje de la labor.

Ya obtenido el valor del RMR se procedió a calcular el GSI, con la fórmula de Hoek & Brown.

$$GSI = RMR - 5$$
$$GSI = 57 - 5 = 52$$

4.3.2. Diseño del Arranque:

El diseño del arranque se basó en el modelo matemático de Roger Holmberg.

Paso 1: Avance por disparo según el diámetro de la broca y longitud de la barra.

El avance por disparo se expresa mediante la siguiente ecuación.

$$L = 0.15 + 34.1 \varnothing - 39.4 \varnothing^2$$

Dónde:

L= longitud del barreno (m)

\varnothing =diámetro del taladro de alivio

El avance que se espera obtener por disparo debe ser mayor del 95% de la longitud del barreno.

$$A = L \times 0.95 = 1.83 \times 0.95 = 1.74$$

Con una broca de 38 mm tenemos:

$$L = 0.15 + 34.1(0.038) - 39.4(0.038)^2 = 1.38$$

Esto quiere decir que con un solo taladro de alivio de 38mm, solo se alcanzará 1.38m de avance, y como se observó, se requiere un avance de 1.74m, por ello se optó por usar una broca rimadora de 53mm.

$$L = 0.15 + 34.1(0.053) - 39.4(0.053)^2 = 1.84$$

Error de perforación: $E_p = \alpha_2 \times H + \alpha_1$

Dónde:

α_1 =Error emboquille (m): 0.02

α_2 =Desviación angular (m): 0.01

H=longitud de barra (1.74)

$$E_p = (0.01 \times 1.74) + 0.02 = 0.037$$

Cálculo de la constante "c":

$$C.E = \frac{0.56 \times \rho \times \tan \frac{GSI + 15}{2}}{\sqrt[3]{\frac{115 - RQD}{3.3}}}$$

Dónde:

GSI: 52

RQD: 70%

ρ : 2.65 tn/m³

$$C.E = \frac{0.56 \times 2.65 \times \tan \frac{52 + 15}{2}}{\sqrt[3]{\frac{115 - 70}{3.3}}}$$

$$C.E. = 0.411$$

Constante de roca Langefors:

$$C = 0.8784xC.E + 0.0052 = 0.37$$

Paso 2: Cálculo burden y espaciamento de cuadrantes.

Diámetro vacío equivalente = 0.053 m

Tabla 3. Primer cuadrante.

	Fórmula	1er cuadrante
Burden	$B_1 = 1.5 * D_2$	0.08m
R	$R_1 = 1.5 * D_2$	0.08m
Espaciamiento	$E_1 = 2.12 * D_2$	0.11m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Segundo cuadrante.

	Fórmula	2do cuadrante
Burden	$B_2 = B_1 * \sqrt{2}$	0.11m
R	$R_2 = D_2 * 3.8$	0.20m
Espaciamiento	$E_2 = D_2 * 4.5$	0.24m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Tercer cuadrante.

	Fórmula	3er cuadrante
Burden	$B_3 = 1.5 * B_2 * \sqrt{2}$	0.24m
R	$R_3 = 6.75 * D_2$	0.36m
Espaciamiento	$E_3 = 9.54 * D_2$	0.51m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Cuarto cuadrante.

	Fórmula	4er cuadrante
Burden	$B_4 = 1.5 * B_3 * \sqrt{2}$	0.51m
R	$R_4 = 14.31 * D_2$	0.76m
Espaciamiento	$E_4 = 20.23 * D_2$	1.07m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Arrastres.

Ancho de labor	1.20m
Formula	$E = \frac{\text{Ancho} - (2 \times 0.1)}{NT - 1}$
Espaciamiento	$E = 0.50\text{m}$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Corona.

Longitud de arco	$\pi \times r = \pi \times 0.60 = 1.88\text{m}$
Formula	$E = \frac{\text{longitud de arco}}{NT - 1}$
Espaciamiento	$E = 0.62\text{m}$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Cuadradores.

Altura del hastial	1.20 m
Formula	$E = \frac{\text{Altura de Hastial}}{NT - 1}$
Espaciamiento	$E = 0.60\text{m}$

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Cantidad de explosivos:

Calculo de la densidad de carga del explosivo: Para calcular la densidad de carga se usa la siguiente relación matemática:

$$q = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{\pi \times d^2}{4} \times 10^{-6}$$

d = diámetro del explosivo (mm)

Tabla 10. Densidad de carga

Cartucho (\varnothing mm)	q (kg/m)
22	0.46
25	0.58
29	0.79

Fuente: Elaboración propia.

Concentración de carga:

La potencia por peso de la dinamita usado, relativa al ANFO es: 1.09

$$q_1 = \frac{55 \times d \times \left(\frac{B}{\varnothing}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(B - \frac{\varnothing}{2}\right) \times \frac{c}{0.4}}{RWS_{ANFO}}$$

$$q_1 = \frac{55 \times 0.038 \times \left(\frac{0.15}{0.053}\right)^{\frac{2}{3}} \times \left(0.15 - \frac{0.053}{2}\right) \times \frac{0.37}{0.4}}{1.09}$$

$$q_1 = 0.44 \text{ kg/m}$$

Comparando con la densidad de los explosivos, podemos afirmar que con cartuchos de diámetro de 22mm es suficiente para realizar la voladura. Se considera un taco= $10 \times \varnothing$

Tabla 11. Especificaciones técnicas de dinamita SEMEXSA 22mm x 18mm.

N°	Ítems	Unidades	Resultado
1	Densidad	g/cm ³	1.12
2	Masa	Kg/unid	0.8
3	Velocidad de detonación	m/s	4200
4	Presión de detonación	Kbar	94
5	Energía	kJ/kg	3433
6	RWS	%	92
7	RBS	%	127
8	Volumen de gases	l/kg	1015
9	Resistencia al agua	Horas	Muy Buena
10	Categoría de Humos	Categoría	1era.

Fuente: Elaboración propia.

Arranque:

$$\#cartuchos = \frac{H - 10(d)}{\text{longitud de cartucho}}$$

$$\#cartuchos = \frac{1.74 - 0.38}{0.18} = 8$$

Coronas:

Concentración de carga:

$$q = 90 \times \varnothing^2 = 0.13 \text{kg/m}$$

$$\#cartuchos = \frac{\text{Long perf.} \times q}{m}$$

$$\#cartuchos = \frac{1.74 \times 0.13}{0.08} = 3$$

Arrastres y Cuadradores:

$$\text{Long. carg} = \frac{2}{3} \times \text{long. perf} = 1.16$$

$$\text{Long. carg} = \frac{2}{3} \times 1.74 = 1.16$$

$$\#cartuchos = \frac{\text{Long. carga}}{\text{Long. cartucho}}$$

$$\#cartuchos = \frac{1.16}{0.18} = 6$$

Tabla 12. Distribución de taladros y cartuchos.

Distribución de taladros		Cartuchos		
		22mmx180mm		
Denominación	Nº Taladros	Cartuchos por taladro	Total de cartucho	Kg de explosivo
Arranque	4	8	32	2.56
1ra. ayuda	4	8	32	2.56
2da. Ayuda	2	8	16	1.28
Cuadradores	2	6	12	0.96

Corona	4	3	12	0.96
Arrastre	3	6	18	1.44
Vacío	1	-	-	-
Total	20	39	122	9.76

Fuente: Elaboración propia.

En el anexo 16 se muestra la nueva malla, la cual presenta 1 taladros de alivio y 19 taladros de producción con diámetro de brocas de 53mm para el taladro de alivio y 38mm de diámetro para taladros carados. El arranque se dispuso de 2 cuadrantes con un burden de 0.11m, 0.24m y para la perforación se usó una barra de 1.83m con un avance efectivo de 1.74m.

Para efectos de la voladura se optó por seguir con dinamita de 22mm de diámetro x180mm de largo. Los accesorios de voladura a utilizarse son cármex ensamblado de 8' y para iniciar se empleará mecha rápida Z-18. El carguío de los taladros se hará en forma manual utilizando los atacadores de madera para tal efecto, con la preparación del cebo de acuerdo con las especificaciones técnicas y adecuadas para la minería.

Volumen roto.

$$\text{Volumen roto} = \text{Seccion del frente} \times \text{avance efectivo}$$

$$\text{Volumen roto} = 2.16\text{m}^2 \times 1.74\text{m} = 3.78\text{m}^3$$

Tonelaje roto.

$$\text{ton.roto} = \text{Vol.roto} \times \text{densidad}$$

$$\text{ton.roto} = 3.78\text{m}^3 \times 2.65\text{tn/m}^3 = 10.01\text{ton}$$

Factor de carga (kg/m³).

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{Kg de explosivo}}{\text{Vol.roto}}$$

$$\text{Factor de carga} = \frac{9.76 \text{ kg}}{3.78 \text{ m}^3} = 2.58 \text{ kg/m}^3$$

Factor de potencia (kg/ton).

$$\text{Factor de potencia} = \frac{\text{Kg de explosivo}}{\text{ton. roto}}$$

$$\text{Factor de potencia} = \frac{9.76\text{kg}}{10.01\text{tn}} = 0.97\text{kg/ton}$$

4.4. Simulación de la perforación y voladura.

En el anexo 18 se muestra los resultados del análisis de distribución de energía explosiva donde podemos observar que en el centro de la sección se concentró una mayor cantidad, lo que significa que la carga de explosivo es generalmente de mayor concentración y potencia representada de color rojo. Así mismo, alrededor de la labor se concentra una menor cantidad de energía representada de color azul y verde.

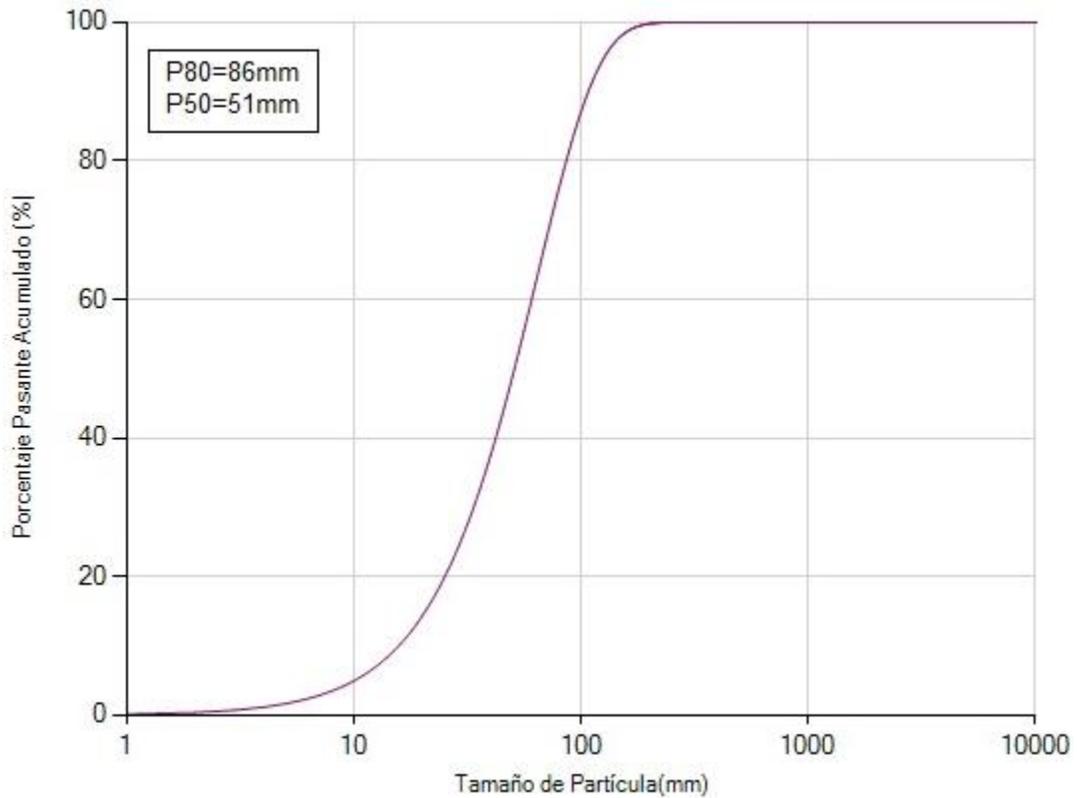
Tabla 13. Velocidad de partícula crítica PPV.

Tipo de roca	Resistencia a la tracción σ_t (MPa)	Velocidad de la onda P (m/s)	Módulo de Young ϵ (GPa)	$PPV_c = \frac{V_p \times \sigma_t}{\epsilon}$
Andesita	14.9	4975	67.3	1100

Fuente: Holmberg & Persson. 1979

En el anexo 19 se muestra el resultado del análisis de vibraciones, donde según las propiedades del macizo rocoso la velocidad de partícula crítica fue de 1100mm/s lo que significa que el macizo rocoso presentará dilatación de fracturas hasta aparición de nuevas grietas. De este modo la cuarta parte del PPV crítico (275mm/s) significa que habrá dilatación de fracturas. De la misma manera cuatro veces el PPV crítico de (4405 mm/s) significa que habrá daño notorio y por último ocho veces el PPV crítico (8000 mm/s) significa que habrá Sobrequebre. Cabe mencionar que la zona perturbada no sufrirá mayor cantidad de daño debido al efecto de las vibraciones.

Gráfico 2: Análisis de fragmentación.



Fuente: Elaboración propia

Se realizó la simulación de fragmentación para determinar la curva granulométrica. Por lo que los resultados obtenidos mostraron que se obtuvo un P80 de 86mm y un P50 de 51mm optimizando la fragmentación.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al primer objetivo específico, se evidenció los resultados de la situación actual de la Unidad de Producción Pallasca en función a como se realiza la perforación y voladura, estando por debajo de los parámetros adecuados lo que se reflejó en el análisis de granulometría. Por lo que optamos por optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca diseñando y simulando la perforación y voladura. Datos que al ser contrastados con Cieza (2019), quien también planteó el mismo objetivo en su investigación, donde en ambas investigaciones el principal problema en la perforación y voladura es que se distribuye la cantidad de taladros y explosivos sin considerar el tipo de terreno ni respetando la estandarización de la sección, ocasionando una voladura ineficiente lo cual genera baja producción y poco avance lineal, así como, gruesa fragmentación de la roca.

Así mismo, conforme al segundo objetivo específico, se describió la geología local y económica de la Unidad de Producción Pallasca para identificar los minerales de interés económico. Los resultados mostraron que la Unidad de Producción Pallasca presenta formaciones rocosas ígneas teniendo como litología predominante un gran cuerpo intrusivo de granodiorita fresca y roca volcánica andesita. También está la formación Chicama y el grupo Goyllarisquizga con litología de considerable espesor en donde se distinguen areniscas intercaladas con lutitas de grano fino. En cuanto a la génesis presenta estructuras mineralizadas que son vetas hidrotermales, resaltando que el comportamiento en este tipo de estructuras, siendo rellenos de fracturas tensionales, es la de presentar ensanchamiento en la parte central y partes angostas en los extremos, siendo La veta el Inca la veta principal del

yacimiento compuesta con un promedio de 10 g/tn de oro, además contiene sulfuros de cobre y de hierro y arsénico. Datos que al ser contrastados con Buele (2017), quien describió la geología de la mina cabo de hornos - Ecuador, manifestó que el área de estudio de su investigación está compuesta por roca andesita de color gris verdoso, perteneciente a la formación Saraguro. También presenta vetas en forma de ramificaciones muy irregulares con cuarzo blanco lechoso con manchas oxidadas, los sulfuros presentes son pirita, calcopirita, galena, esfalerita, covelina y calcosina, fundamentando las razones por las cuales es económicamente rentable para su extracción.

Respecto al tercer objetivo específico, los resultados evidenció el diseño de la perforación y voladura de acuerdo a los parámetros del macizo rocoso RMR, GSI, RQD y condiciones de las discontinuidades obtenidos mediante un mapeo geomecánico, indicaron que la calidad del macizo rocoso es de clase III, lo cual la hace una roca bastante competente que va necesitar poco sostenimiento, pero a la vez la hace muy abrasiva para la perforación, lo cual significa un mayor consumo de aceros en las perforaciones y también el empleo de mayor cantidad de explosivos en los disparos. Datos que al ser contrastados con Calderón (2016), quien señala que la malla de perforación y voladura diseñada en base a la clasificación geomecánica, permite la distribución y ubicación más precisa de la energía de los explosivos. De esta manera se busca diseñar nuevas mallas de perforación para optimizar la producción, avance y fragmentación.

En la figura 2 se muestra la malla de perforación compuesta por un taladro vacío y 19 cargados. En cuanto a la voladura se optó por seguir utilizando la

dinamita de 22mmx180mm habiendo un total 122 cartuchos equivalentes a 9.76kg de explosivo. Los accesorios que se utilizaron son cármex ensamblado de 8' y como

iniciador se empleó mecha rápida Z-18. Datos que al ser contrastados con Cáceres (2017), quien en su investigación también optó por utilizar la misma metodología para el diseño de su malla de perforación y voladura, obteniendo como resultado 3 taladros de alivio y 31 de producción. Así mismo según las características geomecánicas y geológicas del macizo rocoso seleccionó el mismo explosivo para los arranques y taladros de producción con un total de 202 cartuchos equivalente a 16.24 kg de explosivo y como accesorios de voladura mecha rápida, cármex, logrando optimizar el avance lineal, la voladura y obtener una granulometría optimizando el ciclo de minado. En ambas investigaciones el resultado es diferente, pero cabe mencionar que el modelo matemático de Roger Holmberg es un método de mucha veracidad.

Por último, en el cuarto objetivo específico, los resultados de la simulación de la perforación y voladura mostraron que se optimizó la fragmentación de la roca de un P80 de 152.63mm a un P80 de 86mm y un P50 de 80.15mm a un P50 de 51mm optimizando la. Datos que al ser contrastados con Montoya (2019), quien en su investigación también simuló su diseño de perforación y voladura, obteniendo como resultados unP80 de 50.8mm a un P80 de 35mm y P50 de 35.5 mm a un P50 de 18mm, demostrando su eficiencia para predecir la medida de la granulometría, la cual la llevo a obtener un P50 y un P80 optimo a comparación de los resultados que se venían obteniendo anteriormente.

Con estos resultados se evidenció que el diseño de la perforación y voladura teniendo en cuenta la clasificación geomecánica del macizo rocoso como el cálculo de taladros, burden espaciamento, carga explosiva, accesorios y luego de hacer la simulación, confirmó la hipótesis planteada que el diseño y simulación de la perforación y voladura, optimizará la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca – Ancash. Datos que al ser contrastados con Quispe (2018), quien, en su investigación al evaluar los resultados, concluyó que al diseñar y analizar la perforación y voladura en el software JKSimblast, permitió una optimizar la fragmentación, controlando y corrigiendo la secuencia de disparos detectando cualquier anomalía, de modo que la curva granulométrica, refleja una mejor fragmentación del mineral para su extracción, lo que representa mejoras en las actividades siguientes como el acarreo y carguío.

VI. CONCLUSIONES

1. La descripción de la situación actual permitió reconocer los parámetros de perforación y voladura que actualmente se utilizan en la galería 1. Así como también los resultados de la fragmentación, evidenciando que la cantidad de taladros, así como la distribución de los explosivos no eran suficientes para un adecuado fracturamiento, dando como resultado un P80 de 152.63mm y un P50 de 80.15mm ocasionando granulometría gruesa.
2. La descripción de la geología local y económica permitió identificar la litología del área de estudio, la cual presenta con rocas compactas de granodiorita y andesita. Así mismo, presenta estructuras mineralizadas que son vetas hidrotermales siendo la veta predominante La Veta El Inca donde el mineral de interés es el oro con un promedio de 10gr/ton.
3. El diseño de la perforación y voladura teniendo en cuenta los parámetros del macizo rocoso, permitió calcular el número de taladros y la distribución de explosivos en la sección de la galería de 1.20mx 1.80m la cual presenta un total de 20 taladros con 02 cuadrantes. Para la perforación del frente se utilizó barras de 1.83m con un avance efectivo de 1.74m. En cuanto a los explosivos dinamita de 22mmx180mm es suficiente para realizar la voladura, lo que permitió que la granulometría del mineral sea la adecuada al momento de su extracción, mejorando los procesos de carguío y acarreo.
4. Para optimizar la fragmentación de la roca se diseñó y simuló la perforación y voladura en la galería 1 de la Unidad de Producción Pallasca evidenciándose en los resultados del P80 y P50. Esto permitió optimizar la fragmentación en un 56.82%

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Unidad de Producción Pallasca implementar la perforación y voladura con la finalidad que la granulometría sea óptima para los siguientes procesos. Además, también se recomienda realizar mapeos geomecánicos de acuerdo al avance de la labor para determinar el tipo y características del macizo rocoso.
2. A las siguientes investigaciones relacionadas al tema de perforación y voladura se le recomienda hacer un estudio geomecánico más detallado utilizando equipos y herramientas como ensayos de laboratorio para que obtengan resultados más precisos sobre las características del macizo rocoso dando sustento al informe de investigación.
3. A la Universidad César Vallejo implementar en su malla cursos especializados en softwares de perforación y voladura de rocas, con la finalidad de ampliar los conocimientos teóricos y obtener mayor dominio en el área y así pueda contribuir con el desarrollo y formación de los estudiantes.

REFERENCIAS

- BALESTRINI, Mirian. Cómo se elabora el proyecto de investigación. [en línea]. 7.ª ed. Caracas: BL Consultores Asociados, 2006 [fecha de consulta: 15 de Setiembre de 2020]. Disponible en: https://issuu.com/sonia_duarte/docs/como-se-elabora-el-proyecto-de-inve ISBN: 9806293037
- BARRIGA, Augusto, Diseño e implementación de malla de perforación para optimizar la voladura en la mina San Genaro de la Cia. Minera Castrovirreyna. Arequipa: Universidad de San Agustín de Arequipa, 2016 Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/245>
- BERNAOLA, José, CASTILLA, Jorge y HERRERA, Juan. Perforación y voladura de rocas en minería [en línea]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2013 [fecha de consulta: 15 de setiembre de 2020]. Disponible en: http://oa.upm.es/21848/1/20131007_PERFORACION_Y_VOLADURA.pdf
- BUELE, Juan. Optimización en los parámetros de perforación y voladura en el avance del túnel de la mina Cabo de Hornos. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Cuenca: Universidad del Azuay, 2017. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7439>
- CÁCERES, Ludtwin. Optimización de la perforación y voladura con nuevo diseño de malla en el cruce 10014 de la empresa Minera Marsa. Tesis (Título en Ingeniería de Minas) Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4491/C%c3%a1ceres_Navarro_Ludtwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CAGUANA, Andrés y TENORIO, Manuel. Optimización de los parámetros de perforación y voladura en la cantera las victorias. Tesis (Título en Ingeniería Civil) Ecuador: Universidad de cuenca. 2013. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4390/3/tesis.pdf>

- CALDERÓN, Marco. Optimización de las prácticas de perforación y voladura en el avance y producción de la minería de mediana escala (Unidad Minera Macdesa). Tesis (Título en Ingeniería de Minas) Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3182/Calderon%20Navarro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CASTILLA, Jorge y HERRERA, Juan. Modelización de parámetros de voladura para la optimización del proceso minero: La voladura Computerizada. Madrid: Fundación Gómez Pardo, 2013. 373 pp. ISBN: 139788469426890
- CASTRO, Raúl. Fragmentación de roca: Un proceso clave en la minería, de alta productividad y bajo costo. Revista técnicos minero, 2017 [fecha de consulta: 05 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.revistatecnicosmineros.com/2017/05/fragmentacion-de-roca-un-proceso-clave-en-la-mineria-de-alta-productividad-y-bajo-costo/#:~:text=La%20fragmentaci%C3%B3n%20de%20roca%20en,que%20hace%20posible%20su%20transporte.&text=%C2%ABLo%20que%20buscamos%20es%20poder,planta%20de%20una%20manera%20eficiente%C2%BB>
- CHAMBI, Jimmy. Análisis y optimización de las operaciones de perforación y voladura para el desarrollo de estándares técnicos e incremento de utilidades en mina Tambomayo. Tesis (Título en ingeniería de minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9075>
- CHÁVEZ, Yetson. Mejora de la granulometría mediante el diseño de malla de perforación y voladura aplicando el modelo de holmberg en la galería 370 de la zona coturcan en la Mina Huancapetí. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2018. Disponible en: http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2240/T033_70839229_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- CHOQUE, Emerson. Diseño de perforación y voladura por el método Roger Holmberg para reducir las incidencias de voladuras deficientes en Cía Minera Ares S.A.C. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Puno. Universidad Nacional del Altiplano, 2017. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4654/Choque_Velarde_Emerson.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CIEZA, Cristian. Diseño de perforación y voladura para el incremento de avance lineal de la GL 350 S – NV 2 en la Sociedad Minera los Osos, 3 de Mayo Bella Rica – Ecuador. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43535>
- FAMESA explosivos. Manual de Perforación y Voladura. Lima: Grupo editorial Cosas, 2019. ISBN: 9786124810015
- GAONA, Aderling. Optimización de la voladura mina La Virgen de la compañía minera San Simón S.A. Huamachuco- Trujillo. Tesis (Título en Ingeniería de Minas) Piura. Universidad nacional de Piura. 2015. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/963/MIN-GAO-GON-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ Carlo y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6ª Edición. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. 2014
- HERRERA, Hugo. Descripción técnica del JK SimBlast para el modelamiento, análisis y optimización de voladura. Lima, 2016. 16 pp. Disponible en: https://www.academia.edu/14621144/229048545_TEORIA_JKSIMBLAST
- HOLMBERG, PERSSON. Design of tunnel perimeter blasthole patterns to prevent rock damage. London: Institution of Mining and Metallurgy, 1979

- HURTADO, Jacqueline. Metodología de la investigación. [en línea]. 4.ª ed. Caracas: SYPAL, 2016. [fecha de consulta: 24 de Setiembre de 2020]. Disponible en: <https://dariososafoula.files.wordpress.com/2017/01/hurtado-de-barrera-metodologicc81a-de-la-investigaciocc81n-guicc81a-para-la-comprensiocc81n-holicc81stica-de-la-ciencia.pdf>
- GARCÍA, Yoandro. Diseño de voladura de contorno en túneles Minería y Geología. Holguín: Universidad de Moa, 2015. 634 pp. ISBN: 0258-8959
- GONZALES, Stephanie. Técnicas de observación en una investigación. [Diapositivas en PowerPoint]. (24 de febrero de 2017). [Fecha de consulta: 10 de abril de 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/StephanieEGonzlez/tcnicas-de-observacin-en-una-investigacin>
- GUZMÁN, Marco, Optimización de los procesos de perforación y voladura en el túnel fase a-b de interconexión del Proyecto sopladora. Tesis (Título en Ingeniería de Minas). Macas: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4926>
- KERLINGER, Fred. Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales. México: McGraw-Hill, 2016. [fecha de consulta: 24 de Setiembre de 2020]. Disponible en: <https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>
- LINARES, Marco. Técnicas de muestreo y control de calidad para la Mina Españolita S.A.C. en el distrito de Chaparra, provincia de Caraveli, Departamento Arequipa. Tesis (Título en Ingeniería de Minas) Arequipa: Universidad nacional de San Agustín de Arequipa. 2017. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5105/GLIhuma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- LOAYZA, Josué. Algoritmo predictivo de perturbación de la roca en función a la voladura para el control de estabilidad, Compañía minera bateas S.A. Fortuna silver mines. Tesis (Titulo en Ingeniería de Minas) Arequipa: Universidad nacional de San Agustín de Arequipa. 2014. Disponible en: <https://1library.co/document/qmj83x5q-algoritmo-predictivo-perturbacion-funcion-voladura-estabilidad-compania-fortuna.html>
- LÓPEZ, Carlos. Manual de perforación y voladura de rocas. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2003. 780 pp. ISBN: 99788496140032
- MONTAÑO, Joaquín. Investigación no experimental. Lifeder, 2018. [fecha de consulta: 05 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/investigacion-no-experimental/>
- MONTOYA, Gabriela. Diseño de perforación utilizando modelo matemático Holmberg para mejorar la fragmentación de la voladura – Mina Santa Clotilde 7 – Chongoyape. Tesis (Titulo en ingeniería de minas) Chiclayo: Universidad César Vallejo. 2019. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45472/Montoya_CGN-Vilchez_TR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MUNTANÉ, Jordi. Introducción a la investigación básica. Vol. 33. Córdoba: Rapd online, 2016. Disponible en: <https://www.sapd.es/revista/2010/33/3/03/pdf>
- MUSIC, Andres. Diagnóstico y optimización de disparos en desarrollo horizonte, mina El Teniente. Tesis (Titulo en ingeniería de minas). Santiago: Universidad de Chile, 2015. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104674/music_a.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- ORTEGA, Camilo. Drilling grip blasting upgrading base don Geological Strength Index (GSI), case “La Maruja” mine, Colombia. Boletín de ciencias de la tierra, 2016. 32-38 pp. ISSN 01203630. Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-36302016000200004

- OSINERGMIN. Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas. [en línea]. Lima: Osinergmin, 2017 [fecha de consulta: 15 de Setiembre de 2020]. Disponible en: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Guia-Criterios-Geomecanicos.pdf
- QUISPE, Samuel. Entrenamiento JK SimBlast 2D Face. Lima. 2018. Disponible en: <https://es.slideshare.net/samuelquispemaquera/entrenamiento-jk-sim-blast>
- RAMÍREZ, Pedro. Mecánica de rocas: Fundamentos e ingeniería de taludes. Madrid: Universidad politécnica de Madrid. 2004. 694 pp. ISBN: ISBN: 849639817X
- RIVERA, Hugo. Geología General. [en línea]. 3.^a ed. Lima: Grupo editorial Megabyte, 2011. [fecha de consulta: 01 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://drive.google.com/drive/folders/0B2LXWd-oFlpfdHg2YTgtcFlsdEE> ISBN: 97614005633
- ROJAS, Kevin y FLORES, Yackeline. Diseño De Malla de perforación y voladura para la reducción de costos en El Nivel 1590 Crucero 520 de la U.E.A. Capitana - Corporación Laces S.A.C. Minería Y Construcción - Caraveli - Arequipa. Tesis (Titulo en Ingeniería de minas) Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. 2017. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1080/TP%20-%20UNH%20MINAS%200024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SERNAGEOMIN, Perforación y tronadura [en línea]. Santiago de Chile: Ograma, 2016. [fecha de consulta: 21 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2016/03/6.perforacion-y-tronadura.pdf>

- SUAREZ, Ludger. Descripción del macizo rocoso: Introducción a la ingeniería de rocas de superficie y subterránea. [en línea]. 2.ª ed. Medellín: Universidad nacional de Colombia. 2015. [fecha de consulta: 05 de octubre de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/330834433_Descripcion_del_macizo_rocoso_introduccion_a_la_ingenieria_de_rocas_de_superficie_y_subterranea
- TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. [en línea]. 4.ª ed. México: Limusa, 2006. [fecha de consulta: 20 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.univermedios.com/wp-content/uploads/2018/08/El-Proceso-De-La-Investigacion-Cientifica-Tamayo-Mario.pdf> ISBN: 9789681858728.
- WILSON, John, REYES, Luis. Geología de los cuadrángulos de Pallasca Tayabamba, Corongo, Carhuaz y Huari. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. 2016, Boletín N° 60, Serie A: Carta Geológica Nacional.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS
Deficiencia en la secuencia del disparos de la voladura	Diseñar y simular la perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca – Ancash.		V. independiente			Observación	
	Describir la situación actual de la Unidad de Producción Pallasca en función a la perforación y voladura.	Si se diseña y se simula la perforación y voladura, se podrá optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca - Ancash.	Perforación y voladura	Básica	Unidad de Producción Pallasca		
	Diseñar la malla de perforación y voladura de acuerdo a parámetros del macizo rocoso.		V. Dependiente				
	Describir la geología local y económica para identificar los minerales de interés.		Fragmentación de la roca	DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTO	Análítico – Procesos
	Simular la perforación y voladura con el software JKSimblast.			No experimental	Galería 1	Guía de observación de campo	

Anexo N° 02: Operacionalización de las variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V. independiente Perforación y voladura	Sernageomin (2016), define a la perforación y voladura como las primeras operaciones de producción que tienen por finalidad el arranque de mineral o estéril desde el macizo rocoso (p. 05).	Malla de perforación	Diámetro y longitud de taladro	Nominal
			Numero de taladros	
			Burden Espaciamiento Explosivos	
		Voladura	Factor de carga	
			Densidad de la roca	
V. Dependiente Fragmentación de la roca	Castro (2017), la fragmentación de roca es el comienzo de un largo proceso para la recuperación del mineral. Al fragmentar la roca esta adquiere un tamaño que hace posible su transporte (p. 02).	Granulometría	Volumen de mineral	Nominal
			Curva granulométrica	
			Esponjamiento	

ANEXO N° 03

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO

Diseño y simulación de perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en Unidad de producción Pallasca – Ancash

Objetivo: Describir la situación actual de la Unidad de Producción Pallasca en función a la perforación y voladura.

Labor: Galería 1

Tipo de roca: Granodiorita.

Densidad: 2.65 tn/m³

Fecha: 14/05/2021

Lugar: Lacabamba - Chora

N°	Ítems	Indicadores	Resultado	Observación
1	Ancho de labor	m	1.2	
2	Altura de labor	m	1.8	
3	Radio	m	0.6	
4	Área	m ²	2.01	
5	Perímetro	m	5.48	
6	Diámetro de taladro de producción	mm	38	
7	Diámetro de taladro de alivio	mm	38	
8	Número total de taladros	cant.	14	
9	Número de taladro de cargados	cant.	11	
10	Número de taladros de alivio	cant.	1	
11	Longitud de barreno	m	1.20	
12	Eficiencia de perforación	%	95	
13	Longitud de perforación	m	1.14	
14	Eficiencia de voladura	%	90	
15	Avance real por disparo	m	1	
16	Porcentaje de acoplamiento	%	3	
17	Metros cúbicos por disparo	m ³	2.59	

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 04

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO

Diseño y simulación de perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en Unidad de Producción Pallasca – Ancash

Objetivo: Describir la geología local y económica para identificar los minerales de interés.

Ítems	Sub Ítem	Descripción
Geología	Geología Local	La litología predominante es la granodiorita, que se caracteriza por presentar área con fuerte alteración, en toda la zona y área con rocas más compactas y competentes caracterizadas por una granodiorita fresca. También hay presencia de rocas volcánicas (andesitas), que pertenecen al grupo Calipuy. La formación Chicama y el grupo Goyllarisquizga también está presente con litología sedimentaria en donde se distinguen areniscas intercaladas con lutitas de grano fino.
	Geología Económica	Presenta estructuras mineralizadas que son vetas hidrotermales que tienen un rumbo de S 30° W y un buzamiento de 80° SE. La veta El Inca presenta una potencia de 1.50 m compuesta en general por sulfuro de hierro, cobre, arsénico y un considerable contenido de oro, que muestreado en toda su potencia da un promedio de 10 g/tTM, sin embargo, en la parte pegada a la caja techo, con una potencia de 0.30 m, ha reportado una ley promedio de 1 onz/TM.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 05

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO

Diseño y simulación de perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en Unidad de Producción Pallasca – Ancash

Objetivo: Seleccionar los explosivos y accesorios para producir una eficaz fragmentación de la roca y simular la voladura utilizando el software JK SimBlast.

Nombre del explosivo: Dinamita 7/8"x7"

Fecha: 14/05/2021

N°	Ítems	Indicadores	Resultado	Observación
1	Diámetro	m	0.022	
2	Longitud	m	0.1778	
3	Densidad	g/cm ³	1.12	
4	Velocidad de detonación	m/s	4200	
5	Presión de detonación	Kbar	94	
6	Energía	kJ/kg	3433	
7	RWS	%	92	
8	RBS	%	127	
9	Volumen de gases	l/kg	1015	
10	Resistencia al agua	Horas	Muy Buena	
11	Categoría de Humos	Categoría	1era.	

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 06: Mapeo geomecanico RMR insitu.

FORMATO DE MAPEO GEOMECÁNICO RMR										ESTACIÓN				
										# Fract/ml	ROD (%)			
										1	100			
										2	98			
										3	96			
										4	94			
										5	91			
										6	88			
										7	84			
										8	81			
										9	77			
SISTEMA RMR										10	74			
PARÁMETROS			VALOR	RANGO						VALOR				
Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)			150	>250 (15) x	100-250 (12)	50-100 (7)	25-50 (4)	<25(2) <5(1) <1(0)	12	11	70			
RQD (%)			70	90-100 (20)	75-90 (17) x	50-75 (13)	25-50 (8)	<25 (3)	13	12	66			
Espaciamiento de discontinuidades (cm)			0.50	>2m (20)	0.6-2 m (15)	0.2-0.6m (10)	0.06-0.2m (8) x	< 0.06m (5)	5	13	63			
CONDICION DE DISCONTINUIDADES										14	59			
Familia	Buz.	/D. Buz	f/m	Persistencia	<1mlong. (6) x	1-3 m Long. (4)	3-10m (2)	10-20 m (1)	> 20 m (0)	4	15	56		
				Abertura	Cerrada (6)	<0.1mm apert. (5)	0.1-1.0mm (4) x	1 - 5 mm (1)	> 5 mm (0)	1	16	53		
				Rugosidad	Muy rugosa (6) x	Rugosa (5)	Lig.rugosa (3)	Lisa (1)	Espejo de falla (0)	5	17	49		
				Relleno	Limpia (6) x	Duro < 5mm (4)	Duro> 5mm (2)	Suave < 5 mm (1)	Suave > 5 mm (0)	4	18	46		
				Alteración	Sana (6)	Lig. Intempe. (5) x	Mod.Intempe. (3)	Muy Intempe. (2)	Descompuesta (0)	3	19	43		
Agua subterránea					Seco (15) x	Humedo (10)	Mojado (7)	Goteo (4)	Flujo (0)	10	20	41		
Orientación					Rumbo perpendicular al eje de la excavación		Rumbo paralelo al eje de la excavación		Buzamiento 0°-20° independent e del rumbo	-5	21	38		
					Direccion con el buzamiento		Direccion contra el buzamiento				22	35		
					Bz 45°-90°	Bz 20°-45°	Bz 45°-90°	Bz 20°-45°			Bz 45°-90°	Bz 20°-45°	23	33
					Muy Favorable	Favorable	Regular	Desfavorable			Muy Desfavorable	Regular	24	31
					0	-2	-5	-10			-12	-5	-10	
					RMR₉₉ (Basico) =					57	25	29		
					RMR₉₉ (Corregido) =					52	26	27		
					RMR'₈₉ (Condiciones Secas)=					62	27	25		
JRC (BARTON BANDIS)			RMR	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	20 - 0	III	28	23			
			DESCRIPCION	I MUY BUENA	II BUENA	III REGULAR	IV MALA	V MUY MALA		29	21			
										30	20			

Fuente: OSINERGMIN, 2017

ANEXO N° 07: Validación de instrumentos de recolección de datos.

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: Ing. MBA. Gonzales Torres Jorge Omar
- Grado Académico: MBA con especialización en Gestión y planificación de proyectos
- Institución donde labora:
- Dirección: Urb. Covicorti F3-21-Trujillo
- Autor (es) del Instrumento: Arbulú Vásquez Alicia Daniela, Carrasco Chanta César Alberto

Teléfono: 940176519

Email: jogonzalest@ucvvirtual.edu.pe

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	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: El instrumento es aplicable al proyecto Fecha: 27/11/2020

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50



Ing. MBA Gonzales Torres Jorge Omar
DNI N° 43707313

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

1. DATOS GENERALES:

1.1 TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Diseño y simulación de perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca – Ancash.

1.2 Investigador (a) (es): Arbulú Vásquez Alicia Daniela
Carrasco Chanta César Alberto

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			50		
Objetividad	Está expresado en conductas observables		30			
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			50		
Organización	Existe una organización lógica			50		
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		40			
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias			50		
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos			41		
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores			41		
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico			50		
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación			41		

PROMEDIO DE VALORACIÓN

44.3

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El instrumento es aplicable al proyecto

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Ing. MBA. Jorge Omar Gonzales Torres

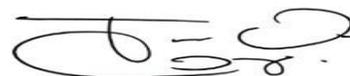
DNI: 43703713

Grado académico: MBA con especialización en Gestión y planificación de proyectos

Centro de Trabajo: Omarza SAC

Firma:

Fecha: 27/11/2020



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Guía de Observación de campo

Experto: Dr. (Mg) Ing. MBA. Jorge Omar Gonzales Torres

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Omarza SAC - Proyect Manager

Dirección: Covicorti F3-21-Trujillo

e-mail: jogonzalest@ucvvirtual.edu.pe

Teléfono: 940176519

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?		50		
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?		50		
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?		26		
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?		50		
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?		50		
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?		50		
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?		50		
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?		50		
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?		50		
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?		50		

Opinión de Aplicabilidad:

El instrumento es aplicable al proyecto



Ing. MBA Gonzales Torres Jorge Omar

DNI: 43703713

Fecha: 27/11/2020

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

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño y simulación de perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca – Ancash

1.2 Investigador (a) (es): Arbulú Vásquez Alicia Daniela
Carrasco Chanta César Alberto

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			50		
Objetividad	Está expresado en conductas observables		30			
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			50		
Organización	Existe una organización lógica			50		
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		40			
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias			50		
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos		40			
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores		40			
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico			50		
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación		40			

PROMEDIO DE VALORACIÓN

44

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El instrumento es aplicable al proyecto

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Ing. MBA. Jorge Omar Gonzales Torres

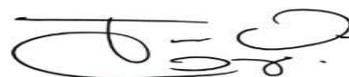
DNI: 43703713

Grado académico: MBA con especialización en Gestión y planificación de proyectos

Centro de Trabajo: Omarza SAC

Firma:

Fecha: 27/11/2020



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Guía de Observación de campo

Experto: Dr. (Mg) Ing. MBA. Jorge Omar Gonzales Torres

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Omarza SAC - Proyect Manager

Dirección: Covicorti F3-21-Trujillo

e-mail: jogonzalest@ucvvirtual.edu.pe

Teléfono: 940176519

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?		50		
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?		50		
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?		26		
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?		50		
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?		50		
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?		50		
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?		50		
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?		50		
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?		50		
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?		50		

Opinión de Aplicabilidad:

El instrumento es aplicable al proyecto



Ing. MBA Gonzales Torres Jorge Omar

DNI: 43703713

Fecha: 27/11/2020

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

5. DATOS GENERALES:

5.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño y simulación de perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca – Ancash.

5.2 Investigador (a) (es): Arbulú Vásquez Alicia Daniela
Carrasco Chanta César Alberto

6. 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			50		
Objetividad	Está expresado en conductas observables		30			
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología			50		
Organización	Existe una organización lógica			50		
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad		40			
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias			50		
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos		40			
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores		40			
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico			50		
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación		40			

PROMEDIO DE VALORACIÓN

44

7. OPINION DE APLICABILIDAD:

El instrumento es aplicable al proyecto

8. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Ing. MBA. Jorge Omar Gonzales Torres

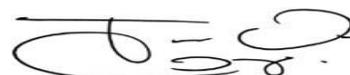
DNI: 43703713

Grado académico: MBA con especialización en Gestión y planificación de proyectos

Centro de Trabajo: Omarza SAC

Firma:

Fecha: 27/11/2020



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Guía de Observación de campo

Experto: Dr. (Mg) Ing. MBA. Jorge Omar Gonzales Torres

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Omarza SAC - Proyect Manager

Dirección: Covicorti F3-21-Trujillo

e-mail: jogonzalest@ucvvirtual.edu.pe

Teléfono: 940176519

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?		50		
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?		50		
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?		26		
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?		50		
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?		50		
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?		50		
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?		50		
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?		50		
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?		50		
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?		50		

Opinión de Aplicabilidad:

El instrumento es aplicable al proyecto



Ing. MBA Gonzales Torres Jorge Omar

DNI: 43703713

Fecha: 27/11/2020

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: *MENA NEVADO CARLA MILAGROS*
- Grado Académico: *MAESTRO*
- Institución donde labora: *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO*
- Dirección: *172 E3 275 DEPARTAMENTO INDUSTRIAL* Teléfono: *95818835* Email: *carla.0107@hotmail.com*
- Autor (es) del Instrumento: *Arbulú Vásquez Alicia Daniela, Carrasco Chanta César Alberto*

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: *Si*
IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: *5.0*

Fecha: *22/04/21*

Carla Milagros Mena Nevado
Ing. *CARLA MILAGROS MENA NEVADO*
DNI N° *42467125*

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

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): Arbulú Vásquez Alicia Daniela
Carrasco Chanta César Alberto

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				70	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				70	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				70	
Organización	Existe una organización lógica				70	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					90
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias					90
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				70	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				70	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				70	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				70	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

Si

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: CARLA MILAGROS MENA NEVADO.

DNI: 42467125

Grado académico: MAGISTER.

Centro de Trabajo: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.

Firma:

Fecha: 22/04/21



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

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Guía de Observación de campo

Experto: Dr. (Mg) *CARLA MILAGROS MENA NEVADO*

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO / DOCENTE A TIEMPO COMPLETO*

Dirección: *112 E3 LT 5. DEUDA INDEBIDA*

e-mail: *Camila0107@hotmail.com*

Teléfono: *958118835*

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?				<i>90.</i>
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			<i>70</i>	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			<i>70</i>	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			<i>70</i>	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			<i>70</i>	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			<i>70</i>	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			<i>70</i>	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			<i>70</i>	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			<i>70</i>	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			<i>70</i>	

Opinión de Aplicabilidad:

Si

[Firma]
 CARLA MILAGROS MENA NEVADO
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 150158

Ing. *CARLA MILAGROS MENA NEVADO*

DNI: *42467125*

Fecha: *22/04/21*

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: *MENA NEVADO CARLA MILAGROS*
- Grado Académico: *MAESTRO*
- Institución donde labora: *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO*
- Dirección: *172 E3 LTS DEGRANJA MAESTRÍA C* Teléfono: *758119935* Email: *Carla.0107@hotmail.com*
- Autor (es) del Instrumento: *Arbulú Vásquez Alicia Daniela, Carrasco Chanta César Alberto*

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:
IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: *5.0*

Fecha: *22/04/21*


Ing. *CARLA MILAGROS MENA NEVADO*
DNI N° *42467125*

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

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): Arbulú Vásquez Alicia Daniela
Carrasco Chanta César Alberto

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				70	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				70	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				70	
Organización	Existe una organización lógica				70	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					90
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias					90
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				70	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				70	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				70	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				70	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

Si

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: CARLA MILAGROS MENA NEVADO.

DNI: 42467125

Grado académico: MAGISTER.

Centro de Trabajo: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.

Firma:

Fecha: 22/04/21



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

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Guía de Observación de campo

Experto: Dr. (Mg) *CARLA MILAGROS MENA NEVADO*
 Centro de Trabajo y cargo que ocupa: *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO / DOCENTE A TIEMPO COMPLETO*
 Dirección: *ITE E3 LT 5. DEUDA INGESTORIAL*
 e-mail: *Camila0107@hotmail.com* Teléfono: *958118835*

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?				90.
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			70	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			70	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			70	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			70	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			70	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			70	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			70	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			70	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			70	

Opinión de Aplicabilidad:

Si

[Firma]
 CARLA MILAGROS MENA NEVADO
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 150158

Ing. *CARLA MILAGROS MENA NEVADO*
 DNI: *42467125*
 Fecha: *22/04/21*

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: *MENA NEVADO CARLA MILAGROS*
- Grado Académico: *MAESTRO*
- Institución donde labora: *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO*
- Dirección: *172 E3 275 DEPARTAMENTO INDUSTRIAL* Teléfono: *95818835* Email: *carla.0107@hotmail.com*
- Autor (es) del Instrumento: *Arbulú Vásquez Alicia Daniela, Carrasco Chanta César Alberto*

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: *Si*
IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: *5.0*

Fecha: *22/04/21*

Carla Milagros
Ing. *CARLA MILAGROS MENA NEVADO*
DNI N° *42467125*

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

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): Arbulú Vásquez Alicia Daniela
Carrasco Chanta César Alberto

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				70	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				70	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				70	
Organización	Existe una organización lógica				70	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					90
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias					90
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				70	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				70	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				70	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				70	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

Si

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: CARLA MILAGROS MENA NEVADO.
Grado académico: MAGISTER.
Centro de Trabajo: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO.
Fecha: 22/04/21

DNI: 42467125

Firma:



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

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Guía de Observación de campo

Experto: Dr. (Mg) *CARLA MILAGROS MENA NEVADO*

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: *UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO / DOCENTE A TIEMPO COMPLETO*

Dirección: *172 E3 LT 5. DEUDA MAJESTRAL*

e-mail: *Camila0107@hotmail.com*

Teléfono: *958118835*

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?				90
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			70	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?			70	
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?			70	
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?			70	
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?			70	
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?			70	
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?			70	
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			70	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			70	

Opinión de Aplicabilidad:

Si

[Firma]

CARLA MILAGROS MENA NEVADO
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 150156

Ing. *CARLA MILAGROS MENA NEVADO*

DNI: *42467125*

Fecha: *22/04/21*

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: Ing. Solio Marino Arango Retamozo
- Grado Académico: Ingeniero De Minas
- Institución donde labora: Universidad César Vallejo
- Dirección: Teléfono: 914691576 Email: sarangor@ucvvirtual.edu.pe
- Autor (es) del Instrumento: Arbulú Vásquez Alicia Daniela, Carrasco Chanta César Alberto

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 Nº 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: El instrumento es aplicable
IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 54

Fecha: 24/06/2021



Ing. Solio Marino Arango Retamozo
DNI Nº 26733726

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

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño y simulación de perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca – Ancash.

1.2 Investigador (a) (es): Arbulú Vásquez Alicia Daniela

Carrasco Chanta César Alberto

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				70	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				70	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				70	
Organización	Existe una organización lógica				70	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				70	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				70	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				70	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				70	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				70	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				70	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

70

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

El instrumento es aplicable

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Ing. Solio Marino Arango Retamozo

DNI: 26733726

Grado académico: Ingeniero de Minas

Centro de Trabajo: Universidad César Vallejo

Firma:

Fecha: 24/06/2021



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Guía de Observación de campo

Experto: Ing. Solio Marino Arango Retamozo

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Universidad César Vallejo

Dirección:

e-mail: sarangor@ucvvirtual.edu.pe

Teléfono: 914691576

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE E 0-25	REGULAR R 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			60	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			60	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				80
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				80
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				80
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				80
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				80
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				80
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			60	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			60	

Opinión de Aplicabilidad:

El instrumento es aplicable



Ing. Solio Marino Arango Retamozo

DNI: 26733726

Fecha: 24/06/2021

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTOS

V. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: Ing. Solio Marino Arango Retamozo
- Grado Académico: Ingeniero De Minas
- Institución donde labora: Universidad César Vallejo
- Dirección: Teléfono: 914691576 Email: sarangor@ucvvirtual.edu.pe
- Autor (es) del Instrumento: Arbulú Vásquez Alicia Daniela, Carrasco Chanta César Alberto

VI. 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 Nº 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

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: El instrumento es aplicable

Fecha: 24/06/2021

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 54



Ing. Solio Marino Arango Retamozo
DNI Nº 26733726

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

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño y simulación de perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca – Ancash.

1.2 Investigador (a) (es): Arbulú Vásquez Alicia Daniela

Carrasco Chanta César Alberto

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				70	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				70	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				70	
Organización	Existe una organización lógica				70	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				70	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				70	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				70	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				70	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				70	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				70	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

70

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

El instrumento es aplicable

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Ing. Solio Marino Arango Retamozo

DNI: 26733726

Grado académico: Ingeniero de Minas

Centro de Trabajo: Universidad César Vallejo

Firma:

Fecha: 24/06/2021



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Guía de Observación de campo

Experto: Ing. Solio Marino Arango Retamozo

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Universidad César Vallejo

Dirección:

e-mail: sarangor@ucvvirtual.edu.pe

Teléfono: 914691576

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE E 0-25	REGULAR R 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?			60	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			60	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				80
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				80
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				80
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				80
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				80
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				80
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			60	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			60	

Opinión de Aplicabilidad:

El instrumento es aplicable



Ing. Solio Marino Arango Retamozo

DNI: 26733726

Fecha: 24/06/2021

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTOS

IX. DATOS GENERALES

- Apellidos y Nombres del experto: Ing. Solio Marino Arango Retamozo
- Grado Académico: Ingeniero De Minas
- Institución donde labora: Universidad César Vallejo
- Dirección: Teléfono: 914691576 Email: sarangor@ucvvirtual.edu.pe
- Autor (es) del Instrumento: Arbulú Vásquez Alicia Daniela, Carrasco Chanta César Alberto

X. 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 Nº 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

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: El instrumento es aplicable

Fecha: 24/06/2021

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 54



Ing. Solio Marino Arango Retamozo
DNI Nº 26733726

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

1. DATOS GENERALES:

4.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Diseño y simulación de perforación y voladura para optimizar la fragmentación de la roca en la Unidad de Producción Pallasca – Ancash.

4.2 Investigador (a) (es): Arbulú Vásquez Alicia Daniela

Carrasco Chanta César Alberto

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				70	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				70	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				70	
Organización	Existe una organización lógica				70	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				70	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				70	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				70	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				70	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				70	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				70	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

70

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

El instrumento es aplicable

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Ing. Solio Marino Arango Retamozo

DNI: 26733726

Grado académico: Ingeniero de Minas

Centro de Trabajo: Universidad César Vallejo

Firma:

Fecha: 24/06/2021



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Guía de Observación de campo

Experto: Ing. Solio Marino Arango Retamozo

Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Universidad César Vallejo

Dirección:

e-mail: sarangor@ucvvirtual.edu.pe

Teléfono: 914691576

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?			60	
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?			60	
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				80
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				80
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				80
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				80
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				80
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				80
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?			60	
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?			60	

Opinión de Aplicabilidad:

El instrumento es aplicable

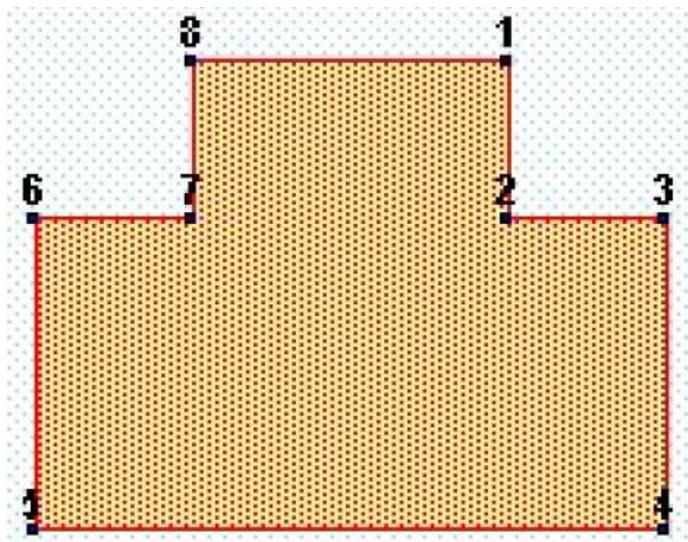


Ing. Solio Marino Arango Retamozo

DNI: 26733726

Fecha: 24/06/2021

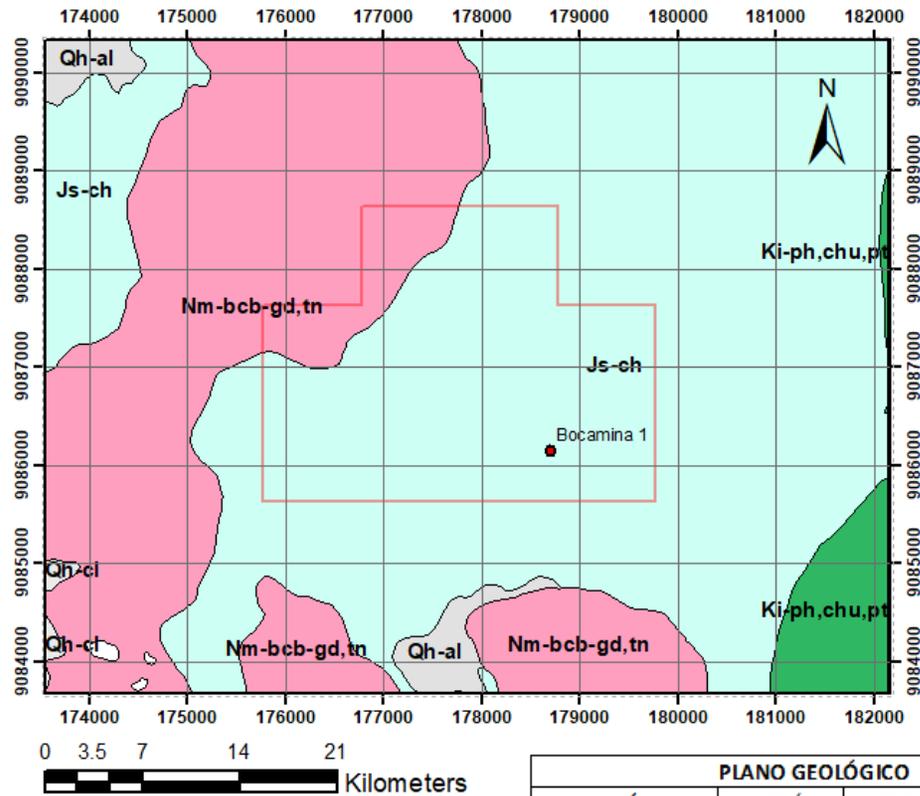
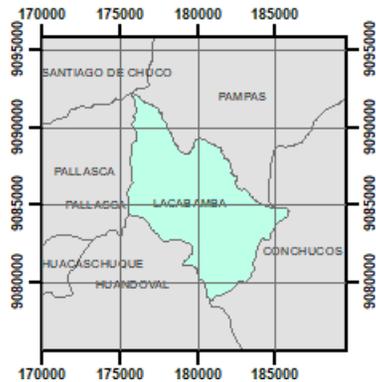
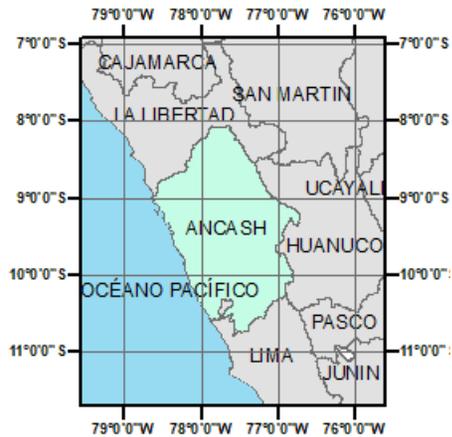
ANEXO N° 08: Coordenadas WGS84 Unidad de Producción Pallasca.



VERTICE	NORTE	ESTE
1	9088634.69	178774.62
2	9087634.68	178774.61
3	9087634.69	179774.61
4	9085634.67	179774.60
5	9085634.62	175774.62
6	9087634.64	175774.62
7	9087634.66	176774.62
8	9088634.67	176774.62

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 09: Plano geológico Unidad de Producción Pallasca.

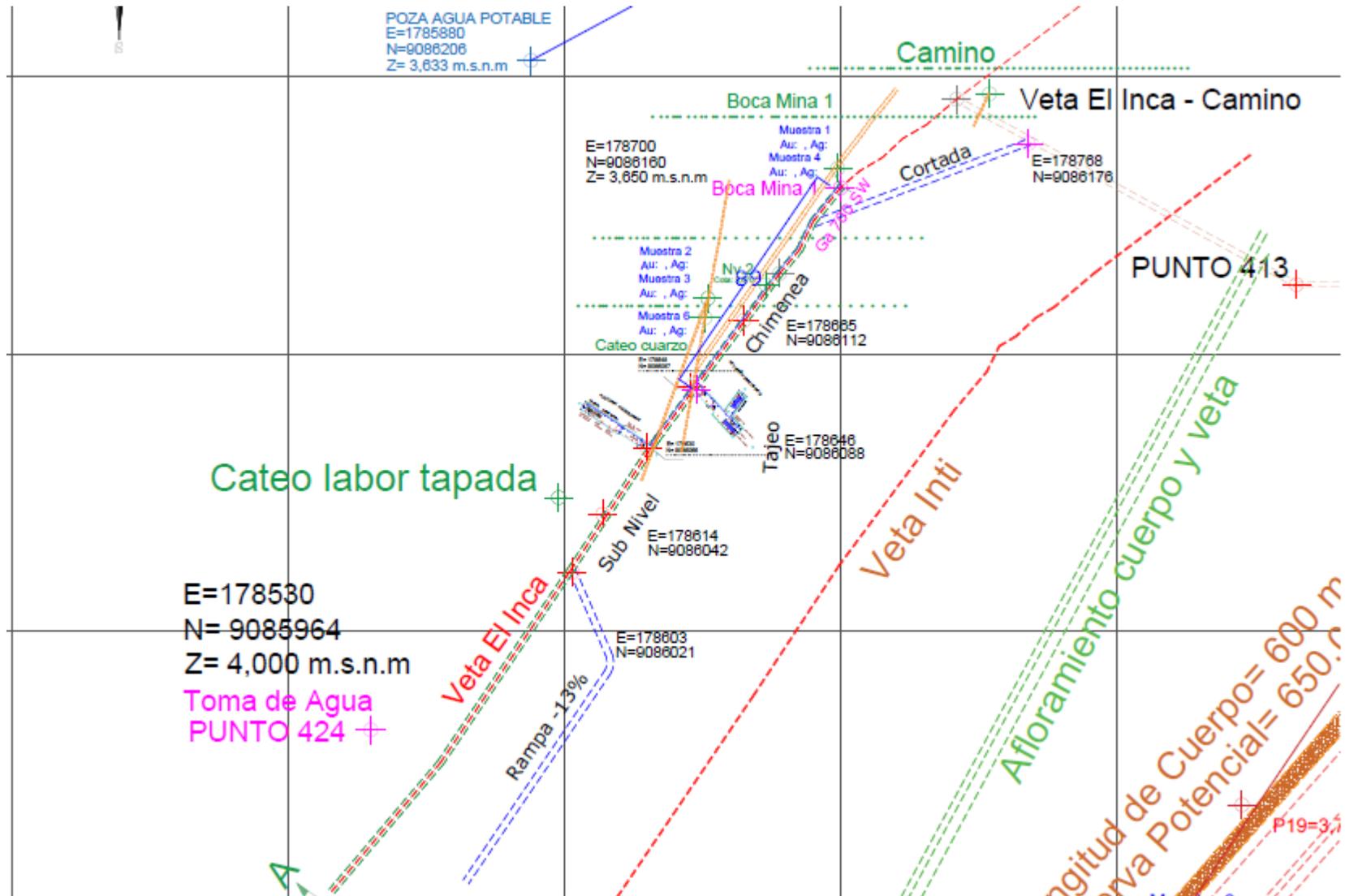


PLANO GEOLÓGICO			
PAÍS	PERÚ	FECHA	16/05/2021
DEPARTAMENTO	ANCASH	ESCALA	1:63000
PROVINCIA	PALLASCA	DATUM	WGS 84
DISTRITO	LACABAMBA	ZONA	18 S
EMPRESA	MINERA LOS ANDES S.A.C.		
ELABORACIÓN	ARBULÚ VÁSQUEZ ALICIA DANIELA CARRASCO CHANTA CÉSAR ALBERTO		
ASESORES	ELIANA SALAZAR CABREJOS JAVIER SALAZAR IPANAQUE		

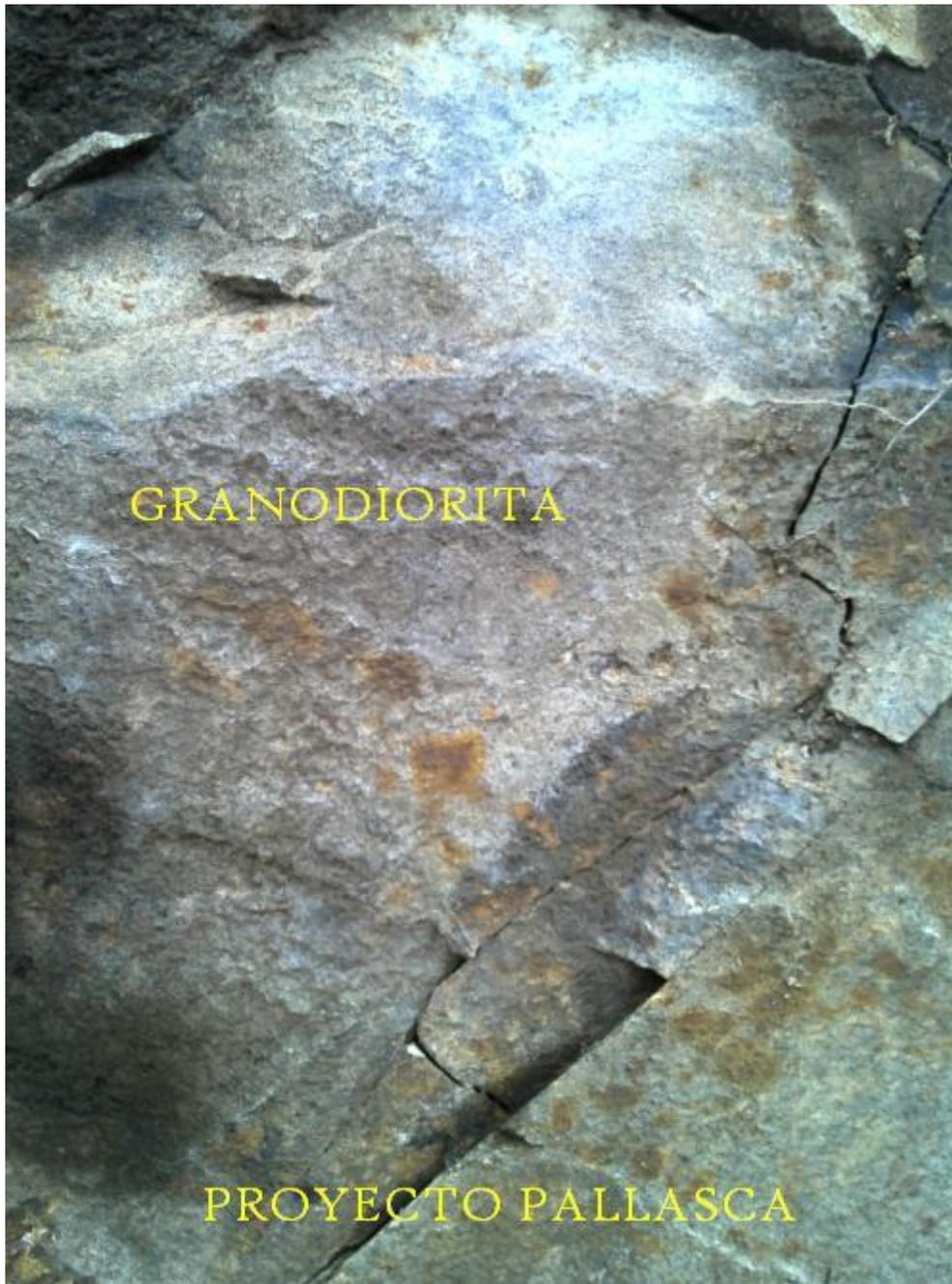
LAMINA:

1

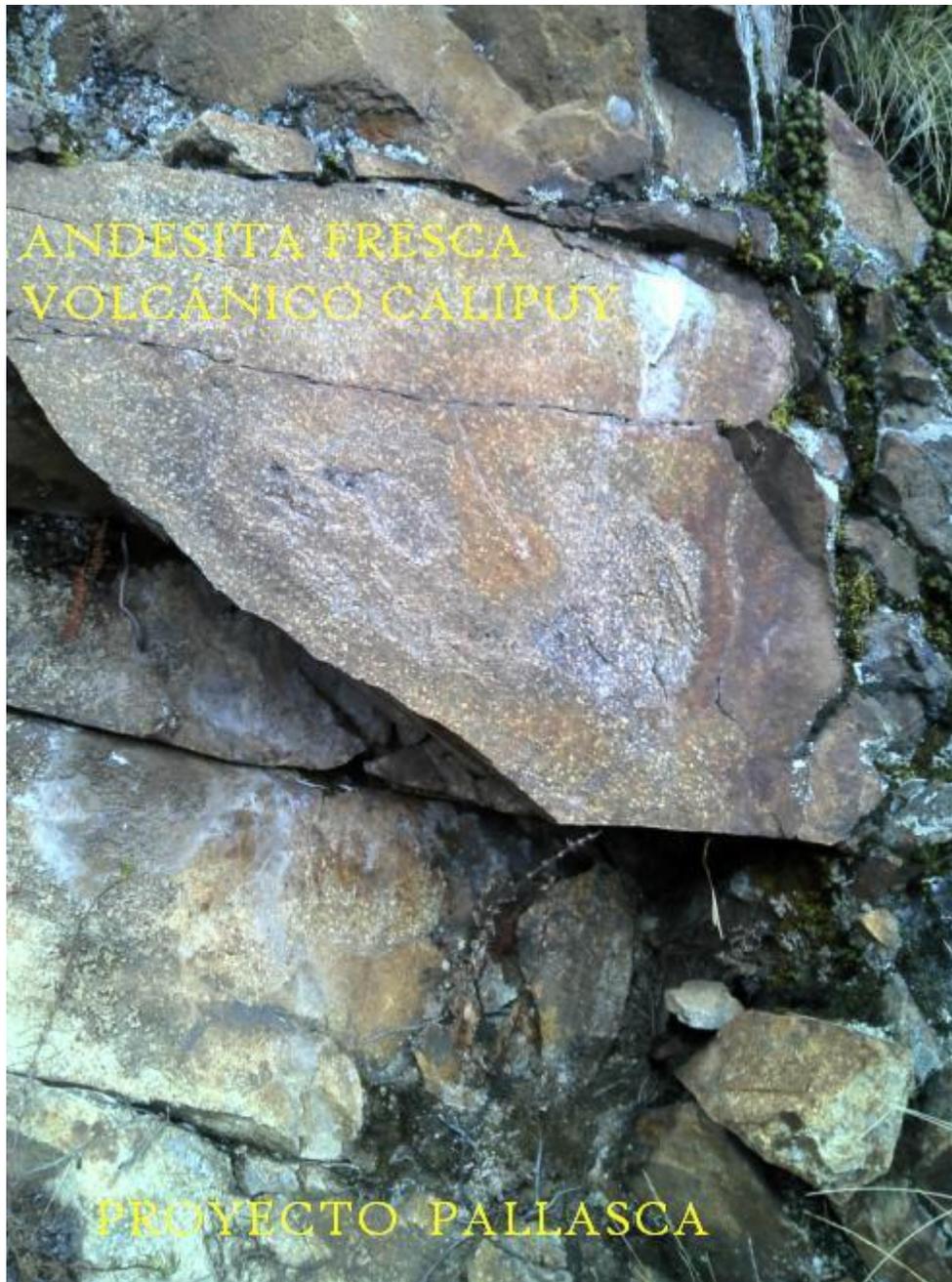
ANEXO N° 10: Plano topográfico Unidad de Producción Pallasca.



ANEXO N° 11: Litología Unidad de Producción Pallasca.



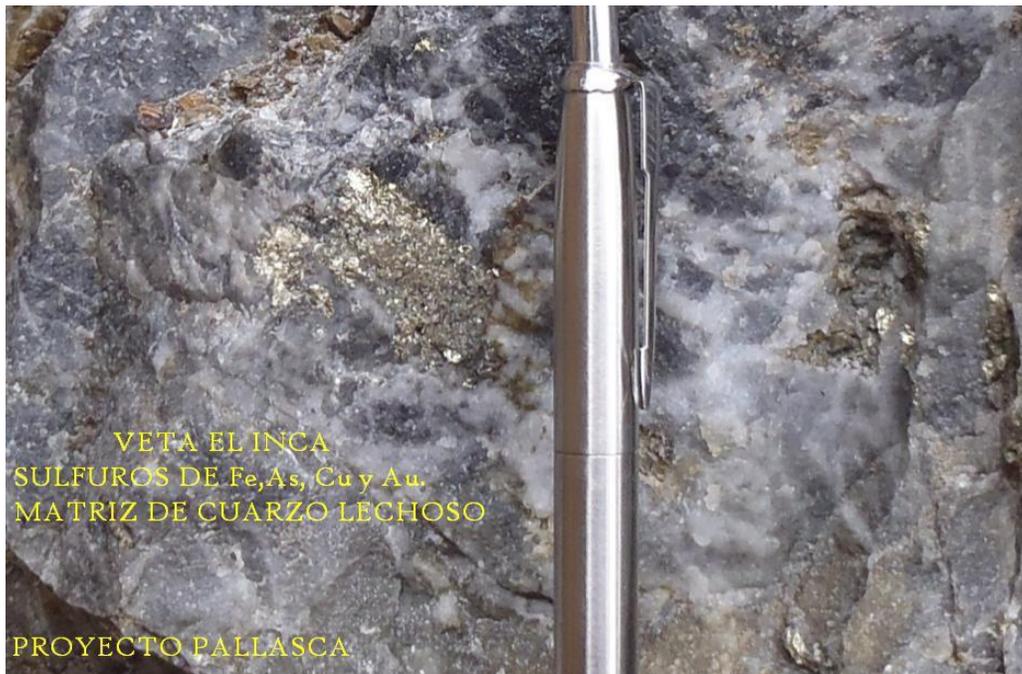
En la presente fotografía puede apreciarse una granodiorita fresca que aflora en la parte superior de la veta El Inca, al lado de las andesitas del volcánico Calipuy.



En la presente fotografía se muestra una andesita fresca de los volcánicos Calipuy, que aflora en la parte superior derecha de la veta El Inca, al pie y al lado derecho de una labor en media barreta, lo que estaría indicando un contacto entre el cuerpo intrusivo que aflora allí con los volcánicos Calipuy.

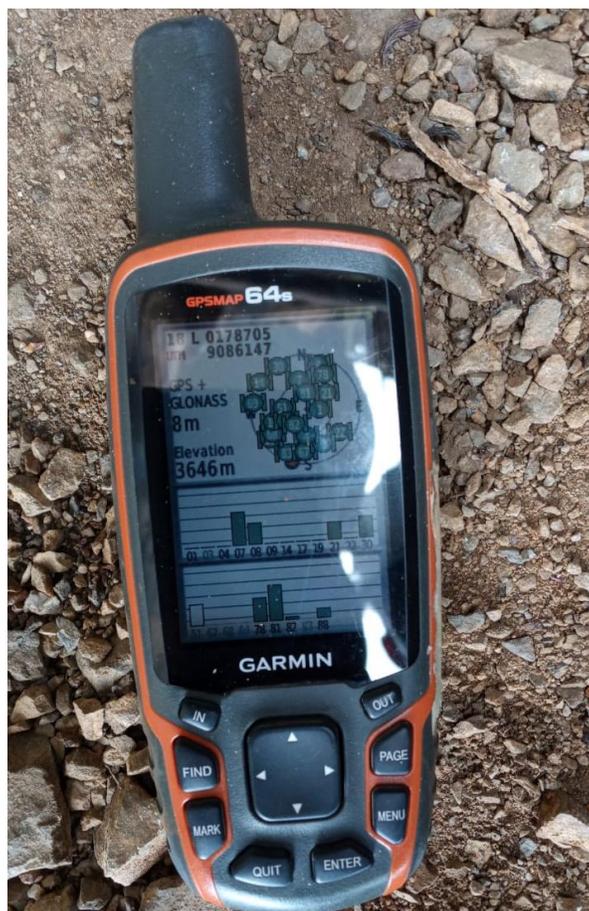


La veta El Inca presenta en general sulfuros de hierro, cobre, arsénico y oro.



En la presente fotografía puede apreciarse como se presentan los sulfuros dentro de la veta, contenidas en una matriz de cuarzo lechoso.

ANEXO N° 12: Coordenadas WGS84 Galería nivel 1.

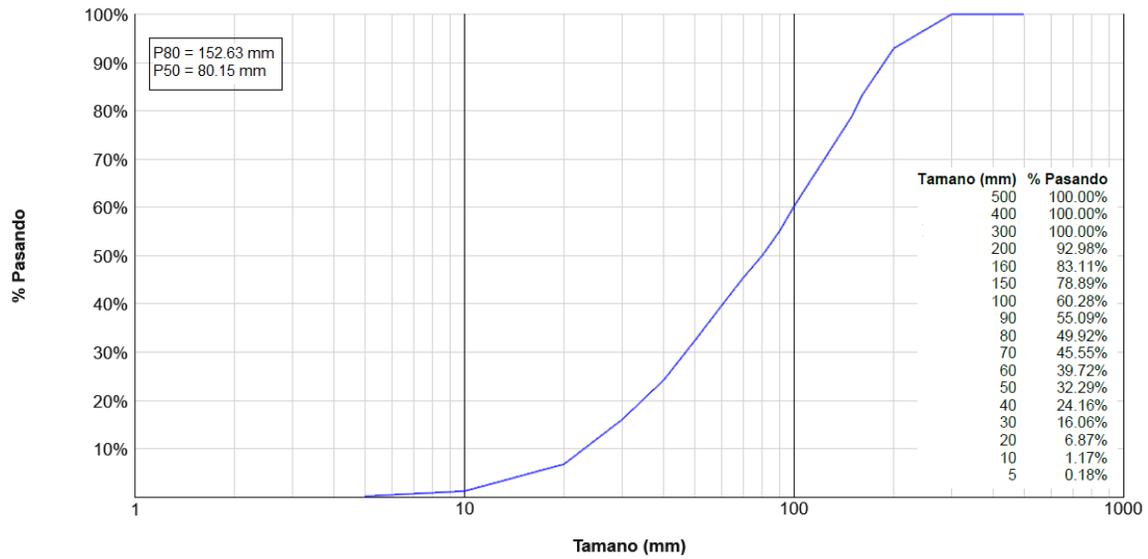


Anexo 13: Análisis metalúrgico.

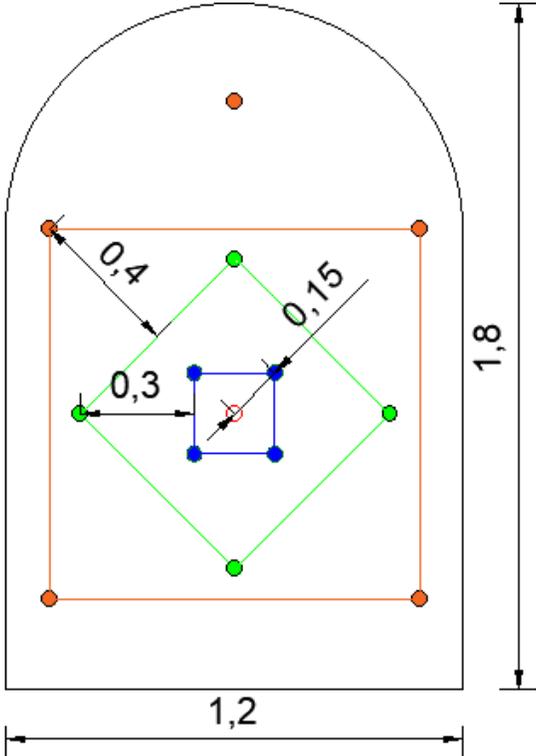
Laboratorio *Jaime Muro*
Reporte Nro. *A - 148 y A 149*
Solicitante **Eduardo Rabienes**
Procedencia *Proyecto Pallasca*
Fecha *14 de marzo 2020*

Muestra	Con Dilución		Potencia (m)	Sin Dilución		Potencia (m)	Observación Explotación
	Au gr/tm	Ag Oz/Tc		Au gr/tm	Ag Oz/Tc		
Cód. 621	10.30	0.30	1.00	17.17	0.50	0.60	circado
Cód. 622	4.60	0.13	0.80	6.13	0.17	0.60	circado

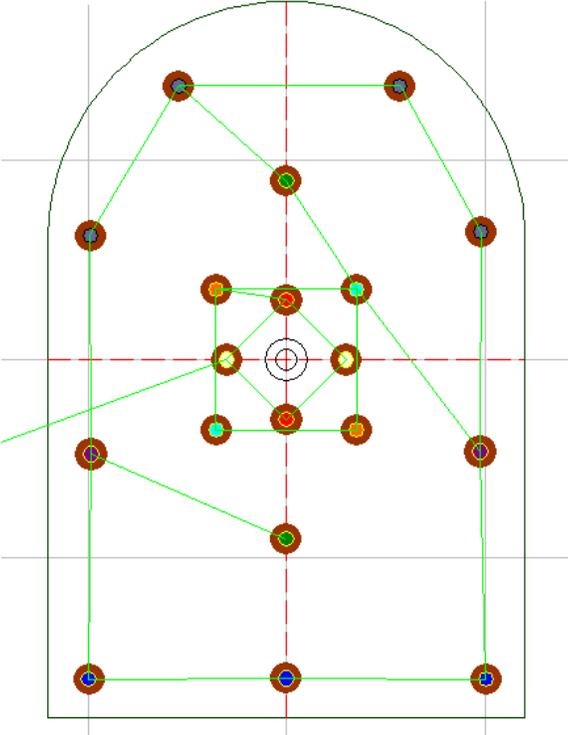
Anexo 14: Análisis de fragmentación.



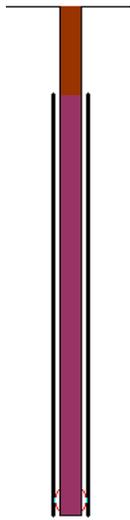
Anexo 15: Malla de perforación y voladura actual.



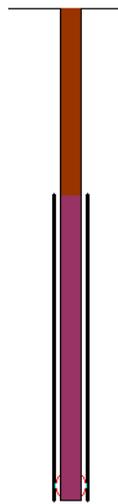
Anexo16: Diseño de perforación y voladura optimizada.



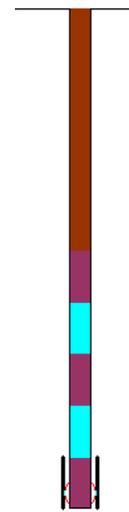
Anexo 17: Distribución de los explosivos en los taladros.



Arranque

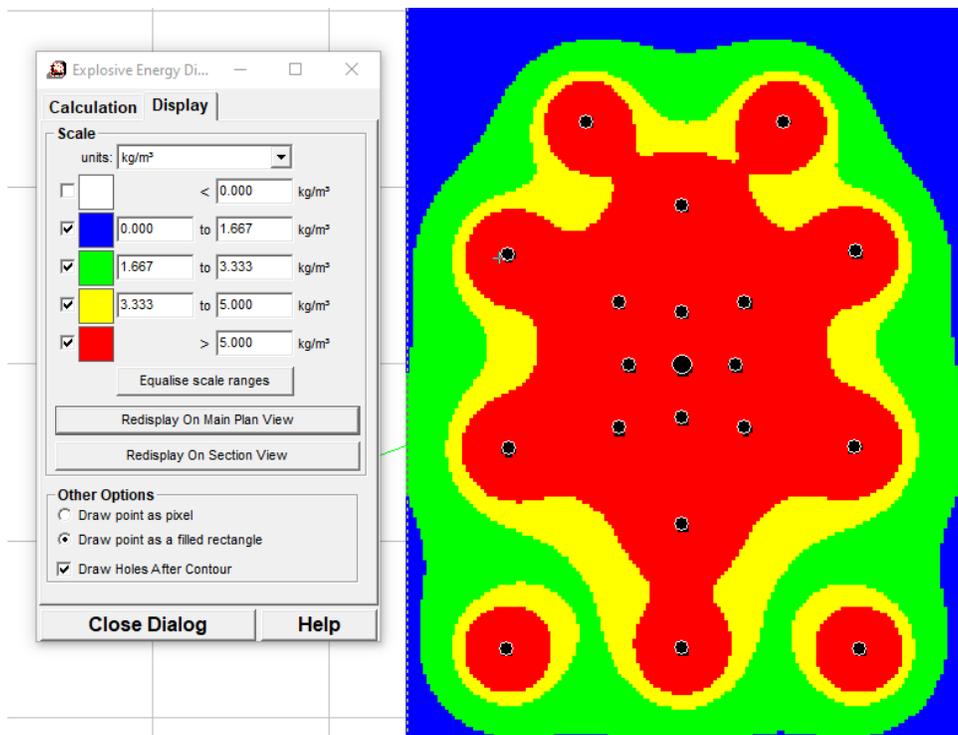


Arrastre y cuadradores

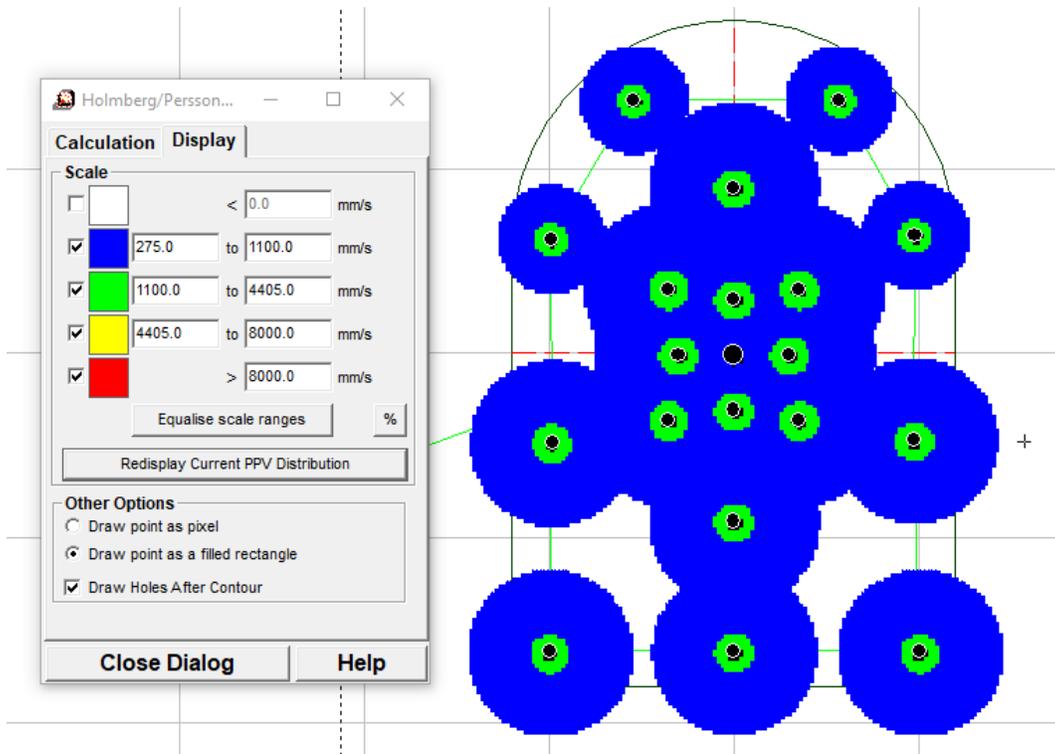


Corona

Anexo 18: Análisis de la distribución de energía explosiva.



Anexo 19: Análisis de vibraciones modelo Holmberg a Persson.





MINERA LOS ANDES S.A.C.

*“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de
Independencia”*

CARTA N° 007 - 2021 - MILANSAC

Lima, 17 de febrero de
2021

Señor:

Dr. Beder Erasmo Martell Espinoza

Director Nacional de EP de Ingeniería de
MinasUCV- Filial Chiclayo

Presente.

Reciba un cordial saludo y expresarle mi estima personal, se ha recibido 2 cartas de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de UCV – Filial Chiclayo, solicitando las facilidades para la investigación y Prácticas Pre – Profesionales de 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 puedan cumplir con sus objetivos planeados en la fecha que estimen conveniente sólo tienen que enviar un correo a gilberto122@hotmail.com con copia a gdonayres@mineralosandes.com, con 1 semana de anticipación, dirigido al Ing. Angel Cámac, Superintendente de SSOMA. Las investigaciones y prácticas lo realizarán en la Unidad Minera Pallasca – Ancash, estudiantes admitidos son.

- 1.- Alicia Daniela Arbulú Vásquez – D.N.I. N° 76381049
- 2.- César Alberto Carrasco Chanta – D.N.I. N° 73951788

Atentamente,



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

MBA. Gilberto Donayres Q.

GERENTE GENERAL