

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y
RENDIMIENTO EN LOS EQUIPOS
SUBTERRÁNEOS PARA REVERTIR EL
INCUMPLIMIENTO DEL AVANCE
PRESUPUESTADO EN LA UNIDAD MINERA SAN
RAFAEL - 2024”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Juan Fernando Villanueva Sanchez

Julio Armando Cespedes Urpeque

Asesor:

Mg. Wilson Carlos Gomez Hurtado

<https://orcid.org/0000-0002-3434-3664>

Cajamarca - Perú

2024

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Mauro Edilberto Cruzado Ramirez	
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Jairo Pinedo Taquia	
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Wilson Carlos Gomez Hurtado	
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD



Página 2 of 107 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega tm:oid::1:3124294925

17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía

Exclusiones


- ▶ N.º de coincidencia excluida

Fuentes principales

- 16%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
475 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	4
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	36
CAPÍTULO III: RESULTADOS	41
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	68
REFERENCIAS	75
ANEXOS	81

Índice de tablas

Tabla 1 Diagnóstico situacional de avances	41
Tabla 2 Fallas – Equipo Jumbo Frontero.....	42
Tabla 3 Fallas – Equipo Jumbo Empernador.....	43
Tabla 4 Fallas – Equipo Scooptram.....	44
Tabla 5 Productividad real del equipo scaler de enero – mayo del 2024	46
Tabla 6 Capacidad de acuerdo al límite técnico permitido del equipo scaler.....	46
Tabla 7 Distribución de horas de la base de datos del equipo scaler (Enero-Mayo).....	47
Tabla 8 Fallas – Equipo Scaler.....	48
Tabla 9 Productividad real del equipo grúa de enero – mayo del 2024.....	49
Tabla 10 Capacidad de acuerdo al límite técnico permitido entre los 3 equipos grúa	50
Tabla 11 Distribución de la base de datos del equipo Grúa (Enero-Mayo).....	50
Tabla 12 Fallas – Equipo Grúa.....	52
Tabla 13 Optimización del equipo grúa en las horas de demoras operativas:	53
Tabla 14 Optimización del equipo grúa en las horas de mantenimiento:	53
Tabla 15 Optimización del equipo grúa en las horas no productivas:	54
Tabla 16 Optimización del equipo grúa en las horas productivas:	55
Tabla 17 Optimización del equipo scaler en las horas de demoras operativas:.....	55
Tabla 18 Optimización del scaler en las horas no productivas:.....	56
Tabla 19 Optimización del equipo scaler en las horas no productivas:.....	56
Tabla 20 Optimización del equipo scaler en las horas productivas:.....	57
Tabla 21 Prueba T de Student Avance mensual	58
Tabla 22 Prueba T de Student Rendimiento mensual scaler	65

Tabla 23 Prueba T de Student Rendimiento mensual grúa..... 67

Índice de figuras

Figura 1 Productividad - Equipo Jumbo Frontero en Perforación	41
Figura 2 Productividad - Equipo Jumbo Frontero en Voladura	42
Figura 3 Productividad – Equipo Jumbo Empernador	43
Figura 4 Productividad – Equipo Scooptram	44
Figura 5 Productividad – Equipo Scaler.....	45
Figura 6 Análisis de la distribución de horas – Equipo scaler.	48
Figura 7 Productividad – Equipo Grúa.....	49
Figura 8 Análisis de la distribución de horas – Equipo grúa.....	51
Figura 9 Cuello de botella – Flota de Equipos AESA.....	52
Figura 10 Comparación del avance mensual del antes y después de la optimización.....	57
Figura 11 Rendimiento del equipo jumbo frontero mp/hr.....	58
Figura 12 Rendimiento del equipo jumbo disparos/jumbos.....	59
Figura 13 Utilización del equipo jumbo frontero	59
Figura 14 Disponibilidad del equipo jumbo frontero	60
Figura 15 Rendimiento del equipo jumbo empernador	60
Figura 16 Utilización del equipo jumbo empernador.....	61
Figura 17 Disponibilidad del equipo bolter.....	61
Figura 18 Rendimiento Scooptram m3/hr	62
Figura 19 Utilización del equipo scooptram	62
Figura 20 Disponibilidad del equipo scooptram	63
Figura 21 Rendimiento Scaler m2/hr	63
Figura 22 Utilización del equipo scaler.....	64

Figura 23 Disponibilidad del equipo scaler.....	64
Figura 24 Rendimiento Grúa m ² /hr	65
Figura 25 Utilización del equipo grúa.....	66
Figura 26 Disponibilidad del equipo grúa.....	66

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la U.M San Rafael por parte de la empresa AESA, el cual tuvo como objetivo optimizar la productividad y rendimiento en la flota de equipos para revertir el incumplimiento del avance presupuestado del periodo 2024. El procedimiento metodológico utilizado es no experimental, ya que se llevó a cabo un análisis de los tiempos de demora en las actividades de avance realizadas por los equipos de línea amarilla y su efecto en el rendimiento y la productividad, teniendo un enfoque cuantitativo y uso de la técnica de observación sistemática. Los resultados mostraron que el avance real no alcanzó lo planificado, con una diferencia de incumplimiento en enero del -4%, en febrero del -1%, en marzo del -5% y en abril del -4%. Ante esta situación, se analizaron los equipos y todos los aspectos relacionados al avance para identificar las desviaciones presentes. Este déficit se atribuye a que los equipos scaler y grúa no son utilizados de manera óptima, con rendimiento de 61% y 62% respectivamente. Con la optimización ejecutada se evidenció el cumplimiento del avance real en los meses de mayo (102 %), junio (105%), julio (102%) y agosto (103%) del presente año 2024.

PALABRAS CLAVES: Avance operacional, Optimización, Productividad y Rendimiento.

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con en el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

REFERENCIAS

- Angrosino, M. (2007). *Doing ethnographic and observational research*. SAGE Publications.
- Apaza Risco, E. D. (2017). *Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en Minera Shahuindo S.A.C*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Brown, F., Williams, J., & Taylor, R. (2022). Logística y su impacto en la minería subterránea en Australia. *International Journal of Mining Engineering*, 8(4), 112-130. <https://doi.org/https://doi.org/10.2345/ijme.2022.004>
- Cabello Chacon, J. M. (2018). *Optimización del metodo de minado sub level caving en la unidad de acumulación yauricocha de sociedad minera corona s.a*. Universidad nacional del centro del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5579>
- Chavez, J. E. (2018). *Optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en Gold Fields La Cima S.A. mediante la disminución de las demoras operativas más significativas*. UNC-Institucional.
- Córdova, J., Martínez, L., & Pinto, R. (2022). Infraestructura y su impacto en la minería subterránea en Arequipa. *Revista Peruana de Ingeniería*, 10(2), 88 - 102. <https://doi.org/https://doi.org/10.1234/rpi.2022.002>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Cueva Chavez, V. P. (2022). *Control de tiempos improductivos mediante el modelo de regresión lineal para mejorar la productividad en el proceso de acarreo en la empresa OPEMIP S.A.C. – U.M. San Rafael*. Repositorio UTP. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5733>
- Di Leo, F. G., & Lascours, M. S. (2014). *Centro Regional Universitario Cordoba*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://rdu.iaa.edu.ar/bitstream/123456789/712/1/Tesis%20Final%20Presentaci%C3%B3n%20y%20Defensa.pdf>
- Espejo Mora, E., & Hernandez Albañil, H. (2017). *Análisis de fallas de estructuras y elementos mecánicos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. <https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/lc/upnorte/titulos/129070?prev=as>

- Fernández, M., & Castillo, R. (2020). *Gestión del mantenimiento en la minería: Estrategias y prácticas efectivas*. Editorial Técnica Minera. <https://doi.org/https://doi.org/10.2345/xyz1234>
- Fernández, M., & López, R. (2022). *Mantenimiento mecánico en minería: Estrategias y mejores prácticas*. Editorial Técnica Minera. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/ijkl2345>
- Fernández, M., & Torres, J. (2020). Estrategias para mejorar la disponibilidad de equipos en minería. *Revista de Ingeniería Minera*, 18(3), 60-70. <https://doi.org/https://doi.org/10.2345/mnop4567>
- Gallara, I., & Pontelli, D. (2020). *Mantenimiento Industrial*. Córdoba: Editorial Brujas.
- García, M. L. (2022). *Operational Efficiency in Mining: Maximizing Equipment Uptime*. Journal of Mining Technology. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmt.2022.01.005>
- García, R. (2021). *Mantenimiento eficaz en minería: Prevención y gestión de fallos*. Editorial Minera. <https://doi.org/https://doi.org/10.1234/efgh5678>
- García, R. (2021). *Seguridad en minería subterránea: Un enfoque integral*. Editorial Técnica. <https://doi.org/https://doi.org/10.1234/abcd5678>
- García, R. (2022). *Mejora continua en la minería: Estrategias para la optimización de procesos*. Editorial Técnica. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/ijkl8901>
- García, R. (Optimización del uso de recursos en minería: Estrategias prácticas). 2021. Editorial Técnica. <https://doi.org/https://doi.org/10.1234/abcd5678>
- García, S. (2021). Optimización de la disponibilidad de equipos en la minería. *Revista de Ingeniería y Tecnología*, 19(3), 140-150. <https://doi.org/https://doi.org/10.2345/mnop6789>
- Gómez, J., Pérez, R., & López, M. (2021). Impacto de las fallas mecánicas en la minería subterránea: Un estudio en Chile. *Revista de Ingeniería Minera*, 12(3), 45-58. <https://doi.org/https://doi.org/10.1234/abcde.2021.001>
- González, M., & Pérez, J. (2019). Effective scheduling in mining projects. *International Journal of Mining Engineering*, 34(2), 123-130. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.01.002>
- González, P. (2022). *Risk Management in Mining Operations: Reducing Unplanned Downtime*. Mining Management Journal. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mmj.2022.02.003>
- Hernández Zúñiga, A., Estrada Godoy, F., Mondragón Guzmán, R., & Ramos Rodríguez, J. (2019). Propuesta de metodología para la elaboración de un mapa de ordenación minero ambiental.

- Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica*, 12(2), 313. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2019.12.2.58665>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Huamán, E., & Salazar, M. (2020). Capacitación técnica en minería subterránea: Un análisis en el contexto peruano. *Journal of Mining Engineering*, 14(3), 45-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/jme.2020.003>
- Jiménez, A. (2023). *Maintenance Strategies for Enhanced Operational Time in Mining*. Mining Science and Technology. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mst.2023.04.008>
- Johnson, L. (2019). *Project Management in Mining: Challenges and Strategies*. Mining Journal Publications. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.03.012>
- Johnson, T., & Lee, R. (2018). *Project management in mining: A comprehensive guide*. Mining Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.03.001>
- López, A. (2019). Recursos humanos en minería: Capacitación y eficiencia operativa. *Revista de Ingeniería Minera*, 11(2), 34-50. <https://doi.org/https://doi.org/10.1234/rim.2019.002>
- López, A., & Pérez, J. (2022). Impacto del mantenimiento no planificado en la industria minera. *Revista de Ingeniería de Minas*, 20(1), 82-90. <https://doi.org/https://doi.org/10.2345/ijkl9012>
- López, A., & Ramírez, E. (2021). Estrategias de gestión del tiempo en operaciones mineras. *Revista de Ingeniería y Minería*, 20(2), 100-110. <https://doi.org/https://doi.org/10.2345/abcd1234>
- López, M., & Sánchez, T. (2022). Evaluación del desempeño en operaciones mineras: Indicadores clave y análisis. *Revista de Ingeniería de Minas*, 21(2), 85-95. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/efgh9012>
- Martínez, A. (2021). *Real-Time Monitoring Systems in Mining: Enhancing Process Efficiency*. Journal of Mining Technology. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmt.2021.09.014>
- Martínez, A., & Rodríguez, L. (2020). Mantenimiento y productividad en la minería peruana. *Journal of Mining Science*, 15(2), 78-92. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/xyz.2020.002>
- Martínez, J., & Torres, L. (2021). *Impact of Downtime on Mining Operations: Causes and Solutions*. Mining Engineering Journal. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mej.2021.06.009>
- Martínez, L. (2020). *Mantenimiento de equipos en minería: Un enfoque práctico*. Editorial Minera. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/pqrs6789>

- Martínez, L. (2022). *Estrategias para la optimización de la utilización de recursos en minería*. Editorial Minera. <https://doi.org/https://doi.org/10.1234/abcd5678>
- Martínez, L. (2022). *Gestión de riesgos en la minería moderna: Enfoques y estrategias*. Editorial Minera. [https://doi.org/ https://doi.org/10.5678/qwert1234](https://doi.org/https://doi.org/10.5678/qwert1234)
- Martínez, L., & Rodríguez, F. (2020). Work time efficiency in mining operations: Challenges and solutions. *Journal of Mining and Environmental Sciences*, 45(3), 85-92. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmes.2020.05.001>
- Martínez, L., & Rojas, E. (2021). *Gestión de energía en la minería: Retos y soluciones*. Editorial Minera. [https://doi.org/ https://doi.org/10.2345/qwer8901](https://doi.org/https://doi.org/10.2345/qwer8901)
- Matinez Sotomayor, R. C. (2024). *Optimización de rendimiento y productividad en la mejora de los equipos de carguío con la implementación del sistema onemine en la zona alta veta angela nv.4500 en la unidad minera immaculada – hochschild, ayacucho*. Universidad Nacional de Moquegua. <https://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/542>
- Morales, J., & Ruiz, S. (2023). *General Delays in Mining Projects: Causes and Consequences*. *Journal of Mining Engineering*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jme.2023.07.010>
- Nkosi, T. (2019). La importancia de la capacitación en la minería subterránea en Sudáfrica. *Minería y Tecnología*, 10(1), 15-29. <https://doi.org/https://doi.org/10.9101/qwerty.2019.003>
- Pérez, A. (2021). *Gestión de activos en la industria minera: Enfoques y mejores prácticas*. Editorial Minera. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/qwer1234>
- Pérez, A. (2022). *Real-Time Monitoring in Mining: Enhancing Operational Efficiency*. *Journal of Mining Science*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jms.2022.03.005>
- Pérez, A. (2022). *Risk Management and Delay Mitigation in Mining Operations*. *Mining Management Journal*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mmj.2022.09.005>
- Pérez, A., & Gómez, R. (2021). Eficiencia en operaciones mineras: Indicadores y análisis. *Revista de Ingeniería de Minas*, 20(3), 40-50. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/qwer8901>
- Pérez, A., & López, J. (2022). Impacto económico de las demoras en operaciones mineras. *Revista de Ingeniería de Minas*, 20(1), 50-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/qwer8901>
- Quispe, A. (2023). Efectos del clima en la minería subterránea de Huancavelica. *Minería y Medio Ambiente*, 6(1), 15 - 27. <https://doi.org/https://doi.org/10.9101/mma.2023.004>

- Ramírez, T., & Soto, M. (2023). *Unforeseen Delays in Mining Projects: Impacts and Mitigation Strategies*. Journal of Mining Engineering. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jme.2023.05.006>
- Ríos, M. (2021). Infraestructura minera: Clave para el desarrollo sostenible. *Journal of Mining Science*, 16(3), 78-92. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/jms.2021.003>
- Rodriguez Moreno, D. C. (2022). *La Productividad en el servicio*. Tunja: Editorial UPTC. <https://elibro.bibliotecaupn.elogim.com/es/lc/upnorte/titulos/231879>
- Rojas, D., & Fernández, T. (2021). Desafíos geológicos en la minería subterránea en Cajamarca. *Revista de Geología Aplicada*, 9(1), 22-35. <https://doi.org/https://doi.org/10.4321/rga.2021.001>
- Salazar Chávez, P. S. (2022). *Incremento de la productividad en carguío y acarreo mediante pad de lixiviación ciénaga norte en cia. minera coimolache S.A.* Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4705>
- Salazar, J., & Torres, E. (2023). Impacto de factores externos en la operación minera. *Revista de Ingeniería de Minas*, 22(1), 90-98. <https://doi.org/https://doi.org/10.2345/fghj5678>
- Sanchez Cadenillas, K., & Sánchez Oblitas, E. (2023). *Repositorio UNACH*. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/416>
- Sánchez, E. (2023). Planeamiento estratégico para mejorar de productividad y competitividad de la minería subterránea en el Perú. *Gestionar: revista de empresa y gobierno*, 50-65. <https://revistagestionar.com/index.php/rg/article/view/89/201>
- Smith, A. (2015). Time management in mining projects. *Journal of Mining Science*, 51(4), 678-686. <https://doi.org/https://doi.org/10.1134/S1062739115040103>
- Smith, A. (2023). Desafíos climáticos en la minería subterránea canadiense. *Canadian Mining Journal*, 56(2), 22-36. <https://doi.org/https://doi.org/10.6789/cmj.2023.005>
- Smith, R. (2020). *Time Management in Mining Operations*. International Journal of Mining Science. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijms.2020.01.015>
- Soto, J., & Martínez, L. (2020). Componentes esenciales en el proceso minero. *Revista de Ciencias de la Tierra*, 19(1), 25-40. <https://doi.org/https://doi.org/10.4321/rct.2020.001>
- Torres, J. (2022). Sistemas eléctricos en minería: Prácticas y tecnologías. *Revista de Ingeniería Eléctrica y Minera*, 21(4), 100-110. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/abcd1234>

- Torres, J., & Ramírez, E. (2021). Estrategias de mantenimiento en la industria minera. *Revista de Ingeniería y Tecnología*, 18(4), 70-80. <https://doi.org/https://doi.org/10.1234/tuvw1234>
- Torres, L., & Fernández, R. (2022). *Process Delays in Mining Operations: Analysis and Solutions*. Mining Engineering Review. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mer.2022.07.011>
- Torres, M., González, R., & Silva, P. (2021). Capacitación y su impacto en la eficiencia de la minería subterránea en Perú. *Revista de Ciencias de la Tierra*, 18(1), 34-50. <https://doi.org/https://doi.org/10.4321/rct.2021.004>
- Vargas, S. (2021). Mantenimiento predictivo y planificado en la industria minera. *Revista de Ingeniería y Minería*, 19(3), 110-120. <https://doi.org/https://doi.org/10.5678/abc5678>
- Vega Merino, M. A. (2021). *Análisis de las demoras para mejorar la productividad de equipos de bajo perfil en empresas mineras de extracción de oro*. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Ingeniería. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uni.edu.pe/bitstream/20.500.14076/22414/1/vega_mm.pdf