



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

1. Título del proyecto

**MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE SOSTENIMIENTO EN LABORES MINERAS SUBTERRÁNEAS CON PERNOS SPLIT SET Y MALLA ELECTROSOLDADA EN LA UNIDAD MINERA CALPA – 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 2021**

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	<b>VELASQUEZ MEDINA DAVID</b>
Escuela Profesional	<b>INGENIERÍA DE MINAS</b>
Celular	<b>990564607</b>
Correo Electrónico	<b>Davdvelasquez@hotmail.com</b>

I. Título

**MINIMIZACIÓN DE COSTOS DE SOSTENIMIENTO EN LABORES MINERAS SUBTERRÁNEAS CON PERNOS SPLIT SET Y MALLA ELECTROSOLDADA EN LA UNIDAD MINERA CALPA – AREQUIPA**

II. Resumen del Proyecto de Tesis

La Unidad Minera Calpa de la Compañía Minera Intigold Mining S.A - Arequipa, está ubicado en la faja costanera de la Cordillera Occidental de los Andes dentro de la jurisdicción de Distrito de Atico, Provincia de Caravelí, Departamento de Arequipa y para la explotación del yacimiento aurífero viene utilizando el método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional. Actualmente para la explotación del yacimiento está desarrollando la Galería San Vicente de una sección de 2,80 m x 2.70 m y una longitud de 385 metros lineales en roca semidura y para el sostenimiento de labores mineras viene utilizando cuadros de madera y puntales, al realizar la evaluación de costos, tiene problemas de elevados costos de sostenimiento de labores mineras. El objetivo principal del proyecto de investigación es minimizar los de costos de sostenimiento en labores



mineras subterráneas con pernos split set y malla electrosoldada en la Unidad Minera Calpa – Arequipa. La metodología para realizar el presente proyecto de investigación consistirá en su etapa inicial en la evaluación del sistema de sostenimiento con madera considerando las ventajas, desventajas y las deficiencias que presenta el uso de la madera, analizando los factores que influyen en los costos de madera, costos de transporte, costos de instalación y el tiempo de duración de la madera, los mismos que se registrarán en sus respectivas fichas de control. Posteriormente en el proyecto de investigación se analizará los costos de materiales, costos de instalación, el tiempo de duración y la seguridad que ofrece el nuevo sistema de sostenimiento con pernos split set y malla electrosoldada según las características geológicas y geomecánicas del macizo rocoso del yacimiento aurífero de Unidad Minera Calpa - Arequipa. Finalmente para determinar el sistema de sostenimiento a utilizar se realizará el análisis de los costos de sostenimiento con madera y con pernos split set y malla electrosoldada en labores mineras de la Unidad Minera Calpa – Arequipa.

### III. Palabras claves:

Minimizar, costos, sostenimiento, pernos, malla, electrosoldada.

### IV. Justificación del proyecto

El proyecto de investigación se realizará porque la Unidad Minera Calpa – Arequipa, según los estudios de cubicación de reservas de mineral, posee un potencial de 576 384 Tm de mineral probado y 288 192 Tm de mineral probable con minerales de oro con una ley promedio de 5,75 g/tn y para la explotación del yacimiento mineral son necesarios diferentes labores subterráneas los mismos que requieren sostenimiento para la seguridad de los equipos y trabajadores.

La Unidad Minera Calpa – Arequipa, al utilizar el sistema de sostenimiento con pernos split set y malla electrosoldada, generará mejores resultados económicos y mayor rentabilidad para la empresa minera.

Por tanto el presente proyecto de investigación será de mucha importancia para la empresa minera, obteniendo como resultado mayor garantía en la seguridad de los equipos y un ambiente laboral seguro para los trabajadores, con lo que se justifica la ejecución del proyecto de investigación para la Unidad Minera Calpa – Arequipa.

### V. Antecedentes del proyecto

**Flores, S. E. (2001)**, en su tesis *Análisis y diseño de soportes en minería subterránea, perno de anclaje más resina en la rampa 523 mina San Rafael*, concluye que una de las grandes ventajas es, que se pueden aprovechar el cabezal de los pernos de anclaje para colgar las mangas de ventilación, mangueras de agua y aire comprimido. La metodología utilizada ha consistido en evaluar el sistema de sostenimiento de pernos de anclaje, su costo de instalación, tiempo de duración y eficiencia, llegando a un costo de 21.5 US\$/Tm.



**Torres, C. (2011)**, en su tesis *Análisis del sistema de sostenimiento con perno Split Set y malla electrosoldada aplicado en labores de explotación en la Unidad Minera El Cofre CIEMSA*. Concluye que con la metodología de la evaluación de costos de los sistemas de sostenimiento y rendimiento ha llegado a los siguientes resultados que el sistema de sostenimiento con Perno Split Set y malla electrosoldada es más económico que el uso de puntales de madera en el sostenimiento de labores en la Unidad Minera El Cofre.

**Quispe, (2018)**, en su tesis *Optimización de costos en sostenimiento con pernos helicoidales en la Unidad de Producción Chahuane de la Empresa Minera Soledad S.A.C. – Arequipa*. Concluye que con la metodología de la evaluación de costos de los tipos de sostenimiento ha llegado a los siguientes resultados: Utilizando el sostenimiento de cuadros de madera y puntales en las labores de explotación ha requerido un costo total de 22,35 US\$/Tm y con el sistema de pernos helicoidales un costo total de 20,07 US\$/Tm de mineral con una diferencia de 2,28 US\$/Tm de mineral, y al reducir el costo de sostenimiento, se obtuvo un ahorro de 91 930 US\$ por año.

**Narvaez, S. (2017)**, *Optimización de costos en sostenimiento con Pernos helicoidales usando Jumbo Retractable en el Pique Circular de la Unidad Minera Casapalca S.A.* Concluye que mediante la evaluación de costos de sostenimiento y el equipo utilizado ha llegado a los siguientes resultados: al utilizar el Jumbo Axera J-15 retráctil como equipo principal de sostenimiento, los costos unitarios de sostenimiento se han optimizado de 23,60 US\$/perno a 19,28 US\$/perno, con una diferencia de 4,32 US\$/perno.

**Sanca, M. E. (2009)**, en su tesis *Ejecución y sostenimiento de labores de desarrollo en la Unidad Minera Paula SAC*, concluye que para la estabilización de labores se emplean el sostenimiento con cuadros de madera y pernos de anclaje, previa evaluación geotécnica empleando el sistema GSI. La metodología para realizar el trabajo de investigación consistió en analizar el costo de madera, costo de instalación, tiempo de duración, ventajas y desventajas de la madera y posteriormente se ha analizado el sostenimiento con pernos de anclaje considerando los costos de los pernos, costos de instalación y tiempo de duración y finalmente se ha realizado el análisis comparativo de los costos de sostenimiento.

## VI. Hipótesis del trabajo

Mediante el sostenimiento con pernos split set y malla electrosoldada se minimizarán los costos de sostenimiento en labores mineras subterráneas de la Unidad Minera Calpa– Arequipa.

## VII. Objetivo general

Minimizar los de costos de sostenimiento en labores mineras subterráneas de la Unidad Minera Calpa – Arequipa.

## VIII. Objetivos específicos

- a) Evaluar los costos del sistema de sostenimiento con madera en labores mineras subterráneas de la Unidad Minera Calpa – Arequipa.



- b) Minimizar los costos de sostenimiento en labores mineras subterráneas mediante pernos split set y malla electrosoldada en la Unidad Minera Calpa – Arequipa.

## **IX. Metodología de investigación**

### **9.1 Diseño metodológico**

Según las características del proyecto de investigación es de tipo descriptivo, el estudio se refiere a la minimización de los costos de sostenimiento en labores mineras subterráneas mediante pernos split set y malla electrosoldada en la Unidad Minera Calpa – Arequipa.

La metodología para realizar el presente proyecto de investigación consistirá en su etapa inicial en la evaluación de los costos del sistema de sostenimiento con madera considerando las ventajas, desventajas y las deficiencias que presenta el uso de la madera, analizando los factores que influyen en los costos de madera, costos de transporte, costos de instalación y el tiempo de duración de la madera, los mismos que se registrarán en sus respectivas fichas de control. Posteriormente en el proyecto de investigación se analizará los costos de materiales, costos de instalación, el tiempo de duración y la seguridad que ofrece el nuevo sistema de sostenimiento con pernos split set y malla electrosoldada según las características geológicas y geomecánicas del macizo rocoso del yacimiento aurífero de Unidad Minera Calpa - Arequipa. Finalmente para determinar el sistema de sostenimiento a utilizar se realizará el análisis de los costos de sostenimiento con madera y con pernos split set y malla electrosoldada en labores mineras de la Unidad Minera Calpa – Arequipa.

### **9.2 Población**

La población para el presente proyecto de investigación estará constituido por las labores de explotación de: Galería San Vicente, Galería San Simón y San Juan de una sección de 2,8 m x 2,70 m, desarrollados en roca semidura de la Unidad Minera Calpa – Arequipa.

### **9.3 Muestra**

Para la muestra se ha considerado la Galería San Vicente de una sección de 2,80 m x 2.70 m y una longitud de 385 metros lineales desarrollado en roca semidura con una densidad de 2,65 Tm/m<sup>3</sup> en la Unidad Minera Calpa – Arequipa.

## **X. Referencias**

Espinoza, O. J. ( 2009), *Tipos de roca y sostenimiento a aplicarse en la U.E.A. Paula.*

Flores, S. E. (2001), *Análisis y diseño de soporte en minería subterránea, Pernos de anclaje más resina en la rampa 623, Mina San Rafael.*

Industria de Fortificación Minera S.A.C. ( 2010), *Split set en línea.*

International Rollforms INC. (2002), *Split set.*



- Maldonado, Z. L. ( 2008), *Aplicaciones geomecánicas en Mina Chungar*.
- Mining Rock, (2011), *Empresa productora de elementos metálicos para fortificación. Tipo Split set- Chile*.
- Narvaez, S. (2017), *Optimización de costos en sostenimiento con Pernos helicoidales usando Jumbo Retractil en el Pique Circular de la Unidad Minera Casapalca S.A*
- Patrick, S. A. y Augusto, A. (2009), *Sostenimiento en minas subterráneas mediante mallas romboidales de alambre de acero de ala resistencia*.
- Quilca, A. M. ( 2005), *Sostenimiento en minería subterránea COSUDE-proyecto GAMA*.
- Quispe, S. (2018), en su tesis *Optimización de costos en sostenimiento con pernos helicoidales en la Unidad de Producción Chalhuane de la Empresa Minera Soledad S.A.C. – Arequipa*.
- Ramirez, H. J. ( 2005), *Sostenimiento, módulo de capacitación técnico*, Empresas Minera MACDESA.
- Ramirez S. J. (2000), *Parámetros geomecánicos para sostenimiento en minería subterránea, área de planeamiento, mina Catalina Huanca*.
- Ros, E. A. (2 006), *Proyecto, manual de anclaje para sostenimiento en minería y obra civil*, Universidad Politécnica de Cartagena.
- Sonco, C. G. ( 2005), *Informe de trabajo profesional, experiencias del empleo de sostenimiento práctico minero en la CIA Minera Huarón*.
- Torres, C. C., (2011), *Análisis del sistema de sostenimiento con perno split set y malla electrosoldada aplicado en labores de explotación en la unidad minera el COFRE- CIEMSA*.
- Torres, Y. L. (2004), *Capacidad de anclaje de los pernos de roca*.
- Tubos y Perfiles, *accesorios - malla electrosoldada, Empresa de fabricación y distribución de productos para fortificación minera*.

## **XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto**

Los resultados del proyecto de investigación se utilizarán para utilizar en otras labores mineras subterráneas de explotación de la Unidad Minera Calpa – Arequipa  
La ejecución del proyecto de investigación contribuirá económicamente a la Unidad Minera Calpa – Arequipa.



## **XII. Impactos esperados**

### **i. Impactos en Ciencia y Tecnología**

Los impactos que generará en ciencia y tecnología es la implementación del sistema de sostenimiento con pernos split set y malla electrosoldada en la Unidad Minera, el mismo que es el resultado de un estudio del comportamiento del macizo rocoso y la eficiencia del tipo de sostenimiento, lo cual es un aporte a la ciencia y tecnología.

### **ii. Impactos económicos**

La minimización de los costos de sostenimiento, con pernos split set y malla electrosoldada, beneficiará económicamente a la Unidad Minera Calpa, al minimizar los costos en sostenimiento, bajará la ley de cut off y mejorará el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto de investigación.

### **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 aledaña.

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

### **iv. Impactos ambientales**

El beneficio generado por el proyecto de investigación permitirá monitorear y controlar los impactos ambientales negativos ocasionados por la ejecución del proyecto.

## **XIII. Recursos necesarios**

Para desarrollar el proyecto de investigación serán necesarios los siguientes recursos:

Un ambiente para realizar el estudio de investigación

Información bibliográfica

Útiles de escritorio

Muebles y escritorio

01 Laptop

01 Impresora

01 Calculadora

01 Brújula

02 Flexómetro

01 Wincha métrica

01 Archivador

01 Libreta de campo



#### XIV. Localización del proyecto

El proyecto de investigación se desarrollará en las labores mineras subterráneas de la Unidad Minera Calpa – Arequipa y está ubicado en la jurisdicción de:

Distrito : Atico  
Provincia : Caravelí  
Departamento : Arequipa

#### XV. Cronograma de actividades ( Enero a Diciembre del 2021)

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 sostenimiento					X	X	X	X				
Instalación de sostenimiento						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

Descripción	Costo total (S/.)
Material Bibliográfico	
Materiales de escritorio	1 200.00
Información de campo	2 500.00
Equipos necesarios	3 800.00
Redacción del informe final	650.00
Imprevistos 10%	815.00
<b>Costo total</b>	<b>8 965.00</b>