

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**MEJORAMIENTO DEL SOSTENIMIENTO MEDIANTE ARCO
NORUEGO EN LAS LABORES LINEALES TEMPORALES PARA LA
REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE UNA MINA DEL
DISTRITO DE PARCOY**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

AUTORES

Br. Zavaleta Contreras Nataly Marilyn
Br. Lavado Sánchez Milagros Elizabeth

ASESOR

Ms. Ing. John Piter Bejarano Guevara

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Procesos y tecnología

TRUJILLO - PERÚ

2022

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Mons. Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo
Fundador y Gran Canciller de la Universidad
Católica de Trujillo - Benedicto XVI

Mons. Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Rector de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

Dra. Silvia Ana Valverde Zavaleta

Vicerrectora académica

Dr. Francisco Alejandro Espinoza Polo

Vicerrector de Investigación

Mg. Breitner Guillermo Díaz Rodríguez

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Mg. José Andrés Cruzado Albarrán

Secretario General

Página de jurado

Mg. Ing. Estuardo Bravo Asanza

PRESIDENTE

Mg. Ing. Luis Alva Reyes

SECRETARIO

Mg. Ing. John Bejarano Guevara

VOCAL

Página de conformidad del asesor

Yo, Bejarano Guevara John Piter, con DNI N°41520959, asesor de la Tesis de pre grado titulada:

“Mejoramiento del sostenimiento mediante arco noruego en las labores lineales temporales para la reducción de costos de operación de una mina del distrito de Parcoy”; presentado por los bachilleres: Nataly Marilyn Zavaleta Contreras, con DNI N° 76188794 y Milagros Elizabeth Lavado Sánchez, con DNI N° 48643530, informo lo siguiente:

En mi calidad de asesor, me permito conceptuar que la tesis reúne los requisitos técnicos, metodológicos y científicos exigidos según las normas establecidas en el reglamento de la Universidad Católica de Trujillo – Benedicto XVI.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación está en condiciones para su presentación y defensa ante un jurado.

Trujillo, 11 de noviembre de 2021



Mg. Ing. John Piter Bejarano Guevara

Asesor

Dedicatoria

A Dios por sus bendiciones. A mis padres, Odar y Susana, por su apoyo incondicional, su ejemplo de perseverancia durante todo el proceso de aprendizaje, a mí hermano Jair, por su apoyo en los momentos difíciles, a mí asesor Mg. Ing. John Piter Bejarano Guevara por sus enseñanzas y paciencia.

Nataly Marilyn Zavaleta Conteras

A Dios por la vida, salud y bendiciones, ya que gracias a Él he logrado concluir mi carrera, a mis padres Sixto y Vicenta, por haberme dado su apoyo incondicional durante todos estos años y por ser esa razón lo más grande aliciente para el cumplimiento de mis objetivos, a mis hermanas Giovanna, Haidee y Gladis; por su apoyo incondicional y por la motivación que me brindaron día a día, a mi esposo Mateo, por su apoyo moral y económico, a mi asesor Mg. Ing. John Piter Bejarano Guevara por sus enseñanzas y su paciencia.

Milagros Elizabeth Lavado Sánchez

Agradecimiento

Agradecer primero a Dios por habernos concedido la salud y la sabiduría, también a nuestros padres, quienes son el soporte para nosotras y estuvieron presentes en todo el transcurso de la realización de este trabajo de investigación y nos brindaron su cuidado en todo momento.

A nuestros hermanos por la confianza y las palabras de aliento que nos dieron en los momentos de flaquezas.

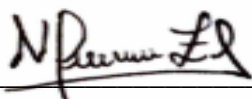
A nuestro asesor Mg. Ing. John Piter Bejarano Guevara, por la orientación en el transcurso de esta investigación, además a los docentes que nos ayudaron en nuestra formación profesional para llegar a ser ingenieras con vocación y servicio.

Muchas gracias.

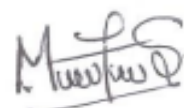
Declaratoria de autenticidad

Nosotras, Nataly Marilyn Zavaleta Contreras, con DNI N° 76188794 y Milagros Elizabeth Lavado Sánchez, con DNI N° 48643530, egresados del programa de estudios de Ingeniería de Minas de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que hemos seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: “**Mejoramiento del sostenimiento mediante arco Noruego en las labores lineales temporales para la reducción de costos de operación de una mina del distrito de Parcoy**”, el cual consta de un total de 84 páginas, en las que se incluye 9 tablas y 7 figuras, más un total de 18 páginas en anexos. Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad. Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 13 %, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo.

Las autoras



Nataly Marilyn Zavaleta Contreras
DNI: 76188794



Milagros Elizabeth Lavado Sánchez
DNI: 48643530

Índice

Autoridades universitarias	ii
Página de jurado	iii
Página de conformidad del asesor	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Declaratoria de autenticidad	vii
Índice de tablas	xii
Índice de figuras	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Formulación de objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación.....	3

1.4.1.	Justificación económica	3
1.4.2.	Justificación tecnológica	4
1.4.3.	Justificación social	4
CAPÍTULO II.....		5
MARCO TEÓRICO		5
2.1.	Antecedentes de la investigación	5
2.1.1.	A nivel internacional	5
2.1.2.	A nivel Nacional.....	7
2.2.	Base teórico científicas.....	9
2.2.1.	Galería	9
2.2.2.	Masa rocosa.....	9
2.2.3.	Condiciones de la masa rocosa.....	10
2.2.4.	Características de la roca	10
2.2.5.	Clasificación geomecánica	10
2.2.6.	Malla electrosoldada.....	11
2.2.7.	Pernos de roca	11
2.2.8.	Fortificación con perno de anclaje	11
2.2.9.	Sostenimiento	11
2.2.10.	Sostenimiento en labores subterráneas.....	12
2.2.11.	Sostenimiento por método geomecánico.....	12
2.2.12.	Clases de sostenimiento.....	12

2.2.13.	Diseño de sostenimiento.....	13
2.2.14.	Sistemas de sostenimiento.....	14
2.2.15.	Arcos de acero (cimbras).....	14
2.2.16.	Control de calidad del armado de cimbra.....	15
2.2.17.	Arco noruego.....	15
2.2.18.	Métodos numéricos de sostenimiento	15
2.3.	Definición de términos básicos	16
2.4.	Formulación de hipótesis.....	18
2.4.1.	Hipótesis General	18
2.4.2.	Hipótesis específicas	18
2.5.	Operacionalización de variables.....	18
2.5.1.	Variable independiente.....	18
2.5.2.	Variable dependiente.....	18
CAPÍTULO III		22
METODOLOGÍA.....		22
3.1.	Tipo de investigación	22
3.1.1.	Según la finalidad.....	22
3.1.2.	Según la técnica de contrastación.....	22
3.2.	Diseño de investigación.....	22
3.3.	Población, muestra y muestreo.....	23
3.3.1.	Población.....	23

3.3.2.	Muestra.....	23
3.3.3.	Muestreo.....	23
3.4.	Técnicas e instrumentos de recojo de datos	23
3.4.1.	Técnica de recolección de datos.....	23
3.4.2.	Instrumento de recolección de datos	24
3.5.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	24
3.6.	Ética investigativa	25
	RESULTADOS	26
	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	41
	CAPÍTULO V	43
	CONCLUSIONES.....	43
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
	ANEXOS.....	52

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de Operacionalización de variables	19
Tabla 2. Coordenadas	26
Tabla 3. Accesibilidad	27
Tabla 5. Clasificación RMR	32
Tabla 5. Costos del personal.....	38
Tabla 6. Costo de materiales y herramientas.....	38
Tabla 7. Costos de herramienta y equipos.....	39
Tabla 8. Costo total.....	39
Tabla 9. Comparación de costos.....	40

Índice de figuras

Figura 1. Dimensiones de la sección.	31
Figura 2. GSI	33
Figura 3. Proyección estereográfica	34
Figura 4. Roseta de direcciones	34
Figura 5. Distribución de esfuerzos	35
Figura 6. Efecto de sostenimiento	36
Figura 7. Estimación de esfuerzos inducidos.	37

RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo por finalidad reducir los costos de operación minera con el mejoramiento del sostenimiento mediante arco noruego de una mina del distrito de Parcoy, la metodología de la investigación es de orden cuantitativo, según la contrastación es de tipo explicativa, con un diseño cuantitativo – pre experimental, la población está representada por las unidades mineras subterráneas de la provincia de Pataz en el departamento de La Libertad. Asimismo, se hizo uso de técnicas de observación y análisis documental con sus instrumentos como guía de observación y la ficha de registro. Se hizo uso de programas como Excel, AutoCAD, Phase y Dips, la metodología usada le da el respaldo, sustento y seriedad respectiva al informe de investigación. Finalmente, se consiguió como resultados que presenta un RMR de 34 % lo que lo hace ideal para aplicar el sostenimiento de arco noruego, con la aplicación de este tipo de sostenimiento, el factor de seguridad mejora, además comparado al sostenimiento con cimbras, el de arco noruego es mucho menor el costo. Este trabajo permitió concluir que la influencia de arco noruego es un método de sostenimiento con costos menores al del sostenimiento con cimbras.

Palabras claves: Sostenimiento, Arco Noruego, cimbra, pernos.

ABSTRACT

The purpose of this research report was to reduce the costs of mining operations with the improvement of support by means of a Norwegian arch of a mine in the Parcoy district, the research methodology is quantitative, according to the contrast it is explanatory, with a quantitative design - pre-experimental, the population is represented by the underground mining units of the province of Patáz in the department of La Libertad. Likewise, observation techniques and documentary analysis were used with their instruments as an observation guide and the registration form. Programs such as Excel, AutoCAD, Phase and Dips were used, the methodology used gives the respective support, support and seriousness to the research report. Finally, it was obtained as results that it presents an RMR of 34%, which makes it ideal to apply the Norwegian arch support, with the application of this type of support, the safety factor improves, also compared to the support with falsework, that of Norwegian bow is much lower cost. This work allowed us to conclude that the influence of the Norwegian arch is a support method with lower costs than support with falsework.

Keywords: Support, Norwegian Arch, falsework, bolts.