

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Trabajo de Investigación

**Influencia de la aplicación del soporte con *shotcrete*
en la ocurrencia de desprendimiento de rocas en la
empresa MARSA Minera Aurífera Retamas S. A.**

César Valerio Bujaico Mallma

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería de Minas

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Dr. Eusebio Zenón Castro León

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis familiares y amigos en general por su incondicional apoyo en mi formación profesional.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la vida, y a mis padres, que fueron mis mayores promotores durante este proceso, gracias por confiar en mí cada día y haber apostado en mis expectativas, que el día de hoy se ven reflejadas en la culminación de mi paso por la universidad.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación trata de la aplicación del soporte con shotcrete en la ocurrencia de desprendimiento de rocas en la empresa Marsa Minera Aurífera Retamas S.A.

Nuestro trabajo de investigación se origina por la siguiente interrogante ¿Cuál es la influencia de la aplicación del soporte con *shotcrete* en la ocurrencia de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020?, nuestro objetivo principal es Determinar la influencia de la aplicación del soporte con *shotcrete* en la ocurrencia de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020, y nos planteamos la hipótesis general, La aplicación del soporte con *shotcrete* influye positivamente en la disminución de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa). Método de investigación es científica, tipo aplicada, nivel de investigación descriptivo y aplicativo, diseño de la investigación es casual, además nuestra población es soporte con shotcrete y muestra soporte con shotcrete húmedo.

Concluimos nuestro estudio El árido limpio y anguloso es el más apropiado para el proyectado de *shotcrete* mediante vía húmeda, porque satisface todas las necesidades a las resistencias realizadas a las muestras. Para la fortificación de labores con *shotcrete*, se necesitan áridos en grandes cantidades, llevados de una cantera limpia, y áridos angulosos; con ello se consigue un sostenimiento más efectivo, que incluye el tema del costo. Se consiguió normativizar las técnicas del lanzado de concreto que fortifica las excavaciones, lo cual redujo considerablemente el riesgo de caída de roca.

Palabras claves: sostenimiento, shotcrete, áridos, aditivos.

ABSTRACT

The present research work deals with the application of shotcrete support in the occurrence of rockfall in the company marsa minera aurífera retamas S.A.

Our research work is originated by the following question: What is the influence of the application of shotcrete support in the occurrence of rockfall in the company Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, La Libertad, La Libertad, La Libertad, La Libertad. (Marsa), La Libertad, 2020, our main objective is to determine the influence of the application of shotcrete support on the occurrence of rockfall in the company Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, La Libertad, 2020. (Marsa), La Libertad, 2020, and we set the general hypothesis, the application of shotcrete support positively influences the reduction of rockfall in the company Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa). Research method is scientific, applied type, descriptive and applicative research level, research design is casual, also our population is support with shotcrete and sample support with wet shotcrete.

We conclude our study The clean and angular aggregate is the most appropriate for shotcrete spraying by wet way, because it satisfies all the needs to the resistances made to the samples. For the fortification of workings with shotcrete, aggregates in large quantities are needed, taken from a clean quarry, and angular aggregates; with this, a more effective support is achieved, including the issue of cost. It was possible to standardize the techniques of concrete shotcreting that fortifies the excavations, which considerably reduced the risk of rock fall.

released Keywords: support, shotcrete, aggregates, admixtures.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	11
Capítulo I. Planteamiento del problema	12
1.1 Planteamiento y formulación del problema	12
1.1.1. Planteamiento del problema	12
1.1.2. Formulación del problema	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1. Objetivo general	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Hipótesis.....	13
1.4.1 Hipótesis de investigación	13
1.5 Variables y operacionalización	14
1.5.1. Variable independiente	14
1.5.2. Variable dependiente.....	14
Capítulo II. Marco teórico	15
2.1. Antecedentes de la investigación	15
2.1.1. Internacionales	15
2.1.2. Nacionales.....	15
2.2. Definición de términos	16
2.2.1. Sostenimiento.....	16
2.2.2. Concreto lanzado	16
2.2.3. Sostenimiento con <i>shotcrete</i>	16
2.2.4 Cemento.....	17
2.2.5 Aditivos.....	18
2.2.6. Áridos	18
2.2.7. Fibras metálicas	18
Capítulo III. Metodología de la investigación	19
3.1. Método y alcance de la investigación	19
3.1.1. Tipo de investigación	19
3.1.2. Nivel de investigación	19
3.2. Diseño de la investigación	19
3.3. Población y Muestra	19
3.3.1. Lugar de estudio.....	19
3.3.2. Población.....	19
3.3.3. Muestra	19
Capítulo V. Análisis de resultados	20
4.1 Descripción del trabajo de campo.....	20

4.2. Presentación de resultados	21
4.3 Discusión de resultados.....	24
Conclusiones.....	27
Recomendaciones.....	28
Referencias bibliográficas	29
Anexos	30
Presupuesto	30
Cronograma	30
Matriz de consistencia.....	31
Operacionalización de variables.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diseño de dosificación de <i>shotcrete</i>	18
Tabla 2: costo por 1 m ³ de <i>shotcrete</i>	19
Tabla 3: Lanzado de <i>shotcrete</i> obtenido en labores de explotación y desarrollo	19
Tabla 4: Transporte de <i>shotcrete</i> obtenido en labores de explotación y desarrollo	20
Tabla 5: Resultado de reducción de costos en el lanzado de <i>shotcrete</i> e instalación de calibradores	20
Tabla 6: Cantidad y rendimiento de <i>shotcrete</i> lanzado y transportado en labores de desarrollo y explotación	20
Tabla 7: Resultado de reducción de costos en el transporte de <i>shotcrete</i> vía húmeda	21
Tabla 8: Reducción de resultado de costo en el lanzado de <i>shotcrete</i> vía húmeda	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sostenimiento	14
Figura 2: Lanzado de <i>shotcrete</i>	15
Figura 3: Proceso de preparación del shotcrete	15
Figura 4: Descripción del trabajo	18
Figura 5: Control de dosaje del acelerante y volumen de aire en la bomba	18
Figura 6: Costo de sostenimiento con <i>shotcrete</i> en US\$.	21
Figura 7: Costo total de transporte de <i>shotcrete</i> en US\$	21
Figura 8: Costo total de lanzado de <i>shotcrete</i> en US\$	22
Figura 9: Sostenimiento con <i>shotcrete</i> .	23
Figura 10: Vista interior mina	24
Figura 11: Roca sostenida con <i>shotcrete</i>	24

INTRODUCCIÓN

La minería es una actividad reconocida por generar una gran parte del PBI mundial. En el Perú, la minería genera más del 60 % del PBI. Así mismo, es una de las actividades con más incidentes y accidentes debido a la alta presencia de peligros y riesgos en todas sus áreas de trabajo. En la minería peruana, una de las causas de accidentes es la caída de rocas, para lo cual existe una gran variedad de métodos de sostenimiento a las labores mineras. Uno de ellos es el sostenimiento con *shotcrete*. La presente investigación se basa en determinar la influencia del *shotcrete* en el desprendimiento de rocas. El objetivo es determinar la influencia de la aplicación del soporte con *shotcrete* en la ocurrencia de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020. Esta investigación surgió debido al alto grado de desprendimiento de rocas en dicha minera.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

En el periodo actual, la gran mayoría de empresas mineras requiere llevar un proceso de control geomecánico a través de la estabilidad de la roca en sus diferentes trabajos de explotación. La empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa) viene empleando el método de corte y relleno descendente, tal método perjudica a estos por el arduo desprendimiento de rocas.

En estos tiempos, los accidentes e incidentes que se originan en la actividad minera se dan por la caída y el desprendimiento de rocas sueltas; por ello, la actividad minera genera a diario trabajos riesgosos y posee una gran magnitud de accidentes por caídas de rocas.

Todo trabajo dentro de la actividad minera supone que el trabajador está expuesto a riesgos ocasionados por desprendimientos de rocas en diferentes labores mineras.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de la aplicación del soporte con *shotcrete* en la ocurrencia de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la influencia de la frecuencia de aplicación del soporte con *shotcrete* con respecto a la frecuencia del desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020?
- ¿Cuál es la influencia del tiempo de fraguado con respecto a la frecuencia del desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020?

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de la aplicación del soporte con *shotcrete* en la ocurrencia de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la frecuencia de aplicación del soporte con *shotcrete* con respecto a la frecuencia del desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020?
- Determinar la influencia del tiempo de fraguado con respecto a la frecuencia del desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020?

1.3. Justificación

En estos tiempos, las empresas mineras deben ser competentes para lograr una buena producción y seguridad, por lo que deben adaptarse a los cambios permanentemente. Para minimizar los costos de explotación, es necesario considerar un nuevo método de sostenimiento de acuerdo con el comportamiento de la roca. Con este fin se propone la aplicación del sistema de sostenimiento con *shotcrete*, que beneficiará económicamente a la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa).

1.4. Hipótesis

La aplicación del soporte con *shotcrete* influye positivamente en la disminución de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa).

1.4.1 Hipótesis de investigación

1.4.1.1 Hipótesis nula

El uso del soporte con *shotcrete* influye negativamente en la disminución de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa).

1.4.1.2 Hipótesis alterna

No existe relación entre el soporte con *shotcrete* y la incidencia de desprendimiento de rocas.

1.4.1.3 Hipótesis específicas

- La frecuencia de la aplicación del soporte con *shotcrete* influye positivamente en el desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa).
- La influencia del tiempo de fraguado influye positivamente en el desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa).

1.5 Variables y operacionalización

1.5.1. Variable independiente

Aplicación del soporte con *shotcrete*.

1.5.2. Variable dependiente

Ocurrencia de desprendimiento de rocas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

Martínez (1), en su tesis titulada *Análisis del concreto lanzado como revestimiento definitivo para túneles*, determinó los servicios del concreto echado como cubierta en túneles en concreto convencional, lo cual propicia variabilidad en Colombia. Esta técnica permite la ejecución de más proyectos al reducir costos y mano de obra.

2.1.2. Nacionales

Ríos (2), en su tesis titulada *Sostenimiento con shotcrete robotizado*, concluyó que mediante la evaluación geomecánica se determinó el sistema de sostenimiento adecuado en la mina Carahuacra.

Huamán (3), en su tesis *Optimización de shotcrete y disminución de costos en tajo Morro Solar de la Compañía Minera Argentum S.A.*, determinó la optimización de la secuencia del soporte con *shotcrete*, con lo que se minimizaron los costos y se hizo un mejor uso de *shotcrete* de acuerdo con dicha particularidad de la veta Morro Solar.

Torres (4), en su tesis titulada *Diseño y aplicación de shotcrete para optimizar el sostenimiento en la Unidad Económica San Cristóbal - Minera Bateas*, se planteó el siguiente objetivo: “El diseño y aplicación correcta del Shotcrete por vía húmeda optimizará el sostenimiento, logrando así beneficios económicos como también un considerable ahorro de tiempo y logrando mayor seguridad para los trabajadores de Operaciones Mina en la Minera Bateas” (p. 6). La investigación concluyó que “la aplicación del método por vía húmeda favorece la operación mina ya que presenta niveles bajos de polución debiendo utilizarse en todas las labores mineras, siempre y cuando se tenga las condiciones necesarias caso de la Unidad Minera San Cristóbal” (4, p. 149).

Fernández y Valderrama (5), en su tesis titulada *Parámetros para maximizar la adhesión del shotcrete por proceso húmedo en minería subterránea de Consorcio Minero Horizonte S.A.*, concluyó que “se determinaron los parámetros óptimos para una máxima adhesión de *shotcrete* por proceso húmedo en Consorcio Minero Horizonte, mediante cálculos detallados en la investigación” (5, p. 51).

2.2. Definición de términos

2.2.1. Sostenimiento

“Sostenimiento es la acción y resultado de sostener o sostenerse, en mantener una cosa o elemento sujeto o firme, asegurar o manifestar una persona una proposición o un criterio o decir una cosa con convicción o seguridad” (6, párr. 1).



Figura 1. Sostenimiento.

2.2.2. Concreto lanzado

“Es una mezcla de construcción compuesta por áridos, cemento y agua. A diferencia del concreto convencional que se usa en edificaciones, el concreto lanzado se compacta gracias a la presión de la proyección, y en muchos casos se usan aditivos para el fraguado rápido y fibras de metal para aumentar la tenacidad y resistencia a las presiones ejercidas por el material rocoso” (9, p. 14).

2.2.3. Sostenimiento con *shotcrete*

La aplicación del método de soporte con *shotcrete* evita el deslizamiento o desprendimiento de rocas, y disminuye los días de trabajo al ser su instalación más rápida que las mallas de acero. Se puede visualizar en las rampas de acceso, cavernas, en las galerías de desarrollo y de producción.

El sostenimiento con *shotcrete* es muy rentable, ya que reduce costos, aumenta beneficios y evita accidentes fatales; es aplicable en diferentes empresas mineras porque genera eficacia y un alto contenido de seguridad (9).



Figura 2. Lanzado de shotcrete

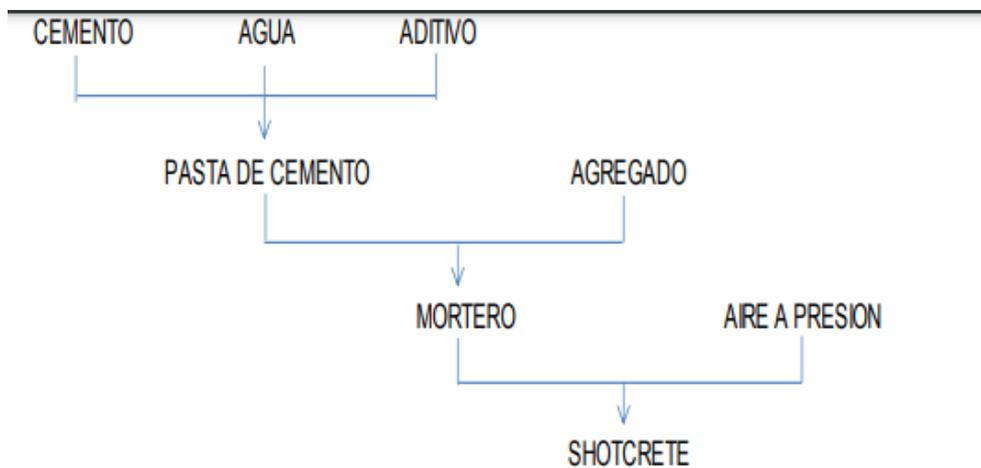


Figura 3. Proceso de preparación del shotcrete

2.2.4 Cemento

Material fabricado a partir de rocas calizas, arcillas y areniscas. El cemento es un polvo muy fino que gracias al agua y áridos aumenta su resistencia y adherencia convirtiéndose en material sólido. Es de vital importancia para la realización de la mezcla del concreto (mortero), que con el aire a presión se convierte en *shotcrete*.

2.2.5 Aditivos

Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla de concreto o mortero, lo cual modifica las propiedades físicas y químicas de la mezcla de concreto. Se obtiene como resultados concretos especiales según el caso o trabajo requerido (9).

2.2.6. Áridos

Llamados también agregados. Este material constituye el 70 a 75 % del volumen de la masa de un concreto común. Los áridos angulosos tienen mayor adherencia que los áridos comunes de río.

2.2.7. Fibras metálicas

Estos elementos aumentan la resistencia mecánica del concreto y con ello la elasticidad y resistencia del *shotcrete*. Estas fibras se lanzan junto a la mezcla con la ayuda del aire a presión.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método y alcance de la investigación

El presente trabajo se desarrolla mediante el método científico, que es utilizado para tener conocimientos fiables.

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación adoptado es el tipo de investigación aplicada (6).

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación realizado es del tipo descriptivo y aplicativo.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de investigación adoptado es el causal.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Lugar de estudio

El lugar de estudio es la empresa Marsa, en Pataz, La Libertad.

3.3.2. Población

Soporte con *shotcrete*.

3.3.3. Muestra

Soporte con *shotcrete* húmedo

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Descripción del trabajo de campo

La empresa contratista Seprocal es la encargada de realizar el sostenimiento de las labores mineras de la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa). Después de haber efectuado un estudio de la calidad de la roca, se tomó la decisión de sostener con *shocrete* a todas las labores principales y secundarias de acceso y preparación, así como el frente de avance. Los materiales que componen o están presentes en el diseño de la mezcla son cemento Pacasmayo, arena fina, agregados, agua y fibras (metálicas y sintéticas).



Figura 4. Descripción del trabajo

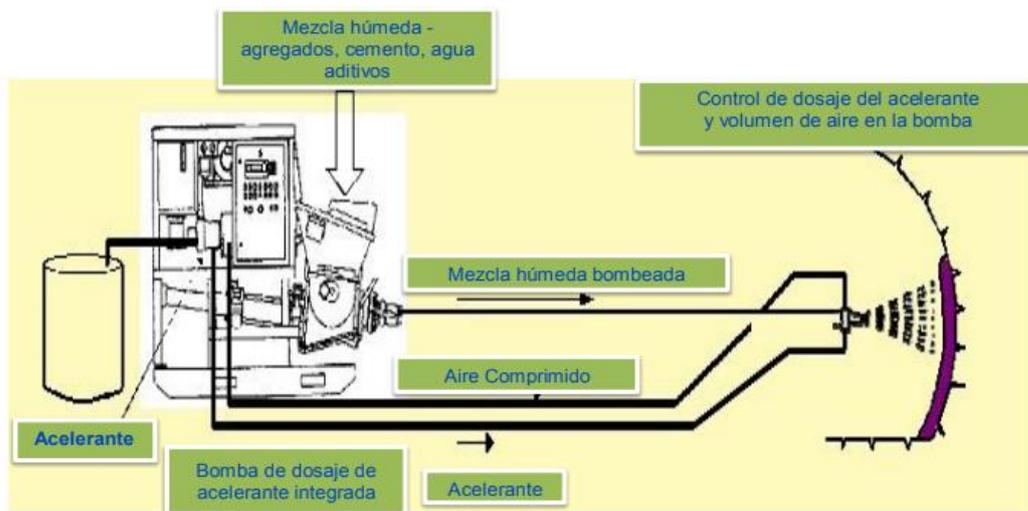


Figura 5. Control de dosaje del acelerante y volumen de aire en la bomba. Tomada de Robles, 1994, p. 43 (10).

Tabla 1. Diseño de dosificación de shotcrete

Insumos utilizados para 1 m ³ de concreto	Cantidad para 1 m ³ de concreto	Unidad
Arena	1300	kg
Cemento	400	kg
Agua	175	lt
Fibra metálica	20	kg
Fibra sintética	5	kg
Aditivo superplastificante	5	L
Aditivo acelerante de fragua	26	L
Aire	2	bar

4.2. Presentación de resultados

Tabla 2. Costo por 1 m³ de shotcrete

Sostenimiento con <i>shotcrete</i>	Costo US\$
Elaboración de concreto	160
Transporte de <i>mixer</i> distancia aproximada de 14 km	115
Lanzado con robot Alpha 19	65
Costo total por m ³	340

Cantidad y rendimiento de *shotcrete* lanzado y transporte en labores de desarrollo y explotación

Tabla 3. Lanzado de shotcrete obtenido en labores de explotación y desarrollo

Mes	Cantidad de lanzado de <i>shotcrete</i> (m ³)			
	Transporte (m ³)	Horas/mes	Presión/promedio (bar)	Promedio de transporte/día (m ³)
Agosto	4855.8	24094	161.9	162.7
Setiembre	5908.02	25154	190.5	188.5
Octubre	5434.5	24378	180.9	180.5
Noviembre	5259.4	20373	167.9	170.3
Diciembre	5259.4	22826	180.2	177.5

Tabla 4. Transporte de shotcrete obtenido en labores de explotación y desarrollo

Mes	Cantidad de lanzado de <i>shotcrete</i> (m ³)			
	Trasporte (m ³)	Horas/mes	Presión/promedio (bar)	Promedio de transporte/día (m ³)
Agosto	4881.10	10197.0	3.18	162.7
Setiembre	5842.72	10452.0	3.31	188.5
Octubre	5430.30	9540.0	3.35	180.5
Noviembre	5279.10	9520.0	3.50	170.3
Diciembre	5460.80	9520.0	4.0	177.5

Tabla 5. Resultado de reducción de costos en el lanzamiento de shotcrete e instalación de calibradores

Mes	Costo total de lanzamiento de shotcrete (US\$)	Costo total de calibradores (US\$)
Agosto	562968.12	24575.88
Setiembre	601081.95	25657.08
Octubre	494029.09	24865.56
Noviembre	498760	20780.46
Diciembre	455931.53	21282.72

Tabla 6. Cantidad y rendimiento de shotcrete lanzado y transportado en labores de desarrollo y explotación

Mes	Cantidad de lanzamiento de shotcrete (m ³)		
	Lanzado (m ³)	Calibradores (2")	Promedio lanzado/día (m ²)
Agosto	4855.8	24094	161.9
Setiembre	5908.02	25154	190.5
Octubre	5434.5	24378	180.9
Noviembre	5259.4	20373	167.9
Diciembre	5259.4	22826	180.2

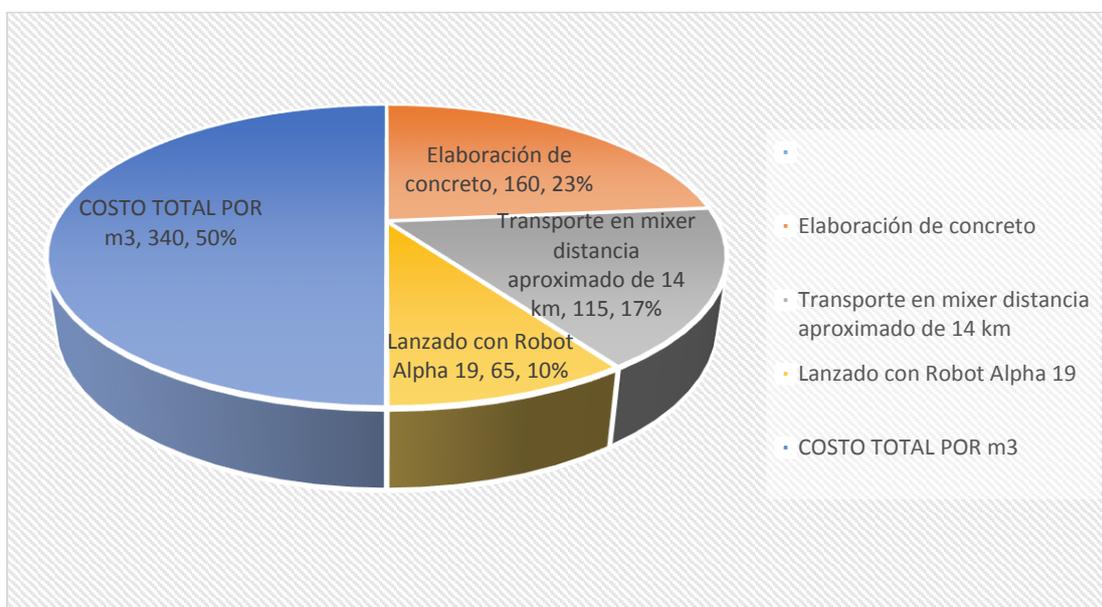


Figura 6. Costo de sostenimiento con shotcrete en US\$

Tabla 7. Resultado de reducción de costos en el transporte de shotcrete vía húmeda

Mes	Costo total de transporte de shotcrete (US\$)
Agosto	320985
Setiembre	319193
Octubre	296633
Noviembre	286911
Diciembre	270072

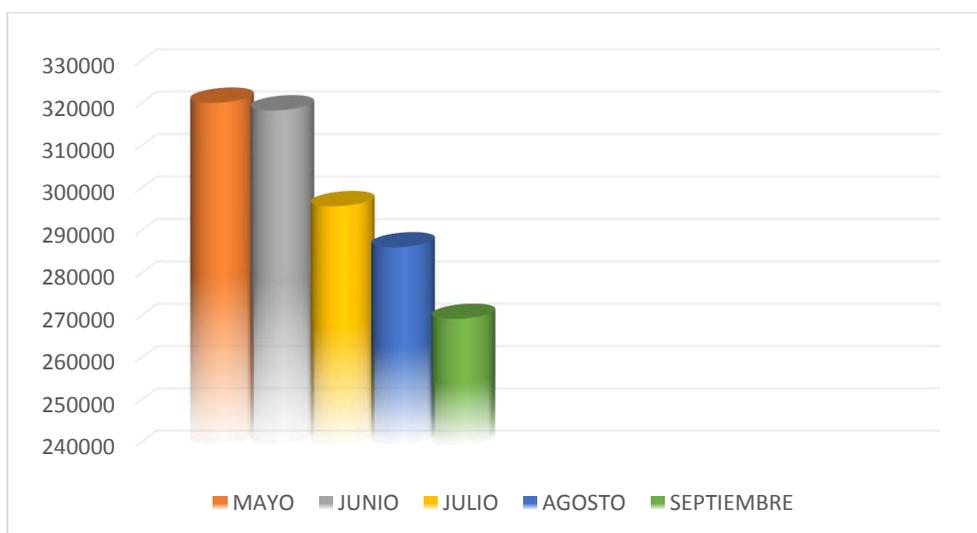


Figura 7. Costo total de transporte de shotcrete

Tabla 8. Reducción de resultado de costo en el lanzamiento de shotcrete vía húmeda

Mes	Costo total de lanzamiento de shotcrete (US\$)
Agosto	56293
Setiembre	55433
Octubre	60344
Noviembre	49235
Diciembre	45323

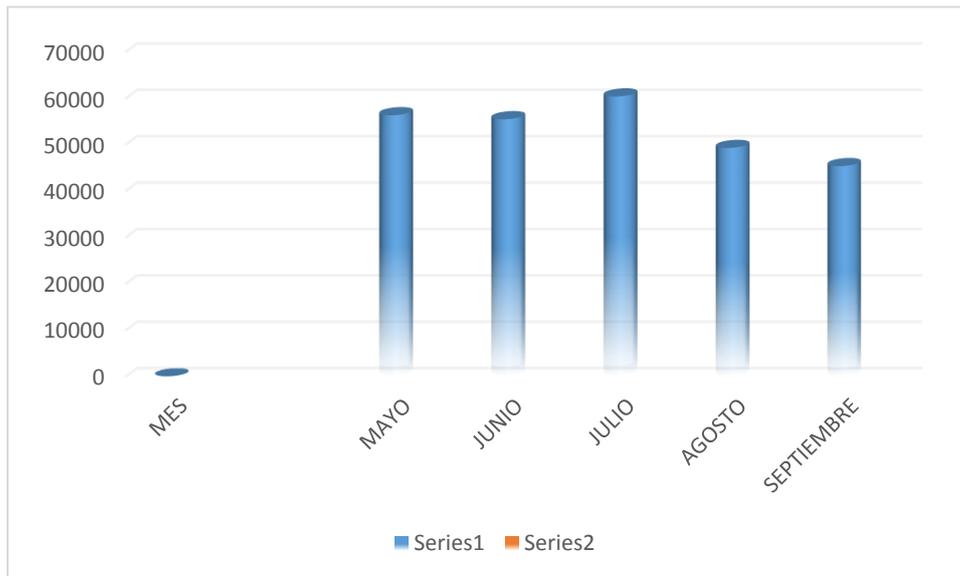


Figura 8. Costo total de lanzamiento de *shotcrete* en US\$

4.3 Discusión de resultados

En el presente estudio de investigación, para determinar el tipo de sostenimiento por utilizar se usó el RMR de Bieniawski y el Q de Barton; “se usó el sostenimiento mediante *shotcrete* debido a las características del macizo rocoso que es duro de buena calidad y sin mucha filtración de agua. Este estudio se asemeja con el estudio de investigación de Matamoros Ortega (2019), quien utilizó el método de Q de Barton y la tabla del índice GSI para calcular que el mejor método que se adecua a tajos de producción es con los cuadros de madera de la unidad minera Yauricocha donde la masa rocosa es competente”. (9)

Según Espinoza (8), la selección óptima del tipo de sostenimiento por emplear en la mina Andaychagua utiliza la categorización de la masa rocosa mediante el RMR de Bieniawski, donde da excelentes resultados para cada tipo de labor de preparación o producción.

El resultado que se obtuvo es la reducción continua con el sostenimiento mecanizado con *shotcrete* de vía húmeda, “con el equipo Alpha 19, costo en instalación de calibradores y costo de transporte de concreto, este resultado se conseguido mediante ensayos de diseño de muestra, presión de aire, capacitación y entrenamiento a los operadores y mantenimiento de equipos de lanzamiento y transporte”. (9)



Figura 9. Sostenimiento con shotcrete



Figura 10. Vista interior de la mina



Figura 11. Roca sostenida con shotcrete

CONCLUSIONES

- El árido limpio y anguloso es el más apropiado para el proyectado de *shotcrete* mediante vía húmeda, porque satisface todas las necesidades a las resistencias realizadas a las muestras.
- Para la fortificación de labores con *shotcrete*, se necesitan áridos en grandes cantidades, llevados de una cantera limpia, y áridos angulosos; con ello se consigue un sostenimiento más efectivo, que incluye el tema del costo.
- Se consiguió normativizar las técnicas del lanzado de concreto que fortifica las excavaciones, lo cual redujo considerablemente el riesgo de caída de roca.

RECOMENDACIONES

- Para que el sostenimiento con *shotcrete* sea más eficiente y efectivo es necesario contar con cemento y árido cerca del área de trabajo; de esta manera, se optimiza el costo de transporte, el rendimiento de equipos y de personal.

- Para conseguir alta eficiencia y efectividad, se debe capacitar las habilidades y destrezas del operador; además, el robot o lanzado de *shotcrete* debe estar en óptimas condiciones con alta disponibilidad mecánica, a fin de conseguir un lanzamiento del concreto, según lo planificado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MARTÍNEZ, J. *Análisis del concreto lanzado como revestimiento definitivo para túneles* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2011, 128 pp. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/7538>
2. RÍOS, H. *Sostenimiento con shotcrete robotizado en la Mina Carahuacra* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10249>
3. HUAMÁN, V. *Optimización de shotcrete y disminución de costos en tajo Morro Solar de la Compañía Minera Argentum S.A.* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015, 96 pp. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3852>
4. TORRES, L. *Diseño y aplicación de shotcrete para optimizar el sostenimiento en la Unidad Económica San Cristóbal - Minera Bateas* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2016, 171 pp. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3260>
5. FERNÁNDEZ, C. y VALDERRAMA, E. *Parámetros para maximizar la adhesión del shotcrete por proceso húmedo en minería subterránea de Consorcio Minero Horizonte S.A.* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo (Perú): Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, 2018, 89 pp. Disponible en: <http://repositorio.uct.edu.pe/handle/123456789/517>
6. SOSTENIMIENTO. En: *Definiciona* [en línea]. [s.l.]: E-Cultura Group, 2021 [fecha de consulta: 15 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://definiciona.com/sostenimiento/>
7. CASTRO, E. *Teoría y práctica de la investigación científica*. Huancayo: Autor, 2016.
8. ESPINOZA, J. *Sostenimiento mecanizado en labores mineras, en la Compañía de Minas Volcan S.A.A - Unidad de producción Andaychagua* [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2011. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3162>
9. ORTEGA, M. *Valoración ambiental: proyecto de explotación pequeña minería metálica Santa Teresa - "El Grenchon" COPEMINOC R.L, octubre 2019 - enero 2020* [en línea]. Tesis (Licenciatura en Economía Agrícola). Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2020, 128 pp. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/12801/>
10. ROBLES, N. *Excavación y sostenimiento de túneles en roca*. Lima: Concytec, 1994.

ANEXOS

Presupuesto

RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/)	PRECIO TOTAL (S/)
Recursos humanos			
Consultor externo	1	1,500.00	2,000.00
Tesista (tiempo dedicado)	1	400.00	400.00
Material bibliográfico			
Libros	3	300.00	700.00
Cursos y/o conferencias	2	100.00	800.00
Internet	30	60.00	120.00
Entrevistas y/o encuestas	1	60.00	60.00
Procesamiento de datos			
Equipo de cómputo	1	2,000.00	1,000.00
Calculadora científica	1	50.00	50.00
Materiales de escritorio			
Hojas bond	1000	0.02	20.00
Cuaderno de apuntes	3	5.00	15.00
Lapiceros	8	1.00	8.00
Servicios			
Copias	200	0.05	3.60
Pasajes de viaje	5	30.00	150.00
Alojamiento	5	30.00	150.00
Viáticos	10	25.00	250.00
TOTAL			6,621.60

Cronograma

CRONOGRAMA												
Tareas	Agosto			Setiembre			Octubre			Diciembre		
Planteamiento del problema	X	X										
Elaboración del marco teórico conceptual de referencia			X	X								
Antecedentes					X	X						
Bases teóricas							X	X				
Metodologías de material participado								X	X			
Formulación y operacionalización de las hipótesis									X	X		
Recolección de información documental											X	X
Recolección de Información empírica												X
Procesamiento de información												X

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título	Problema general	Objetivo	Hipótesis	Variable
La influencia de la aplicación del soporte con <i>shotcrete</i> en la ocurrencia de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S.A. (Marsa), La Libertad, 2020.	¿Cuál es la influencia de la aplicación del soporte con <i>shotcrete</i> en la ocurrencia de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020?	Determinar la influencia de la aplicación del soporte con <i>shotcrete</i> en la ocurrencia de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020.	La aplicación del soporte con <i>shotcrete</i> influye positivamente en la disminución de desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020.	VI: Aplicación del soporte con <i>shotcrete</i> . VD: Ocurrencia de desprendimiento de rocas.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ ¿Cuál es la influencia de la frecuencia de aplicación del soporte con <i>shotcrete</i> con respecto a la frecuencia del desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S.A. (Marsa), La Libertad, 2020? ✓ ¿Cuál es la influencia del tiempo de fraguado con respecto a la frecuencia del desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S.A. (Marsa), La Libertad, 2020? 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar la influencia de la frecuencia de aplicación del soporte con <i>shotcrete</i> con respecto a la frecuencia del desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S.A. (Marsa), La Libertad, 2020. ✓ Determinar la influencia del tiempo de fraguado con respecto a la frecuencia del desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La frecuencia de la aplicación del soporte con <i>shotcrete</i> influye positivamente en el desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S.A. (Marsa), La Libertad, 2020. ✓ La influencia del tiempo de fraguado influye positivamente en el desprendimiento de rocas en la empresa Minera Aurífera Retamas S. A. (Marsa), La Libertad, 2020. 		

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
V. I. Aplicación del soporte con <i>shotcrete</i>	Es un método de soporte por una mezcla de concreto y aditivos; permite una estructura de soporte húmedo y el tiempo de fraguado que acorta los ciclos de trabajo al instalarse más rápido, cuya función es evitar el desprendimiento de rocas.	Método de soporte	<ul style="list-style-type: none"> ● Frecuencia de aplicación del soporte con <i>shotcrete</i> ● Tiempo de fraguado
V. D. Ocurrencia de desprendimiento de rocas	Es un suceso repentino de caída de rocas debido a la inestabilidad del macizo rocoso fragmentado, fracturado o débil que se desprende debido a la pérdida de apoyo que lo sostenía.	Suceso repentino	<ul style="list-style-type: none"> ● Frecuencia de desprendimiento de rocas