



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE GESTIÓN MINERA

Evaluación de la voladura con detonadores electrónicos para optimizar el avance lineal de los socavones en mina Condestable

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero de Gestión Minera

AUTOR(ES)

Aburto Ramos, Luis Kevin	0000-0002-7004-7053
Sanchez Ormeño, Sergio Sebastian	0000-0003-4421-7992

ASESOR(ES)

Peña Castillo, Manuel Faustino	0000-0003-1867-8779
--------------------------------	---------------------

Lima, 16 de junio 2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía constante, por darme la fortaleza en los momentos de duda y la paz en medio del cansancio.

A mis padres, por su esfuerzo incansable, por creer en mí y por brindarme siempre su apoyo incondicional en cada paso de mi formación profesional y personal. A ustedes les debo cada logro alcanzado.

A mis hermanos, por sus consejos sinceros, su compañía constante y su apoyo en los momentos más importantes de este camino. Gracias por estar siempre presentes.

Y a Arianna, mi compañera de vida, por ser mi refugio y mi fortaleza, por su amor, comprensión y por acompañarme con paciencia y alegría en cada desafío. Esta meta también es tuya.

Sergio Sebastian Sánchez Ormeño

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios, por ser mi guía y fortaleza a lo largo de este camino.

A mis padres, Ruth y Jacinto, por su ejemplo y apoyo incondicional; a mi hermana Cielo, por su cercanía constante; a mi compañera de vida Annick, por su paciencia y aliento; y a mi hijo Salvador, mi mayor fuente de inspiración.

Agradezco también a los ingenieros que me formaron con vocación y a los colaboradores mineros que, con su experiencia, enriquecieron mi aprendizaje.

A todos ustedes, mi más sincero reconocimiento.

Luis Kevin Aburto Ramos

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por brindarnos la formación académica, los recursos y el acompañamiento necesarios para llevar a cabo este trabajo de investigación. Agradecemos especialmente a nuestro asesor, el profesor Manuel Peña Castillo, por su valiosa orientación, compromiso constante y por compartir con nosotros su experiencia y conocimiento, lo cual fue fundamental para el desarrollo y culminación de este trabajo.

También deseamos reconocer al director de carrera, el Ing. Juan Jara Céspedes, por fomentar en nosotros la excelencia académica y el liderazgo profesional a lo largo de nuestra formación universitaria.

Finalmente, expresamos nuestro más profundo agradecimiento a nuestras familias, en especial a nuestros padres, por su apoyo incondicional, confianza y motivación permanente. Gracias a su esfuerzo y compañía, hemos podido alcanzar esta importante meta en nuestra vida profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el desempeño de los detonadores electrónicos frente a los detonadores pirotécnicos en labores de preparación con frentes de 28 pies en la Unidad Minera Condestable, con el fin de optimizar el avance lineal en el ciclo de minado. La metodología se desarrolló en cuatro etapas: diagnóstico de las causas del bajo avance con detonadores pirotécnicos, evaluación del tiempo de detonación de los detonadores electrónicos, análisis de costo-beneficio entre ambos sistemas de iniciación, y comparación técnica de los avances logrados en condiciones operativas similares.

Los resultados evidencian que los detonadores electrónicos mejoran la eficiencia del avance lineal, con incrementos promedio de 0.5 a 0.7 metros por disparo, mayor precisión en el retardo, y reducción de retrabajos. A pesar del mayor costo unitario, se identificaron beneficios operativos significativos como menor necesidad de sostenimiento, menor desgaste de equipos, y mayor uniformidad en la fragmentación. El análisis técnico-económico confirma que la implementación del sistema electrónico representa una alternativa viable y sostenible para mejorar la productividad y seguridad en operaciones subterráneas.

Palabras clave: voladura; detonadores electrónicos; avance lineal; detonadores pirotécnicos; eficiencia operativa.

ABSTRACT

The objective of this research work is to evaluate the performance of electronic detonators versus pyrotechnic detonators in preparation works with 28-foot faces at the Condestable Mining Unit, in order to optimize the linear advance in the mining cycle. The methodology was developed in four stages: diagnosis of the causes of the low advance with pyrotechnic detonators, evaluation of the detonation time of the electronic detonators, cost-benefit analysis between both initiation systems, and technical comparison of the advances achieved in similar operating conditions.

The results show that electronic detonators improve the efficiency of linear advancement, with average increases of 0.5 to 0.7 meters per shot, greater delay accuracy, and reduction of rework. Despite the higher unit cost, significant operational benefits were identified, such as less need for sustainment, less equipment wear and tear, and greater fragmentation uniformity. The technical-economic analysis confirms that the implementation of the electronic system represents a viable and sustainable alternative to improve productivity and safety in subway operations.

Keywords: blasting; electronic detonators; linear advance; pyrotechnic detonators; operational efficiency.

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	www.rpa.ie Fuente de Internet	<1%
4	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
6	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
8	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1%
9	www.onemine.org	