



FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

REDUCCIÓN DE OPEX DE PERFORACIÓN Y VOLADURA MEDIANTE UN REDISEÑO DE MALLA Y CARGA EXPLOSIVA EN LA UNIDAD MINERA SAN JUAN DE CHORUNGA – AREQUIPA

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Ingeniería de Minas	Explotación de Minas	

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses: Enero a Diciembre del año 2 023

4. Tipo de proyecto

<u>Individual</u>	<input checked="" type="radio"/>
<u>Multidisciplinario</u>	<input type="radio"/>
<u>Director de tesis pregrado</u>	<input type="radio"/>

5. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	VELASQUEZ MEDINA DAVID
Escuela Profesional	INGENIERÍA DE MINAS
Celular	990564607
Correo Electrónico	dvelasquez@unap.edu.pe

I. Título

REDUCCIÓN DE OPEX DE PERFORACIÓN Y VOLADURA MEDIANTE UN REDISEÑO DE MALLA Y CARGA EXPLOSIVA EN LA UNIDAD MINERA SAN JUAN DE CHORUNGA – AREQUIPA.

II. Resumen del Proyecto de Tesis

La Unidad Minera San Juan de Chorunga, de la Compañía Minera Century Mining Perú S.A.C. – Arequipa, está ubicada en la jurisdicción del distrito de Río Grande, provincia de Condesuyos y departamento de Arequipa, está explotando el mineral aurífero, a través del método de Corte y Relleno Ascendente Convencional y viene desarrollando la Galería Santa Cecilia con una sección de 2,30 m x 2,50 m y una longitud proyectada de 385 metros lineales y al realizar la evaluación en una longitud inicial de 45 metros lineales se encontró problemas de elevados Opex de perforación y voladura en la galería, en un promedio de 282,31 US\$/m. De continuar con el problema afectaría al presupuesto de la Unidad Minera. El objetivo del proyecto de investigación es reducir el Opex de



perforación y voladura mediante un rediseño de malla de perforación y la carga explosiva adecuada en el frente de la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa. La metodología es de un enfoque cuantitativo y diseño experimental y longitudinal. El procedimiento para desarrollar el proyecto de investigación consistirá en su etapa inicial en evaluar todos los procesos de perforación y voladura anterior de la Galería Santa Cecilia. El control de las actividades mineras se realizará en 20 guardias, en dicho periodo se evaluará el Opex de perforación y voladura anterior, considerando el trazo de perforación, número de taladros, longitud de los taladros perforados, la carga explosiva. En el estudio de investigación, como alternativa se rediseñará la malla de perforación, se determinará la carga explosiva adecuada, según las características del macizo rocoso de la galería Santa Cecilia, las pruebas se realizarán en 20 guardias, en donde se considerará: el número de taladros, longitud de los taladros perforados, tipo de trazo, burden, espaciamiento, el tipo de explosivo y la carga explosiva adecuada. Finalmente, para encontrar los resultados se realizará el análisis de Opex de perforación y voladura anterior y actual, considerando las dos mallas de perforación en el frente de la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.

III. Palabras clave: Explosivos, Opex, perforación, rediseño, reducir, voladura

IV. Justificación del proyecto

La Unidad Minera San Juan de Chorunga, de la Compañía Minera Century Mining Perú S.A.C. – Arequipa, mediante el estudio de reservas de mineral, tiene un potencial de 384 567 Tm de mineral probado y 192 284 Tm de mineral probable, con una ley promedio de 5,76 gr/Tm de oro y para la recuperación de estas reservas de mineral es necesario desarrollar varias labores subterráneas horizontales y verticales.

El desarrollo de la galería Santa Cecilia es importante porque permitirá recuperar el mineral de mena y para alcanzar a la veta Santa Eulalia de la Unidad Minera.

Actualmente la Unidad Minera San Juan de Chorunga, está desarrollando la Galería Santa Cecilia con una sección de 2,30 m x 2,50 m, y una longitud proyectada de 385 m. y al realizar la evaluación a una distancia de 45 metros de avance lineal, se tiene problemas de elevados Opex de perforación y voladura. El Opex de perforación anterior ha sido de 145,86 US\$/m y el Opex de voladura ha sido de 136,45 US\$/m. De continuar con el problema afectaría al presupuesto de la Empresa y al avance lineal de la galería y para resolver este problema se ha planteado como alternativa el rediseño de la malla de perforación y el cálculo del factor de carga explosiva adecuada en el frente de la Galería Santa Cecilia.

Actualmente la Unidad Minera, requiere profundizar varias labores horizontales de desarrollo para la recuperación del mineral económico, por tanto, el desarrollo del presente proyecto de investigación será de mucha importancia para reducir los Opex de perforación y voladura, generando mejor rentabilidad para la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.



V. Antecedentes del proyecto

Torres (2020) en su trabajo, Concluye que con la estandarización de malla de perforación el Opex de perforación se ha minimizado de 121,91 US\$/m a 106,48 US\$/m, con una diferencia de 15,43 US\$/m, y mediante la carga explosiva adecuada, el Opex de voladura se han minimizado de 100,44 US\$/m a 75,10 US\$/m, con una diferencia de 25,34 US\$/m en el frente del Crucero 755, en la U.P. Alpacay de la CIA Minera Yanaquihua S.A.C. – Arequipa.

Mamani (2020) en su estudio Concluye que con el nuevo diseño de malla de perforación se ha optimizado el Opex de perforación de 146,12 US\$/m a 119,55 US\$/m y con la carga explosiva adecuada, se ha optimizado el Opex de voladura de 128,36 US\$/m a 106,43 US\$/m en la ejecución de la galería San Ignacio de la Empresa Minera Arapa S.A.C. – Arequipa.

Ortiz (2019) en su estudio concluye que, con el rediseño de la malla de perforación, los costos de perforación se han minimizado de 150,74 US\$/m a 140,77 US\$/m, con una diferencia de 9,97 US\$/m, los costos de voladura se han minimizado de 102,47 US\$/m a 82,83 US\$/m, con una diferencia de 19,64 US\$/m. La metodología utilizada para optimizar los costos de perforación y voladura ha sido el rediseño la malla de perforación y la determinación de la carga explosiva según las características del macizo rocoso.

Flores (2019) en su trabajo concluye que con la aplicación de la nueva malla de perforación en el frente de la Galería, los costos de perforación se han optimizado de 191,80 US\$/m a 187,41 US\$/m, con una diferencia de 4,39 US\$/m y los costos de voladura se han optimizado de 36,44 US\$/m a 33,25 US\$/m, con una diferencia de 3,19 US\$/m.

De la Cruz (2018) en su conclusión menciona en las labores piloto en las que se ha ejecutado el nuevo diseño de malla se ha logrado tener una reducción de costo por metro lineal de S/. 746,66 a S/. 660,05, obteniendo una reducción de costo de S/. 86,61 (equivalente a un 11,59%).

Chahuares (2012) en su estudio Concluye que con la metodología del nuevo diseño de malla de perforación se ha logrado un avance lineal de 1,40 metros lineales por cada disparo y en la voladura se ha reducido el consumo de explosivo de 18 kg/disparo a 15,51 kg/disparo.

Mamani (2015) en su tesis Concluye que, con la metodología del diseño de la nueva malla de perforación, el avance lineal se ha optimizado de 1,30 metros en la perforación anterior, a 1,37 metros lineales por cada disparo realizado.

Sancho (2015) en su estudio Concluye que con la metodología del nuevo diseño de malla de perforación y carga explosiva adecuada en el frente de la Galería Anaconda, se ha logrado un avance lineal de 1,40 metros lineales por cada disparo realizado.



Villasante (2016) en su trabajo Concluye que, mediante el nuevo diseño de malla, la carga explosiva adecuada los costos de perforación y voladura se han reducido de 233,47 US\$/m a 201,46 US\$/m, con una diferencia de 32,01 US\$/m en el frente de la Galería Esperanza 570, Minera Aurífera Cuatro de Enero S.A. – Arequipa.

Tapia (2015), en su estudio indica que, con la nueva malla de perforación y voladura, el número total de taladros se han reducido 45 a 41 taladros cargados, lo que reduce la carga explosiva. Los costos de perforación y voladura se han reducido de 10,25 US\$/Tm a 9,46 U\$/Tm. La metodología utilizada para optimizar la perforación y voladura ha sido el diseño de la nueva malla de perforación, reduciendo el número de taladros y el consumo de explosivos.

VI. Hipótesis del trabajo

6.1 Hipótesis general

Con el rediseño de malla y la carga explosiva adecuada se reducirá el Opex de perforación y voladura en la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.

6.2 Hipótesis específicas

- a) Mediante el rediseño de malla, se minimizará el Opex de perforación en la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.
- b) Mediante la carga explosiva adecuada, se reducirá el Opex de voladura en la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.

VII. Objetivo general

- a) Reducir el Opex de perforación y voladura en la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.

VIII. Objetivos específicos

- a) Minimizar el Opex de perforación mediante un rediseño de malla en el frente de la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.
- b) Reducir el Opex de voladura, mediante la carga explosiva adecuada en el frente de la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.

IX. Metodología de investigación

9.1 Tipo de investigación

Según Hernandez - Sampieri & Mendoza (2018) se encuentra cuatro tipos de investigaciones, y la presente investigación pertenece al tipo descriptivo;



aplicado en el campo de la ingeniería, cuyo propósito es la reducción del Opex de perforación y voladura del avance lineal con un rediseño de malla de perforación y la carga explosiva adecuada en el frente de la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.

9.2 Metodología

La metodología es de un enfoque cuantitativo y diseño experimental y longitudinal. El procedimiento para desarrollar el proyecto de investigación consistirá en su etapa inicial en evaluar todos los procesos de perforación y voladura anterior de la Galería Santa Cecilia. El control de las actividades mineras se realizará en 20 guardias, en dicho periodo se evaluará el Opex de perforación y voladura anterior, considerando el trazo de perforación, número de taladros, longitud de los taladros perforados, la carga explosiva. En el estudio de investigación, como alternativa se rediseñará la malla de perforación, se determinará la carga explosiva adecuada, según las características del macizo rocoso de la galería Santa Cecilia, las pruebas se realizarán en 20 guardias, en donde se considerará: el número de taladros, longitud de los taladros perforados, tipo de trazo, burden, espaciamiento, el tipo de explosivo y la carga explosiva adecuada. Finalmente, para encontrar los resultados se realizará el análisis de Opex de perforación y voladura anterior y actual, considerando las dos mallas de perforación en el frente de la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.

9.3 Población

La población para el proyecto de investigación está constituida por las galerías: Santa Cecilia, Santa Isabel y Santa Marta, cuyas secciones son 2,30 m x 2,50 m., desarrolladas en roca dura de una densidad promedio de 2,70 Tm/m³ en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.

9.4 Muestra

La muestra para el presente proyecto de investigación se ha considerado la Galería Santa Cecilia de una sección 2,30 m x 2,50 m. y una longitud proyectada de 35 metros, desarrollada en roca dura de una densidad promedio de 2,70 Tm/m³ en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.

9.5 Operacionalización de variables

9.5.1 Variable independiente

Rediseño de la malla de perforación y la carga explosiva adecuada en el frente de la Galería Santa Cecilia de la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.

9.5.2 Variable dependiente

Reducción de Opex de perforación y voladura en la Galería Santa Cecilia de la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa



Tabla N° 1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Rediseño de la malla de perforación y la carga explosiva adecuada en el frente de la Galería Santa Cecilia de la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa	- Número de taladros - Burden - Espaciamiento - Sección de la Galería	- Pies perforados - Metros - Metros - Metros
Variable Dependiente: Reducción de Opex de perforación y voladura en la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa	- Metros de avance - Opex de las brocas - Opex de los barrenos - Opex de los explosivos - Opex de los equipos	- Metros - \$/m - \$/m - \$/m - \$/m

9.6 Técnicas de recolección de datos.

Las técnicas serán la inspección y la observación de los procesos de perforación y voladura

La recolección de datos se realizará en fichas de control o formatos en donde se considerará, número de taladros perforados, control de tiempos, avance lineal, consumo de explosivos, consumo de accesorios.

Para el procesamiento se utilizará la estadística descriptiva mediante el diagrama de barras.

Obtención de datos mediante reportes por día, mensual y anual.

9.6.1 Técnicas para el procesamiento de la información.

Las técnicas para el procesamiento de datos son:

- Observación directa
- Revisión documental
- Revisión de tablas

9.6.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados para el estudio de investigación serán los reportes mensuales para verificar el resumen de avances lineales de la perforación y voladura anterior, el reporte diario de operación, reporte mensual de operación y la toma de fotografías de la malla de perforación.



Además, se realizarán las pruebas insitu, con el rediseño de la malla de perforación y el factor de carga adecuada. Los datos se registrarán en los formatos de control.

Reporte diario de operación.

- Control de tiempos de perforación
- Avances lineales
- N° de taladros perforados
- N° de taladros disparados
- Consumo de explosivos
- Tipo de explosivo
- Consumo de accesorios

Reporte mensual de operación

- Control de tiempos de perforación
- Avances lineales
- Tipo de explosivo
- Número total de taladros perforados
- Número de barrenos utilizados
- Consumo total de explosivos

X. Referencias Bibliográficas

Chahuares, S. (2012). *Nuevo Diseño de Malla para Mejorar la Perforación y Voladura en Proyectos de Explotación y Desarrollo Mina EL COFRE.*

De la Cruz G. (2018). *Optimización de costos en perforación y voladura Estandarizando la malla, para sección 2,40 m x 2,40 m en la empresa Cáncer E.I.R.L. MARSA.*

Exsa (2001). *Manual Práctico de Voladura* Edición. Especial. Perú.

Flores, R. (2019). *En su tesis Optimización de costos de perforación y voladura mediante el rediseño de malla y el factor de carga explosiva en la Galería Santa Mónica de la Unidad Minera Esperanza – Arequipa.*

Flores, M. (2013). *Optimización de los costos de las operaciones unitarias de perforación y voladura en la C.M Chambi-Mina Rinconada.*

Jáuregui, A. (2009). *Reducción de costos operativos en mina mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura,* Pontificia Universidad Católica del Perú.

Mamani, C. (2020). *Optimización de Opex en labores de avance horizontal aplicando el método de Roger Holmberg con un nuevo diseño de malla*



de perforación y consumo de explosivo en la Empresa Minera Arapa S.A.C. –Arequipa.

Mamani, P. (2015). *Optimización de Costos de perforación y voladura en la mina Maribel de Oro A-Ananea.*

Mamani, T. (2020). *Optimización de costos de producción mediante la evaluación de las operaciones de perforación y voladura en la Galería N12 de la Empresa Minera Sotrami S.A. – Ayacucho.*

Ortiz, Q. (2019). *Minimización de costos de perforación y voladura con rediseño de malla en la Galería 435 NE de la Unidad Minera Las Águilas de la Empresa Minera CIEMSA S.A. – Lampa.*

Pino, Ch. (2019). *Optimización de avance lineal con nuevo diseño de malla en el frente de la galería San Jorge en la Minera Aurífera Cuatro de Enero S.A. – Arequipa.*

Sancho, C. (2015). *Análisis de costos de perforación y voladura para optimizar el desarrollo de la Galería Anaconda de la Unidad minera Kori Chaska-Ananea.*

Tapia, C. (2015). *Optimización de la producción y avance mediante diseño de perforación y voladura en rampa 650 en la Empresa Especializada ESA S.A. CIA Minera ARES S.A.C., Universidad Nacional del Altiplano-Puno.*

Torres, C. (2020). *Optimización de Capex - Opex mediante la estandarización de malla de perforación y voladura en el Crucero 755 en la U.P. Alpacay de la CIA Minera Yanaquihua S.A.C. – Arequipa.*

Villasante, J. (2016). *Reducción de costos de explotación en las operaciones unitarias de la Minera Aurífera Cuatro de Enero S.A. – Arequipa.*

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Los resultados obtenidos del proyecto de investigación serán utilizados para realizar otras labores subterráneas similares que será en beneficio de la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa.

La ejecución del proyecto de investigación contribuirá económicamente, generando mayor utilidad para la Empresa Minera.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Los impactos en ciencia y tecnología será la implementación de un rediseño de malla de perforación, y la eficiencia del explosivo utilizado, que es el resultado de un estudio del comportamiento del macizo rocoso, lo cual es un



aporte a la ciencia y tecnología.

ii. Impactos económicos

La reducción de Opex de perforación y voladura en la Galería Santa Cecilia, beneficiará económicamente a la Unidad Minera, generando mayor utilidad, el mismo que será favorable para todos los trabajadores de la Empresa otorgando mejores beneficios económicas.

iii. Impactos sociales

Los impactos sociales del presente proyecto de investigación serán muy favorables porque los beneficios generados permitirán mejorar el salario de los trabajadores y por ende el bienestar de la población cercana a la zona minera.

También permitirá realizar las relaciones comunitarias y estudios de responsabilidad social para evitar conflictos sociales con las comunidades afectadas.

iv. Impactos ambientales

Los impactos ambientales del proyecto de investigación, mediante un estudio ambiental, nos permitirá monitorear y controlar el polvo y gases emitidos como resultado de perforación y voladura de la Galería Santa Cecilia en la Unidad Minera San Juan de Chorunga – Arequipa

XIII. Recursos necesarios

Para realizar el presente trabajo de investigación son necesarios los siguientes recursos:

Una oficina para realizar el estudio de investigación.

Información bibliográfica

Útiles de escritorio

Muebles y escritorio

01 Brújula Brunthon

01 Calculadora

01 Laptop

01 USB

01 Impresora

01 Flexómetro

01 Wincha métrica

01 Libreta de campo

Fichas de control

01 cámara fotográfica

XIV. Localización del proyecto

El Proyecto de investigación se realizará en la Galería Santa Cecilia de la Unidad



Minera San Juan de Chorunga – Arequipa., que se encuentra ubicado en la jurisdicción de:

Distrito : Río Grande
Provincia : Condesuyos
Departamento: Arequipa.

Dentro de las coordenadas U.T.M. Datum PSAD – 56, Zona 18, Banda L

8 241 544 Norte
709 279 Este

XV. Cronograma de actividades (Enero a Diciembre del 2023)

Actividad	Trimestres											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Documentación y bibliografía	X	X										
Elaboración del proyecto de investigación	X	X										
Muestreo y estudio de campo			X	X	X							
Levantamiento topográfico			X	X	X	X						
Pruebas de Perforación y voladura					X	X	X	X				
Cálculo de Opex de perforación y voladura						X	X	X				
Procesamiento de datos								X	X			
Pruebas y resultados									X	X		
Evaluación de resultados										X	X	
Elaboración de informe final											X	X

XVI. Presupuesto

Para desarrollar el proyecto de investigación se requerirán los siguientes recursos:

ITEM	DESCRIPCION	COSTO TOTAL S/.
01	Materiales requeridos	1 450.00
02	Información bibliográfica	1 550.00
03	Digitación	550.00
04	Información de campo	1350.00
05	Procesamiento de datos	650.00
06	Redacción del informe final	600.00
	Costo Total del Proyecto	6 150.00