



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“INFLUENCIA DE SOSTENIMIENTO CON ARCOS NORUEGOS EN LA REDUCCIÓN DE COSTOS EN MINAS SUBTERRÁNEAS DEL PERÚ”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Jerson Keith Bazan Villar

Karla Leonela Lezama Machuca

Asesor:

Ing. Rafael Ocas Boñon

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios por darme salud, sabiduría, amor, respeto y paciencia.

A mi madre Mercedes por su amor y apoyo incondicional en este camino largo por cada ejemplo y enseñanza que me dieron para llegar hasta donde estoy.

A mis hermanos Oscar, Ronal, Elvia y Enrique por sus consejos y buenos decesos de que yo pueda superarme profesionalmente.

Jerson Bazan

Dedico esta tesis a Dios por darme salud, sabiduría, amor, respeto y paciencia.

A mis padres Elodia y Víctor por su amor y apoyo incondicional en este camino largo por cada ejemplo y enseñanza que me dieron para llegar hasta donde estoy.

A mis hermanos Marly y Alex por sus consejos y buenos decesos de que yo pueda superarme profesionalmente.

Karla Lezama

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido cumplir una de mis metas, por darme sabiduría, por darme las fuerzas necesarias para continuar.

A mi Madre Mercedes; por su ejemplo y por su amor incondicional, hoy he llegado a cumplir una de mis metas.

A mis Hermanos Ronal, Ever, Elvia, Oscar gracias por su cariño incondicional y amor incondicional sin importar nuestras diferencias de opinión.

A la Universidad Privada del Norte por ser parte de nuestro crecimiento profesional y a los docentes que nos brindaron sus conocimientos y consejos.

Jerson Bazan

Agradezco a Dios por haberme permitido cumplir una de mis metas, por darme sabiduría, por darme las fuerzas necesarias para continuar.

A mis Padres Elodia y Víctor; por su ejemplo y por su amor incondicional, hoy he llegado a cumplir una de mis metas.

A mis Hermanos Marly y Alex gracias por su cariño incondicional y amor incondicional sin importar nuestras diferencias de opinión.

A la Universidad Privada del Norte por ser parte de nuestro crecimiento profesional y a los docentes que nos brindaron sus conocimientos y consejos.

Karla Lezama

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	15
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	19
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	29
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas e Instrumentos para la recolectar los datos.	15
Tabla 2 Implementación del sostenimiento co arcos noruegos en la reduccion de costos en minas subterraneas del Perú.....	19
Tabla 3 Analisis de bibliografia del uso del sostenimiento con arcos noruegos en minas subterraneas del Perú.	21
Tabla 4 Los tipos de roca en la que se emplea el sostenimiento con arcos noruegos. ..	23
Tabla 5 Analisis de la mejora economica al usar sostenimiento con arcos noruegos en minas subterraneas del Perú.	25
Tabla 6 Validación de Hipótesis.	27
Tabla 7 Tabla de Hipotesis, variables e indicadores.	35
Tabla 8 Resultados de la información que se encontro.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Modelo Geomecánico veta travieso (Fuente: Mina Huarón).....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 2 Análisis de estabilidad veta travieso</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 3 Años en los que se encontró información.....</i>	<i>159</i>

RESUMEN

El sostenimiento con arcos noruegos es una tecnología aplicada durante la excavación de galerías, ya que es utilizada en muy pocas minas del Perú, fue creada en Noruega hace 40 años atrás se aplicó para túneles, teniendo en cuenta que la construcción de túneles es una obra de ingeniería que para su construcción se requiere de técnicas, equipos especiales y de análisis geológicos, geotécnicos e hidráulicos, es importante para muchos aspectos como transporte de mineral, vehículos de bajo perfil, su evolución y avance de las demás obras subterráneas ha llegado a dar paso a muchos métodos de sostenimiento. Siendo nuestro objetivo principal Determinar la influencia del sostenimiento con Arcos Noruegos en la Reducción de Costos en Minas Subterráneas del Perú, nuestro problema de investigación es ¿Cómo Influencia el Sostenimiento con Arcos Noruegos en la Reducción de costos en Minas Subterráneas del Perú? nuestras fuentes de investigación fueron escasas, encontramos información sobre el tema en el buscador google académico, nuestros resultados concuerdan con todos las tesis, revistas e informes llegando a demostrar que la influencia del sostenimiento con arcos noruegos en la reducción de costos en minas subterráneas del Perú es de bajo costo comparado al sostenimiento con cimbras metálicas en la cual el sostenimiento con arcos noruegos nos da un Total: \$1501.99312 y en cimbras metálicas no da un total de \$ 1791.99 llegando a la conclusión que los arcos noruegos son de menor costo y de buen sostenimiento, Analizamos la bibliografía de uso del sostenimiento con Arcos noruegos en minas subterráneas del Perú en la cual se encontró información en el Perú

y en Noruega, Evaluamos la geomecánica para utilizar el sostenimiento, Analizamos que mejora trae el sostenimiento con Arcos Noruegos Arcos Noruegos. La metodología que se utilizo es Enfoque: cualitativo, nivel: descriptivo y diseño: no experimental. La seguridad en la actividad minera, se ha convertido en un campo tan importante hasta el punto de que cada empresa busca la mejora para tener índices de accidentabilidad muy bajos, los accidentes más comunes en la minería se producen por el desprendimiento de rocas, es por esto que el sostenimiento es muy importante para el bienestar de los trabajadores utilizando Arcos Noruegos.

Palabras clave: Realizamos la búsqueda con las palabras claves: Sostenimiento con Arcos Noruegos, Arcos Noruegos, Sostenimiento con Arcos Noruegos para minería subterránea, Marcos Noruegos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La condición de la minería subterránea actualmente ocasiona muchos accidentes por el desprendimiento de roca y es por esto que se genera una competencia en el sostenimiento para galerías por lo que las empresas mineras están buscando reducir costos, pero teniendo en cuenta una buena calidad de material, siempre buscando que estas tengan una mejora en su gestión logística manejando sus recursos de manera adecuada y usando materiales y equipos de última generación, de manera que mejore sus métodos de sostenimiento en las galerías de una mina subterránea, con el fin de lograr ventajas rentables.

La seguridad en la actividad minera, se ha convertido en un campo tan importante hasta el punto de que cada empresa busca la mejora para tener índices de accidentabilidad muy bajos, los accidentes más comunes en la minería se producen por el desprendimiento de rocas, es por esto que el sostenimiento es muy importante para el bienestar de los trabajadores utilizando Arcos Noruegos.

“El éxito de una mina tanto en seguridad como en productividad radica plenamente en la oportuna estabilidad del macizo creado propio de una explotación, para lo cual existen varios tipos de sostenimiento”. (Camarena, 2016, p. 07)

La importancia de implementar el sostenimiento con el método de Arcos Noruegos dentro de las minerías de características similares (minería subterránea o socavón) a nivel nacional y local radica en que este sistema reduce considerablemente los costos de producción y optimiza las condiciones laborales por lo que los resultados mejorarán a corto y largo plazo

para que el panorama de crecimiento y desarrollo se convierta en realidad a nivel local y se proyecte a nivel nacional. (Núñez, 2017, p. 21)

Las operaciones mineras subterráneas en la actualidad están basándose fundamentalmente en mejorar el desempeño del ciclo de minado. Por lo cual dentro de ello tenemos el control en el proceso de sostenimiento mecanizado más conveniente a emplear en la estabilización de las labores mineras, debido a la pérdida económica y material que se tiene por caída de roca. (Camarena, 2016, p. 12)

El túnel es el medio por el cual se moviliza el personal, material, herramientas maquinarias; es la zona muy usada para el ingreso y salida del personal y la producción minera; es decir es una zona estratégica, sin embargo, es la zona más vulnerable si se continúa usando el sistema de soporte de madera, el sistema de protección de soporte tiene una duración de 22 meses, se usan dos meses para retirar el soporte de madera antiguo y colocar el nuevo soporte de madera. Este sistema de trabajo afecta la productividad en tanto que por cada dos años hay que invertir dos meses en desmontar y montar un sistema de soporte, en estos dos meses la producción minera baja en un 45% por la falta de transitabilidad eficiente, los efectos que estos trabajos acarrear son también el de tipo de seguridad, puesto que los trabajadores tienen que tener en cuenta que en este tiempo los riesgos laborales aumentan es decir es menos seguro trabajar en este tiempo que en los demás 22 meses. (Nuñez, 2017, p. 12)

El desarrollo de este estudio se enfoca en la fase de construcción de las infraestructuras subterráneas (túneles, casa maquina). Durante esta etapa se tuvieron eventos de estallido de

rocas, los cuales surgen a raíz del estrés de roca que se va generando durante la ejecución de los diferentes túneles, teniendo mayor presencia en el túnel Acceso DR 09. En la ejecución de los túneles se tiene que atravesar diferentes longitudes de cobertura sobre los túneles (macizo rocoso que cubre el túnel desde la corona hasta la parte más alta de la topografía del terreno) esta cobertura genera el estrés de roca en el macizo a través de las presiones litostáticas manifestándose en el entorno del túnel (hastiales, corona, piso), generando acumulación y liberación de energía de manera intempestiva. (Ceras, 2015, p. 4)

Hoy la minería moderna necesita prevenir los accidentes por caída de rocas más aún la explotación subterránea que durante los últimos 15 años continúa generando pérdidas de vidas humanas, y el mayor porcentaje de víctimas es por caída de rocas indicando un 45%; así mismo, a equipos e instalaciones. Por ello, según observaciones preliminares y comentarios de expertos, que la caída de rocas se presenta debido al tipo de terreno del macizo rocoso; así mismo, por las cargas de esfuerzo de la roca, el esquema de avance del minado, los estándares inadecuados de perforación y voladura, la presencia de agua. (Leon, 2017, p. 15)

Dentro de los últimos 40 años, se han realizado docenas de proyectos en Noruega con tunelería. Estos túneles están incluidos en proyectos hidroeléctricos, carreteras, ferrocarriles y, en los últimos años, túneles subterráneos. Uno de las intenciones en proyectos con tunelería es de incrementar el rendimiento del avance, pero con el riesgo bajo control. Especialmente para los túneles subterráneos hemos incrementado el nivel de la seguridad implicando desarrollo de procedimientos y metodología nuevo. (Stefanussen, 2000, p. 1)

“Noruega es uno de los países líderes indiscutibles en el campo de los túneles, tanto por el volumen de obras subterráneas como por su desarrollo tecnológico. Una de sus especialidades es la construcción de túneles submarinos de carretera”. (Ayala, 1997, p. 48)

El proyecto relaves al valle de la División Andina de CODELCO / Chile comprende la excavación y fortificación definitiva de dos túneles en la alta cordillera, de 10 Km y de 8 Km de longitud respectivamente, con una sección de 15,6 m². (Stefanussen, 2000, p. 1)

Rock Mass Rating (RMR) Clasificación geomecánica de un macizo rocoso independiente de un factor de corrección. Fue propuesto en el año 1973 a partir de la estimación de ocho parámetros iniciales y modificada en los años posteriores 1976, 1979, 1984 y 1989, En la versión de 1989 las valoraciones no cambiaron, pero la evaluación de las discontinuidades subhorizontales fue modificada. La versión propuesta por su autor valora la resistencia de la matriz rocosa, el índice RQD, condición de las discontinuidades y parámetros hidrogeológicos, (Bieniawski, Z.T. 1989) utilizada en este trabajo mediante la ecuación (ALVARADO, 2020, pág. 11)

$$RMR = P(UCS) + P(RQD) + P(s) + P(JC) + P(WC) + P(OJ)$$

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo Influencia el Sostenimiento con Arcos Noruegos en la Reducción de costos en Minas Subterráneas del Perú?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuál es el análisis de la bibliografía del uso de sostenimiento con arcos en minas subterráneas del Perú?

¿Cuál es el tipo de condiciones geomecánicas usado para el método de arcos noruegos en minas subterráneas del Perú?

¿Cuál es la mejora económica al usar sostenimiento con arcos noruegos en minas subterráneas del Perú?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la Influencia del Sostenimiento con Arcos Noruegos en la Reducción de costos en Minas Subterráneas del Perú.

1.3.2. Objetivos específicos

Analizar bibliografía de uso de sostenimiento de arcos noruegos en minas subterráneas del Perú.

Evaluar en qué tipo de condiciones geomecánicas es usado el método de arcos noruegos en minas subterráneas del Perú.

Analizar la mejora económica al usar sostenimiento con arcos noruegos en minas subterráneas del Perú.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La implementación del método con arcos noruegos si influye en la reducción de costos en las minas subterráneas del Perú.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Materiales, instrumentos y métodos

Es necesario afirmar que esta tesis es de tipo descriptivo porque implica observar y describir el comportamiento de un sujeto sin influir sobre el de ninguna manera, lo que vamos a necesitar es: fuentes confiables como Google académico, scielo, Ebsco, Redalyc, revistas, estas son algunas, Seminario 2000 método noruego de Tunelería.

Población:

Existen 45 minas subterráneas del Perú.

Muestra:

Sostenimiento con arcos noruegos.

Técnicas e instrumentos para recolectar los datos:

Tabla 1
Técnicas e Instrumentos para la recolectar los datos.

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTE BIBLIOGRÁFICA
Observación.	Factor de	Google Académico.
Recopilación de	seguridad.	Scielo.
datos en campo.	Costos del método	Ebsco.
	con arcos noruegos.	Redalyc.

En esta tabla podemos ver las técnicas e instrumentos con los que se va a recopilar la información con la ayuda de las distintas fuentes (Fuente: Elaboración propia)

Método: Recolección de datos en campo.

Las principales técnicas que utilizamos en la investigación son las siguientes:

Utilizamos el RMR para clasificar el tipo de roca.

Utilizamos el Q de Barton.

Método de sostenimiento con arcos noruegos.

Materiales que se utilizan para el sostenimiento con arcos noruegos.

Comparamos el método de sostenimiento con arcos noruegos y los métodos tradicionales.

Tipo de Investigación:

Enfoque: Cualitativo.

Nivel: Descriptivo.

Diseño: No Experimental.

2.2. Análisis de datos

Instrumentos para el Análisis de Datos

Como se sabe esta tesis es de tipo descriptivo es por eso que para el análisis de datos para el sostenimiento con arcos noruegos se ha recolectado información de tesis, informes, revistas, etc con resultados ya empleados en campo en la Mina Huarón de la veta Travieso, esto con la finalidad de poder comprobar si dicho sostenimiento es eficiente.

Instrumentos para el Análisis de Datos (Obtenidos de la propia Organización):

Indicadores de Gestión

2.2. Procedimiento

Lo primero que realizamos fue buscar en las fuentes confiables de google académico, scielo, Ebsco, Redalyc, revistas, estas son algunas, Seminario 2000 método noruego de Tunelería, Manual de Túneles y Obras Subterráneas, Planificación y Construcción de Carreteras en General y de Túneles en Noruega, utilizando las palabras clave “Arcos Noruegos” y “Sostenimiento para minas subterránea”.

Lo segundo que hicimos fue seleccionar todas las fuentes encontradas acerca del tema, seleccionamos las publicaciones hechas en idioma español entre los años de 1997 al 2019, escogimos desde el año 1997 porque hay información aplicando el Sostenimiento de Arcos Noruegos por primera vez en el país de Chile y lo consideramos hasta el 2019 porque es una tecnología que recién está siendo aplicada en Perú, seguidamente buscamos información en el Perú y en diferentes países con la finalidad que compara información para obtener un buen resultado

Tercero empezamos a elaborar nuestra tesis con la ayuda de nuestro asesor respectivamente cada información que obtuvimos la citamos Esta información nos va a servir para determinar los costos y resistencia que ofrece los arcos noruegos en el sostenimiento.

Nuestras limitaciones fue la poca información que había acerca del tema y solo ha sido aplicado en puentes, túneles, en los países que se aplico fue en Noruega, en Chile y actualmente en Perú es aplicada en la mina subterránea Hurón.

Finalmente llegamos a los resultados en la cual coincidimos con toda la información obtenida la cual nos dice que este tipo de sostenimiento se emplea para roca mala y muy mala y es de bajo costo y su resistencia es muy buena.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Se hizo una investigación de la influencia del sostenimiento con arcos noruegos en a reducción de costos en minas subterráneas del Perú y en esta información encontramos que el sostenimiento con Arcos Noruegos es de bajo costo, el cual ofrece la misma resistencia que otro tipo de sostenimiento, conocido como cimbras metálicas, llegando a la conclusión de que tienen los mismos beneficios de resistencia.

Tabla 2

Implementación del sostenimiento con Arcos Noruegos en la reducción de costo en minas subterráneas del Perú.

IMPLEMENTACIÓN DEL SOSTENIMIENTO CON ARCOS NORUEGOS EN LA
REDUCCIÓN DE COSTOS EN MINAS SUBTERRANEAS DEL PERÚ

Descripción

El sostenimiento con arcos noruegos es un elemento de fortificación pasivo, que se caracteriza por estar conformado por acero y concreto lanzado (shocrete), constituyendo una viga estructural con propiedades de resistencia a la flexo tracción muy semejante a la empleada en obras civiles de construcción.

Cada Arco Noruego espaciado a 1.5 metros resiste 50 toneladas. Los arcos noruegos consisten en una estructura de concreto con fierros de 1/2" en combinación con shocrete y pernos, las vigas permiten que los diferentes elementos de

sostenimiento trabajen de forma simultánea distribuyendo

Influencia Del las cargas. (Vizcarra, 2017, p. 2)

Sostenimiento Con Arcos La Geomecánica utilizada para el sostenimiento con
Noruegos En La Reducción arcos noruegos es muy importante ya que tenemos que
De Costos Minas evaluar la roca o al macizo rocoso del frente de trabajo
Subterráneas Del Perú diariamente para que nuestros trabajadores puedan regresar
a cada uno de sus hogares.

Los arcos noruegos se aplican en macizos rocos de
calidad mala a muy mala en terrenos fracturados a muy
fracturados con presencia de fallas y con presencia de agua,
la cual puede ser utilizado en cualquier tipo de mina
subterránea que presente estas características mencionadas
anteriormente.

El sostenimiento con Arcos noruegos aplicado para las
minas subterráneas del Perú, reduce costos, como se muestra
a continuación.

Arcos Noruegos

- ✓ Mano de obra: \$65.62
- ✓ Materiales: \$314.65
- ✓ Equipos: \$60.88
- ✓ Implementos y herramientas: \$8.53

✓ Total: 1501.99312

Se muestra la influencia del sostenimiento con arcos noruegos en la reducción de costos en minas subterráneas del Perú. (Fuente: Hinostroza, 2019, p. 76).

Analizamos la bibliografía del uso de sostenimiento con arcos noruegos en minas subterráneas del Perú.

Tabla 3
Análisis de bibliografía del uso del sostenimiento con arcos noruegos en minas subterráneas del Perú.

CITA	CONCEPTO
	El sostenimiento con Arcos Noruegos nos da una alta capacidad a la flexotraccion tambien su proceso de instalación es sencillo, se adiere perfectamente al terreno, el costo de instalación de obra son bajos, este sostenimiento se caracteriza por ser una fortificación pasiva, esta conformado por acero y concreto lanzado (shocrete).

(Vizcarra, 2017, p. 2)



Fuente: (Minas Huarón)

Dentro de los últimos 40 años, se han realizado docenas de proyectos en Noruega con tunelería. Estos túneles están incluidos en proyectos hidroeléctricos, carreteras, ferrocarriles y, en los últimos años, túneles subterráneos. Uno de las intenciones en proyectos con tunelería es de incrementar el rendimiento del avance, pero con el riesgo bajo control. Especialmente para los túneles subterráneos hemos incrementado el nivel de la seguridad implicando desarrollo de procedimientos y metodología nuevo. (Stefanussen, 2000, p. 1)

“Noruega es uno de los países líderes indiscutibles en el campo de los túneles, tanto por el volumen de obras subterráneas como por su desarrollo tecnológico. Una de sus especialidades es la construcción de túneles submarinos de carretera”. (Ayala, 1997, p. 48)

Analizamos la bibliografía del sostenimiento con arcos noruegos en el Perú y en Noruega.

La geomecánica para los estándares de sostenimiento de acuerdo al RMR, se utiliza para Roca muy mala, este sostenimiento es de gran ayuda para la mina para que no exista accidentes graves ni pérdida de equipos.

Tabla 4

Los tipos de roca en la que se emplea el sostenimiento con Arcos Noruegos.

TIPO DE ROCA EN LA QUE SE EMPLEA EL SOSTENIMIENTO CON ARCOS NORUEGOS

Mala/Regular

La mineralización está asociada a Yacimientos Hidrotermales ligadas al magmatismo andino del Paleógeno. La mineralización de mena está representada por tetraedrita tenantita, esfalerita- marmatita, calcopirita-enargita, galena, entre las principales, sabiendo que este tipo de formación hacen al macizo rocoso Mala/Regular.

Tipo de roca en la que se aplica el sostenimiento con Arcos Noruegos. (Fuente: Vizcarra Edwar).

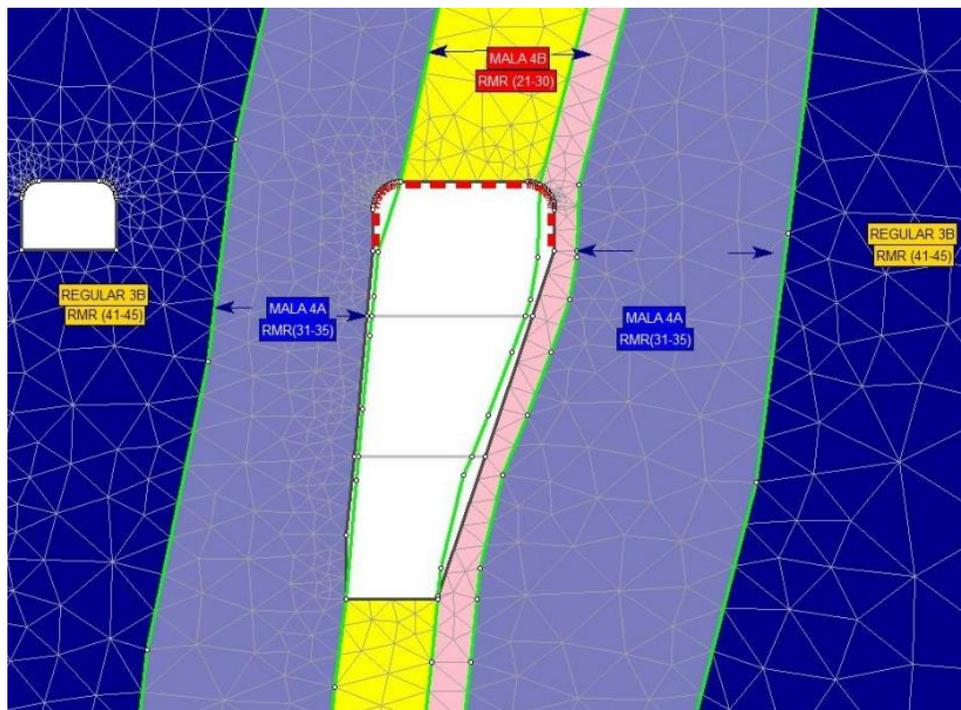


Figura 1 Modelo Geomecánico veta travieso (Fuente: Mina Huarón)



Figura 2 Análisis de estabilidad veta traveso (Fuente: Mina Huarón)

Según lo que investigamos se hizo un breve cuadro donde se ve el procedimiento y materiales utilizados para ver la mejora económica del sostenimiento con Arcos Noruegos estos tienen materiales más comunes, fáciles de conseguir, la mano de obra es más barata y la instalación del sostenimiento es más rápida.

Tabla 5
Análisis de la mejora Económica al usar sostenimiento con arcos noruegos en minas subterráneas del Perú.

ARCOS NORUEGOS

PROCEDIMIENTO

Antes de la instalación se debe lanzar shotchete en la zona a sostener. El espesor del shotchete debe ser como mínimo 2 pulg.

Luego la instalación de 7 pernos de 8 pies de longitud.

Luego se procede a la instalación de los arcos noruegos.

MATERIALES

Estos arcos consisten de 4 varillas de fierro corrugado de 1/2", las cuales se amarran a los pernos de anclaje con el alambre N°16 a través de los cubos de 20x20x15cm. de fierro de 3/4" se coloca 1cubo por cada perno instalado y como material de ajuste a la roca se utilizan las placas de los pernos, fierro de 1/4" a los fierros corrugados de 3/4" para darles una forma uniforme. Una vez que se han colocado todos estos elementos en conjunto se procede al lanzado de shotchete, el cual debe cubrir por completo a los fierros corrugados. (Vilca, 2016, p. 11)

COMPARACIÓN DEL SOSTENIMIENTO CON ARCOS NORUEGOS Y CIMBRAS METICAS

Arcos Noruegos

- ✓ Mano de obra: \$65.62
- ✓ Materiales: \$314.65
- ✓ Equipos: \$60.88
- ✓ Implementos y herramientas: \$8.53
- ✓ Total: 1501.99312

Cimbras Metálicas

- ✓ Mano de obra: \$ 336.25
- ✓ Materiales: \$ 970.96
- ✓ Equipos: \$ 67.5
- ✓ Implementos y herramientas: \$24.5

- ✓ Gatos Generales: \$ 252.86
- ✓ Utilidades: \$ 139.92
- ✓ Total: \$ 1791.99

Analizamos la mejora económica del sostenimiento con Arcos Noruegos. (Fuente: Vilca, 2016, p. 11).

Lo que se hizo es comprobar cada una de nuestras hipótesis mediante una investigación minuciosa de las tesis, revistas, informes, etc. para comprobar si nuestras hipótesis son verdaderas o falsas.

Tabla 6
Validación de Hipótesis

Hipótesis	Validación	Por que
La implementación del método con arcos noruegos si influye en la reducción de costos en las minas subterráneas del Perú.	Cierta	<p>La Influencia del sostenimiento con Arcos noruegos en las minas subterráneas del Perú si influye, en reducción de costos y da un buen sostenimiento para proca mala y muy mala, como se muestra a continuación:</p> <p>Arcos Noruegos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Mano de obra: \$65.62 ✓ Materiales: \$314.65 ✓ Equipos: \$60.88

✓ Implementos y herramientas:

\$8.53

✓ Total: 1501.99312

Analizamos la bibliografía de uso de sostenimiento con arcos noruegos en minas en Perú y en Noruega y ambas coinciden en sus conceptos.

Cierta

Los Arcos Noruegos son un sostenimiento de fortificación pasivo, que se caracteriza por estar conformado de acero y concreto lanzado (shotcrete), constituyendo una viga estructural con propiedades de resistencia a la flexotracción muy semejante a la empleada en obras civiles de construcción.

Evaluamos las condiciones geomecánicas para el sostenimiento con arcos noruegos y se utiliza para roca mala y muy mala.

Cierta

Alta capacidad de flexotracción. Se adhiere perfectamente al terreno permitiendo aumentar la cohesividad de la roca.

Aplicable en terrenos de valores de
RMR (21-30) y/o clasificados como de
muy mala calidad. (Vizcarra, p. 4)

Analizamos que las mejoras
económicas son de muy bajo costo y
esta es un buen sostenimiento para
cualquier mina subterránea del Perú.

Cierta

Arcos Noruegos

Total: \$ 1501.99312

Ejemplo de un tipo de sostenimiento
Cimbras Metálicas

Total: \$ 1791.99

Como podemos ver los materiales del
método son más económicos y sencillos
de encontrar en cualquier mercado o
ferretería. (Vizcarra, p. 1)

Validación de Hipótesis de acuerdo a la información encontrada. (Fuente: Vizcarra, P. 1)

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

El autor Jhordy Efrain Bejar Mamani y el autor Edwar Vizcarra Mogrovejo nos dan a conocer que el sostenimiento con arcos noruegos es un elemento de fortificación pasivo que se caracteriza por estar conformado de acero y concreto lanzado (shotcrete), nosotros como investigadores concordamos con sus respuestas.

El Autor Rafael Saravia Castro y el Autor Edwar Vizcarra Mogrovejo mencionan el mismo procedimiento de la instalación de arcos noruego en mina subterránea y mencionan que son utilizados para un RMR de 21 a 30 considerada roca muy mala y con la búsqueda de nuestra información podemos decir que concordamos con lo que dicen.

En el tema del Sostenimiento con Arcos Noruegos su influencia en las minas subterráneas del Perú es de mucha importancia por qué el macizo rocoso en la que es empleada este tipo de sostenimiento es de calidad mala y muy mala obligando a usar este tipo de sostenimiento, como ya se explicó reduciendo costos y esta se adhiere muy bien a la roca.

Conclusiones

Determinamos que la Influencia del sostenimiento Arcos Noruegos en el Perú se puede aplicar en cualquier mina subterránea del Perú, este sostenimiento reduce costos ya que con los materiales con los que se trabaja son de bajo costo tanto en materiales como en mano de obra y podemos concluir que es muy factible para su instalación para cualquier Mina que tenga el macizo rocoso de mala y muy mala calidad.

Analizamos la bibliografía de uso de sostenimiento en minas subterráneas del Perú en la cual encontramos información en Perú y en Noruega y ambas tenían la misma información en la cual nos decía que se caracteriza por estar conformado por acero y concreto lanzado de shotcrete, también podemos decir que este tipo de sostenimiento es mejor para cualquier mina subterránea ya que tiene buen sostenimiento y su costo es más bajo que otros tipos de sostenimiento.

Evaluamos en que tipo de condiciones geomecánicas es usado el método de arcos noruegos y se emplea en un RMR de 21 a 30 considerado roca mala y muy mala, esta ofrece una buena flexo tracción a la roca.

Analizamos las mejoras económicas al usar sostenimiento con arcos noruegos en minas subterráneas del Perú en la cual hicimos una comparación entre el sostenimiento con arcos noruegos y cimbra metálicas y se concluyó que los arcos noruegos ofrecen una buena resistencia al igual que cimbras metálicas y su costo

es de bajo costo como observamos a continuación: cimbras metálicas \$ 1791.99,

Arcos noruegos \$ 1501,99312.

REFERENCIAS

- Ayala Carcedo, J. F. (1997). Manual de Tuneles y Obras Subterranas. 48.
- Camarena Cosme, F. (2016). *OPTIMIZACIÓN DEL SOSTENIMIENTO CON SHOTCRETE VÍA HUMEDA CON FINES DE MINIMIZAR COSTOS Y MEJORAR LA PRODUCCION DE LANZADO DE LA E.E. ROBOCON S.A.C. EN LA MINA SAN CRISTOBAL-CIA MINERA VOLCAN* . Huancayo.
- Camarena Cosme, F. M. (2016). *Obtimizacion del Sostenimiento con Shotcrete via Humenda con Fines de minimizar costos y mejorar la produccion de lanzado de la E.E. Robocon S.A.C. en la Mina San Cristobal*. Huancayo.
- Ceras Cuadro, F. A. (2015). *Influencia en el Sostenimiento en el estres de roca en el Tunel DR 09 en la empresa de generacion electrica cheves S.A*. Huancayo.
- Hinostroza, M. (2019). *Parámetros Geomecánicos en la Evaluación del macizo rocoso para el diseño del tajeo de producción veta travieso en la unidad minera Huarón*. Cerro de Pasco-Perú.
- Leon Condor, L. A. (2017). *Evaluacion de la Ampliacion del shotcrete via seca como metodo de sostenimiento en el nivel 6-xc 750 w en la unidad cuerpo Mery - Compañia Minera Casapalca* .
- Mucha Armas, A. R. (2019). *APLICACIÓN DE CABLE BOLTING COMO REFORZAMIENTO DEL SOSTENIMIENTO PARA PODER ESTABILIZAR AL*

*MACIZO ROCOSO, EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN CARAHUACRA –
COMPAÑÍA MINERA VOLCAN. Pasco-Perú.*

Núñez Robles, R. C. (2017). *Implementación de Cimbras para Reducir Costos en la
Empresa Minera ISCAYCRUZ S.A. Hoyón para el año 2017.* Pimentel.

Núñez Robles, R. C. (2017). *Implementacion de cinbras para reducir costos en la empresa
minera Iscaycruz S.A.- Hoyon para el año 2017.* Pimentel - Perú.

Quispín, O., & Felimón, E. (2013). *Diseñode cimbras para mejorar el sistema de
sostenimiento en la rampa 759 Corporación Minera Castrovirreyna .* Huancavelica-
Perú.

Stefanussen, W. (2000). Metodo Noruego de Tuneleria. *Experiencias con Metodos
Noruegos, 6.*

Vilca, J. (2016). Procedimeinto de Instalacion de ls arcos Noruegos. 11.

Vizcarra Mogrovejo, E. (2017). *Aplicación de Arcos Noruegos.* Perú.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla de Hipótesis, variables e indicadores.

HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
La implementación del método con arcos noruegos si influye en la reducción de costos en las minas subterráneas del Perú.	Variable 1: Método de sostenimiento con Arcos Noruegos.	Resistencia que ofrece a la roca
Analizamos la bibliografía de uso de sostenimiento con arcos noruegos en minas en Perú y en Noruega y ambas coinciden en sus conceptos.	Dimensiones: Resistencia Flexible Seguridad	Materiales que no requieren de un alto costo.
Evaluamos las condiciones geomecánicas para el sostenimiento con arcos noruegos y se utiliza para roca mala y muy mala.	Variable 2: Reducción de costos. Dimensiones: Productividad Materiales	Tiene una flexotracción a la roca.

Mano de obra

Analizamos que las mejoras económicas son de muy bajo costo y esta es un buen sostenimiento para cualquier mina subterránea del Perú.

Información de Hipótesis, variables e indicadores (Fuente: Elaboración propia)

Evidenciamos la búsqueda de Google Académico en donde nuestro resultado nos arrojó 2 tesis y también información que nos brindó uno de los ingenieros de la Universidad Privada del Norte, damos a conocer los nombres de cada tesis, informe y revista.

Anexo 2
Resultados de la información que se encontró.

Buscador	Resultados	N°	Nombre
Google Académico	Tesis	2	Operaciones en Mina Subterránea Marcapunta Norte-Broncal. Análisis de esfuerzos de los pernos HYDRABOLT para estandarización geomecánica en la construcción de chimeneas con equipo Alimak STH- 5E en consorcio minero Horizonte S.A.-2012.
	Informes	4	Sostenimiento en Minería mediante Arcos Noruegos. Aplicación de Arcos Noruegos en la Mina Huarón. Arco Noruego.

Fortificación de Minas.

Seminario 2000 Método Noruego.

Experiencias con Métodos
Noruegos.

Revistas

4

Planificación y Construcción de
Carreteras en general y de Túneles en
especial en Noruega.

Manual de Túneles y Obras
Subterráneas.

Resultados de buscadores y Nombres de Tesis, informes y Revistas (Fuente: elaboración propia)

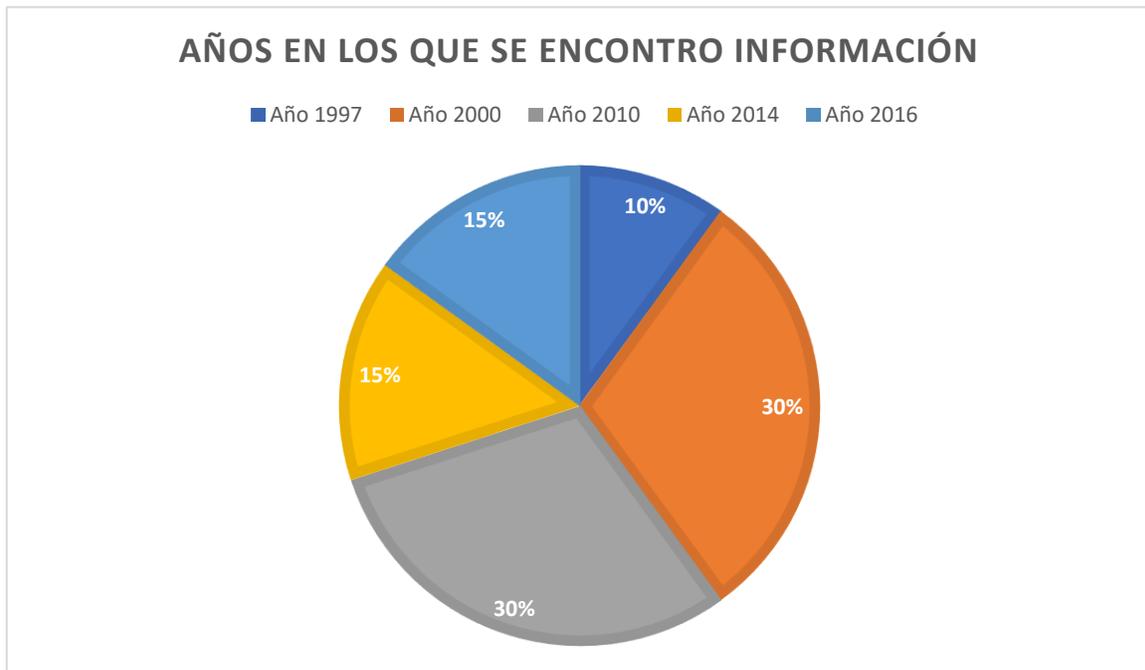


Figura 3: Años en los que se encontró información (Fuente elaboración propia)

Podemos ver los años en los que encontramos información sobre nuestro tema y podemos ver los porcentajes.