

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Influencia de la clasificación geomecánica de la  
masa rocosa en los indicadores de perforación y  
voladura en mina Yaruchagua Glore Peru S. A. C.**

Nicolas Bernardo Gomez Jimenez

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2024

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Julio Fredy Porras Mayta  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 13 de agosto de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

INFLUENCIA DE LA CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA DE LA MASA ROCOSA EN LOS INDICADORES DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN MINA YARUCHAGUA GLORE PERU S.A.C.

**Autor:**

NICOLAS BERNARDO GOMEZ JIMENEZ – EAP. Ingeniería de Minas

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores  
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 5 SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original**  
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ASESOR .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	13
CAPÍTULO I .....	14
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	14
1.1 Planteamiento y formulación del problema .....	14
1.1.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2 Formulación del problema.....	15
1.2.1 Problema general.....	15
1.2.2 Problemas específicos .....	15
1.3 Objetivos .....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos .....	15
1.4 Justificación e importancia.....	16
1.5 Hipótesis y variables .....	16
1.5.1 Hipótesis general.....	16
1.5.2 Hipótesis específicas .....	16
1.5.3 Identificación de las variables .....	17
1.5.4 Operacionalización de las variables .....	17
CAPÍTULO II .....	18
MARCO TEÓRICO .....	18
2.1 Antecedentes de la investigación .....	18
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	18
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	20
2.2 Bases teóricas .....	22
2.2.1. Clasificación geomecánica .....	24
2.2.2 Indicadores de perforación y voladura.....	29
2.2.3. Ubicación .....	30
2.2.4. Geología general .....	32

2.2.5. Geología local .....	32
2.2.6. Geología estructural .....	33
2.2.7. Geología económica .....	33
CAPÍTULO III.....	36
METODOLOGÍA .....	36
3.1 Método de investigación .....	36
3.1.1 Tipo de investigación .....	36
3.1.2 Nivel de investigación.....	36
3.2 Diseño de investigación .....	36
3.3 Población y muestra.....	37
3.3.1 Población.....	37
3.3.2 Muestra .....	37
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.....	37
CAPÍTULO IV .....	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1 Investigación geomecánica .....	38
4.2 Diseño de la malla de perforación y voladura.....	58
4.2.1. Diseño de la malla.....	58
4.2.2. Implementación de la malla de perforación y voladura .....	61
4.3. Presentación y análisis de los resultados.....	66
4.3.1. Presentación de los resultados.....	66
4.2.2. Análisis e interpretación de los resultados .....	66
4.2.2.1. Indicadores de perforación y voladura .....	66
4.2.2.2. Eficiencia del avance.....	67
4.2.2.3. Factor de carga .....	69
4.2.2.4. Factor de avance.....	69
CONCLUSIONES .....	71
RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	73
ANEXOS .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	17
Tabla 2. Sistema de clasificación RMR.....	26
Tabla 3. Soporte de túneles de roca .....	28
Tabla 4. Variante de corte y relleno por tipo de masa rocosa .....	35
Tabla 5. Flujo de agua y su efecto en la presión hidráulica. ....	42
Tabla 6. Sistemas de discontinuidades estructurales .....	44
Tabla 7. Criterio para la clasificación geomecánica .....	46
Tabla 8. Datos de mapeo con RMR. ....	52
Tabla 9. Estimación de la roca según la resistencia a la compresión.....	55
Tabla 10. Escala de dureza según Mohs .....	56
Tabla 11. Escala de dureza según Mohs .....	56
Tabla 12. Cálculo del número de taladros para galería sección de 2.40 m x 2.4 0 m .....	58
Tabla 13. Distribución práctica de los taladros en el frente.....	59
Tabla 14. Condiciones para la implementación de la malla de perforación y voladura.....	60
Tabla 15. Distribución de la cantidad de carga por cada tipo de taladro .....	60
Tabla 16. Plan de mejora de la eficiencia de los avances en los frentes .....	61
Tabla 17. Resultados de las voladuras de prueba.....	66
Tabla 18. Línea base de los indicadores .....	66
Tabla 19. Comparación de los indicadores .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación del auto - sostenimiento y el tiempo.....	29
Figura 2. Ubicación de la mina Yaruchagua.....	31
Figura 3. Minado por corte y relleno ascendente.....	35
Figura 4. Mapeo geomecánico realizado en la mina Yaruchagua .....	40
Figura 5. Diagrama estereográfico de zona Katherine.....	44
Figura 6. Diagrama estereográfico de zona Adela.....	45
Figura 7. Diagrama estereográfico de zona Santa Ana.....	45
Figura 8. Mapeo geomecánico y zonificación de la zona Katherine .....	49
Figura 9. Mapeo geomecánico y zonificación de la zona Adela.....	50
Figura 10. Mapeo geomecánico y zonificación de la zona Santa Ana.....	51
Figura 11. Cuadro de resumen de RMR .....	53
Figura 12. Porcentaje de representación de masa rocosa.....	53
Figura 13. Cuadro de resistencia de roca intacta con martillo Schmidt y laboratorio .....	54
Figura 14. Cuadro de resultados de ensayo de laboratorio .....	54
Figura 15. Determinación de la dureza de las rocas.....	57
Figura 16. Malla de perforación para G1 945.....	59
Figura 17. Capacitación del personal de perforación y voladura.....	62
Figura 18. Perforación del frente .....	62
Figura 19. Medición de la longitud de los taladros.....	63
Figura 20. Carguío y amarre para la voladura .....	63
Figura 21. Resultado de la sobrerotura .....	64
Figura 22. Resultado de la fragmentación .....	64
Figura 23. Evaluación del disparo por el Área de Geología.....	65
Figura 24. Evaluación para ver continuidad del tipo de terreno .....	65
Figura 25. Comparación de las longitudes de perforación y avance.....	67
Figura 26. Comparación de la eficiencia de avance.....	68
Figura 27. Comparación de los factores de carga .....	69
Figura 28. Comparación del factor de avance.....	70

## RESUMEN

En la mina Yaruchagua de la empresa Glore Perú S. A. C. se realizaba el diseño de la malla de perforación y voladura sin considerar la caracterización geomecánica de la masa rocosa. Tal condición daba como resultado que los indicadores de perforación y voladura sean deficientes. La longitud del taladro con barrenos de 6 pies llegaba a ser de 1.60 m aproximadamente, el avance por disparo era 1.45 m; es decir, una eficiencia de 90 %. Así, el objetivo de la investigación fue determinar cómo la clasificación geomecánica de la masa rocosa influye en los indicadores de la perforación y voladura en la mina Yaruchagua de Glore Perú S. A. C. Por tal motivo, se eligió como muestra a la GL 945. Esta es una labor de exploración con una sección de 2,40 m x 2,40 m que se encuentra en la zona Santa Ana del nivel Nv. 3180, en un terreno semiduro que acuerdo al estudio geomecánico realizado tiene un RMR 41-50 (regular IIIB). Se realizó el diseño de malla que posteriormente fue implementada obteniéndose como resultados en función a una línea base. La longitud del taladro fue de 1.70, se cumplió al 100 %. La longitud de avance alcanzado fue de 1.61 m, lo que significa un incremento del 4.5 %. La eficiencia del avance alcanzado fue 95 %, lo que significa un incremento del 4 %, más aún está de acuerdo con los criterios económicos que señalan que si la eficiencia del avance es menor al 95 % (Roger Holmberg) habrá pérdidas económicas. Además, el promedio de las pruebas respecto al factor de avance fue de 3.65 kg/m<sup>3</sup>, se redujo en 4.4 %. Esta reducción es importante porque se puede deducir que el consumo de explosivo por metro cúbico será menor y redundará en beneficio económico.

**Palabras clave:** geomecánica, masa rocosa, indicadores, malla.

## **ABSTRACT**

In the Yaruchagua mine of the company Glore Perú S.A.C., the design of the drilling and blasting mesh was carried out without considering the geomechanical characterization of the rock mass. Such a condition resulted in poor drill and blast indicators. The length of the drill with 6-foot holes was approximately 1.60m, the advance per shot was 1.45m, that is, an efficiency of 90%. Therefore, the objective of the research was to determine how the geomechanical classification of the rock mass influences the indicators of drilling and blasting at the Yaruchagua mine of Glore Perú S.A.C. For this reason, the GL 945 was chosen as a sample. This is an exploration work with a section of 2.40m x 2.40m that is in the Santa Ana area of level Nv. 3180, in a semi-hard terrain that according to the geomechanical study carried out has an RMR 41-50 (regular IIIB). The mesh design was carried out and later implemented, obtaining results based on a baseline. The length of the drill was 1.70, it was 100% complied with. The advance length reached was 1.61m. which means an increase of 4.5%. The efficiency of the progress achieved was 95%, which means an increase of 4%, but it is even more in accordance with the economic criteria that indicate that if the efficiency of the advance is less than 95% (Roger Holmberg) there will be economic losses. In addition, the average of the tests regarding the advancement factor was 3.65 kg/m<sup>3</sup>, which was reduced by 4.4%. This reduction is important because it can be deduced that the consumption of explosives per cubic meter will be lower and will result in economic benefits.

**Keywords:** geomechanics, rock mass, KPI, pattern.