

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Mejora del rendimiento de equipos de acarreo mediante el
control de los parámetros de perforación y voladura en el nivel
4100 de la unidad minera Yauliyacu, 2024**

**Victor Casimiro Cuaquira Espejo
Luis Antonio Quispe Mamani**

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2025

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ing. Javier Carlos Córdova Blancas
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 20 de Febrero de 2025

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

Título:

“Mejora del rendimiento de equipos de acarreo mediante el control de los parámetros de perforación y voladura en el nivel 4100 de la unidad minera Yauliyacu, 2024”

Autores:

1. Victor Casimiro Cuaquira Espejo – EAP. Ingeniería de Minas
2. Luis Antonio Quispe Mamani – 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 18 % 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”): 10 | 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 CONTENIDO

ASESOR-----	iv
DEDICATORIA-----	v
AGRADECIMIENTO-----	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO-----	vii
ÍNDICE DE TABLAS-----	ix
ÍNDICE DE FIGURAS -----	x
RESUMEN-----	xi
ABSTRACT-----	xii
INTRODUCCIÓN -----	xiii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO-----	14
1.1. Planteamiento y formulación del problema -----	14
1.1.1. Planteamiento del problema -----	14
1.1.2. Formulación del problema -----	15
1.2. Objetivos-----	15
1.2.1. Objetivo general -----	15
1.2.2. Objetivos específicos -----	15
1.3. Justificación e importancia-----	16
1.3.1. Justificación social - práctica -----	16
1.3.2. Justificación académica-----	16
1.4. Hipótesis de la investigación -----	16
1.4.1. Hipótesis general -----	16
1.4.2. Hipótesis específicas -----	16
1.5. identificación de las variables -----	17
1.5.1. Variable independiente -----	17
1.5.2. Variable dependiente-----	17
1.5.3. Matriz de operacionalización de variables-----	17
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO-----	18
2.1 Antecedentes del problema -----	18
2.1.1 Antecedentes internacionales -----	18
2.1.2 Antecedentes nacionales-----	19
2.2 Generalidades de la unidad minera Yauliyacu-----	20
2.2.1 Ubicación de la mina-----	20
2.2.2 Acceso a la unidad minera Yauliyacu -----	20
2.3 Geología general-----	20

2.3.1 Geología regional de la mina Yauliyacu-----	20
2.3.2 Geología local de la mina Yauliyacu-----	22
2.3.3 Tipo de yacimiento-----	22
2.4 Consideraciones operacionales de la mina Yauliyacu-----	23
2.4.1 Método de minado en la unidad minera-----	23
2.5 Bases teóricas-----	24
2.5.1 Consideraciones operacionales de perforación y voladura-----	25
2.5.2 Granulometría post voladura en SLS-----	29
2.5.3 Capacidad efectiva en equipos de acarreo-----	30
2.5.4 Tonelaje acarreado en el Nv 4100, método de minado SLS-----	32
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN-----	33
3.1 Método y alcances de la investigación-----	33
3.1.1 Método de la investigación-----	33
3.1.2 Alcances de la investigación-----	34
3.2 Diseño de la investigación-----	34
3.3 Población y muestra-----	34
3.3.1 Población-----	34
3.3.2 Muestra-----	34
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos-----	34
3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos-----	34
3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos-----	34
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	36
4.1 Análisis de los parámetros de perforación y voladura-----	36
4.2 Análisis de los metros perforados y total explosivos-----	42
4.3 Análisis del grado de fragmentación post voladura: TJ637 – TJ638-----	48
4.4 Análisis del tonelaje acarreado: junio a setiembre-----	52
4.5 Validación de la hipótesis-----	58
CONCLUSIONES-----	63
RECOMENDACIONES-----	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	66
ANEXOS-----	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables	17
Tabla 2. Accesibilidad a la unidad minera Yauliyacu	20
Tabla 3. Propiedades geomecánicas.....	23
Tabla 4. Resumen de carguío en SLS, mina Yauliyacu.....	28
Tabla 5. Producción de mineral, periodo 2023	32
Tabla 6. Datos de perforación y voladura Tj637, Nv 4100.....	37
Tabla 7. Datos de perforación y voladura Tj638, Nv 4100.....	40
Tabla 8. Metros perforados y total de explosivos, mes de junio, Nv 4100.....	43
Tabla 9. Metros perforados y total de explosivos, mes de julio, Nv 4100.....	44
Tabla 10. Metros perforados y total de explosivos, mes de agosto, Nv 4100.....	45
Tabla 11. Metros perforados y total de explosivos, mes de setiembre, Nv 4100.....	46
Tabla 12. Resumen total, metros perforados y total de explosivos, Nv 4100.....	47
Tabla 13. Resumen granulometría Tj 637 – Tj 638, Nv 4100	51
Tabla 14. Capacidad efectiva: scoops de 4.2 yd ³ , Tj 637 – Tj 638, Nv 4100	52
Tabla 15. Producción de mineral, mes de junio, Nv 4100	53
Tabla 16. Producción de mineral, mes de julio, Nv 4100.....	54
Tabla 17. Producción de mineral, mes de agosto, Nv 4100.....	55
Tabla 18. Producción de mineral, mes de setiembre, Nv 4100.....	56
Tabla 19. Resumen de producción de mineral, junio a setiembre, Nv 4100.....	57
Tabla 20. Resumen de producción de mineral, escenarios, Nv 4100	57
Tabla 21. Validación de parámetros de perforación y voladura, Nv 4100	58
Tabla 22. Validación de la granulometría post voladura, Tj 637 y Tj 638	59
Tabla 23. Validación capacidad efectiva: scoop 4.2 yd ³	60
Tabla 24. Validación producción mineral, Nv 4100.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la mina Yauliyacu.....	20
Figura 2. Geología regional de la mina Yauliyacu	21
Figura 3. Estratigrafía de la mina Yauliyacu	22
Figura 4. Perfil geológico de la mina Yauliyacu	23
Figura 5. Explotación en vetas < 2.5 m, método de minado SLS, mina Yauliyacu.....	24
Figura 6. Frentes de producción, en el Nv 4100, mina Yauliyacu.....	26
Figura 7. Esquema de carguío en SLS, mina Yauliyacu.....	27
Figura 8. Carguío taladro de producción en SLS, mina Yauliyacu	28
Figura 9. Proceso de granulometría post voladura en SLS	29
Figura 10. Material post voladura TJ637 – Nv4100, escenario inicial en SLS.....	30
Figura 11. Material post voladura TJ638 – Nv4100, escenario mejorado en SLS	30
Figura 12. Scoop caterpillar R1300G de 6.8 ton o de 4.2 yd ³ en el Nv4100	31
Figura 13. Volquetes volvo FMX de 20 ton en el Nv4100.....	31
Figura 14. Producción programada y ejecutada, periodo 2023, Nv 4100.....	32
Figura 15. Distribución de metros perforados, filas A01-A21, TJ637, Nv 4100.....	38
Figura 16. Distribución de metros perforados, filas A01 TJ637, Nv 4100.....	38
Figura 17. Distribución de metros perforados, filas A20 TJ637, Nv 4100.....	39
Figura 18. Distribución de metros perforados, filas G1-G14, TJ638, Nv 4100.....	40
Figura 19. Distribución de metros perforados, filas G1 TJ638, Nv 4100	41
Figura 20. Distribución de metros perforados, filas G14 TJ638, Nv 4100.....	42
Figura 21. Resumen total, metros perforados y kilogramos de explosivos, Nv 4100.....	47
Figura 22. Mineral posvoladura, TJ 637 - Nv 4100.....	48
Figura 23. Análisis de mineral posvoladura, TJ 637 - Nv 4100	48
Figura 24. Perfil granulométrico, TJ 637 - Nv 4100.....	49
Figura 25. Mineral posvoladura, TJ 638 - Nv 4100.....	50
Figura 26. Análisis de mineral post voladura, TJ 638 - Nv 4100	50
Figura 27. Perfil granulométrico, TJ 638 - Nv 4100.....	51
Figura 28. Resumen de granulometría: TJ 637 – TJ 638, Nv 4100	52
Figura 29. Resumen de producción: junio a setiembre, Nv 4100	57
Figura 30. Validación hipótesis: metros perforados y kilogramos de explosivos.....	58
Figura 31. Validación de la granulometría: Tj637 – Tj 638	60
Figura 32. Validación capacidad efectiva, scoops 4.2 yd ³	61
Figura 33- Validación producción, programado, ejecutado y procesado, Nv 4100.....	62

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo de investigación permite el análisis de los parámetros de perforación y voladura para la mejora del rendimiento de los equipos de acarreo en el nivel Nv 4100, durante los meses junio y julio (escenario inicial) y los meses agosto y setiembre (escenario mejorado), de la unidad minera Yauliyacu.

Los parámetros analizados consideran barras de perforación, metros perforados y kilogramos de explosivos (emulsión 3000 y 5000, anfo, anfo light y plastex), considerando su incidencia en la voladura de los Tj 637 y Tj 638 en el Nv 4100, y relacionando la granulometría con la capacidad efectiva de *scoops* 4.2 yd³ y el tonelaje acarreado en volquetes Volvo FMX de 20 t. El total de metros perforados durante el periodo de junio y julio (escenario inicial) fue de 24,046 metros y para el periodo de agosto y setiembre (escenario mejorado) fue de 23,922 metros, con una reducción de metros perforados de 123 metros.

El análisis de la granulometría realizado en los escenarios inicial y mejorado considera una reducción del tamaño de 45.29 cm a 17.98 cm, disminuyendo en 27.31 cm, mejorando el incremento del porcentaje pasante de 39.52 % a 85.22 %. esta reducción de la granulometría fue producto del incremento de 176 kilogramos de Plastex (emulsión explosiva). Esta reducción de la granulometría incidió en la mejora del factor de llenado en los escenarios inicial y mejorado del 75 al 85 % respectivamente, incrementando la capacidad efectiva y el tonelaje acarreado en la unidad minera.

El tonelaje acarreado durante los periodos inicial y mejorado fueron de 198,605.51 y 236,329.00 toneladas respectivamente, generando una mejora de 37,723.49 toneladas, esta mejora permitió incrementar el tonelaje procesado en 48,446.69 toneladas.

Finalmente, la reducción de metros perforados y menor consumo de explosivos influyó directamente en el control del grado de fragmentación posterior a la voladura. Esto fue producto del incremento de la emulsión explosiva (Plastex) en 176 kilogramos, el cual ofrece una alta energía, un elevado poder rompedor, perfecto acoplamiento a la roca y una buena resistencia al agua.

Palabras clave: granulometría, rendimiento, capacidad efectiva, parámetros de perforación y voladura, etc.

ABSTRACT

The development of this research work allows the analysis of the drilling and blasting parameters for the improvement of the performance of the hauling equipment at level Nv 4100, during the months of June and July (initial scenario) and the months of August and September (improved scenario), of the Yauliyacu Mining Unit.

The parameters analyzed consider: drilling rods, drilled meters and kilograms of explosives (emulsion 3000 and 5000, anfo, anfo light and plastex), considering their impact on the blasting of Tj 637 and Tj 638 at Nv 4100, and relating the granulometry with the effective capacity of 4.2 yd³ scoops and the tonnage transported in 20 ton. Volvo FMX dump trucks.

The total number of meters drilled during the period of June and July (initial scenario) was 24,046 meters and for the period of August and September (improved scenario) it was 23,922 meters, with a reduction of 123 meters in meters drilled.

The analysis of the granulometry carried out in the initial and improved scenarios considers a reduction in size from 45.29 cm to 17.98 cm, decreasing by 27.31 cm, improving the increase in the passing percentage from 39.52% to 85.22%. This reduction in the granulometry was the result of the increase of 176 kilograms of Plastex (explosive emulsion). This reduction in the granulometry influenced the improvement of the filling factor in the initial and improved scenarios from 75 to 85% respectively, increasing the effective capacity and the tonnage transported in the mining unit.

The tonnage transported during the initial and improved periods were 198,605.51 and 236,329.00 tons respectively, generating an improvement of 37,723.49 tons. This improvement allowed to increase the processed tonnage by 48,446.69 t.

Finally, the reduction of drilled meters and lower consumption of explosives directly influenced the control of the degree of fragmentation after the blasting. This was due to the increase of the explosive emulsion (Plastex) by 176 kilograms, which offers high energy, high breaking power, perfect coupling to the rock and good water resistance.

Keywords: granulometry, performance, effective capacity, drilling and blasting parameters, etc.