



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



## **REDUCCIÓN DE COSTOS DE PERFORACIÓN, VOLADURA, CARGUÍO Y ACARREO CON REDISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN EN LA MINA ANIMÓN DE LA EMPRESA CHUNGAR S.A.C. - PASCO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**BRAYAN HUANCCO QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



## Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**Reducción de costos de perforación, vola dura, carguío y acarreo con rediseño de malla de perforación en la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C. - Pasco**

AUTOR

**Brayan Huancco Quispe**

RECUENTO DE PALABRAS

**15532 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**75525 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**83 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 16, 2024 1:04 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 16, 2024 1:06 PM GMT-5**

### ● 18% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

  
**Dr. Anibal Sucari Leon**  
DOCENTE  
E.P. DE INGENIERÍA DE MINAS  
UNA - PUNO

  
  
**Dr. Americo Arizaca Avalos**  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad de Ingeniería de Minas



## DEDICATORIA

*Con todo cariño quiero dedicar esta tesis a mi tío Wilfredo Quispe Tacca un ángel que me ilumina desde el cielo, quien en vida me brindo los mejores consejos para formarme como persona y profesional, y de la mano con mis padres Dámaso e Hilda quienes en todo momento me alentaban para seguir con mi carrera, como no mencionar a mis hermanos Christian y Yessica que a pesar de ser mis menores siempre estuvieron para darme su apoyo moral para no periclitar en este trayecto de mi vida profesional.*

***Brayan Huancco Quispe***



## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, agradezco a Dios por darme salud y fuerzas para desarrollar mis conocimientos y estudios profesionales.*

*Seguidamente expreso toda mi gratitud a la Universidad Nacional del Altiplano por haber permitido que estudiara en sus aulas de mi Facultad de Ingeniería de Minas, a sus docentes, administrativos, y compañeros por haber impartido sus conocimientos académicos para mi formación profesional.*

*Finalmente expreso mi gratitud muy especial a mis padres y mis hermanos por ser el soporte y apoyo en cada tropiezo a lo largo de mi vida, y un grato agradecimiento a mi asesor Dr. Anibal Sucari León que con sus orientaciones y apoyo se pudo concretar la tesis de investigación.*

*Un enorme agradecimiento a todos ellos.*

***Brayan Huancco Quispe***



# ÍNDICE GENERAL

Pág.

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

**ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 13**

**ABSTRACT..... 14**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 15**

**1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ..... 16**

1.2.1. Pregunta general ..... 16

1.2.2. Preguntas específicas ..... 16

**1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS ..... 16**

1.3.1. Hipótesis general..... 16

1.3.2. Hipótesis específicas..... 16

**1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... 17**

**1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 18**

1.5.1. Objetivo general..... 18

1.5.2. Objetivos específicos ..... 18



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>24</b>
2.2.1. Rendimiento de un Scooptram.....	24
2.2.2. Parámetros que intervienen en el rendimiento del scooptrams.....	25
2.2.3. Transporte de material fragmentado .....	28
2.2.4. Ciclo de trabajo del scooptrams.....	28
2.2.5. Control de tiempo de un scooptrams .....	29
2.2.6. Equipos de carguío de material en minería.....	30
2.2.7. Equipos de acarreo y transporte de mineral.....	31
2.2.8. Perforación de rocas.....	31
2.2.9. Factores que intervienen en la perforación de rocas.....	33
2.2.10. Voladura de rocas.....	37
2.2.11. Costos.....	37
2.2.12. Clasificación de costos.....	38
<b>2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....</b>	<b>38</b>

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>40</b>
3.1.1 Accesibilidad.....	40
<b>3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO.....</b>	<b>41</b>
<b>3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>41</b>
3.4.1. Población .....	41



3.4.2. Muestra .....	41
<b>3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO Y METODOLÓGICO .....</b>	<b>41</b>
3.5.1. Nivel de investigación .....	41
3.5.3. Enfoque de investigación.....	42
3.5.4. Tipo de investigación.....	42
3.5.5. Diseño de investigación .....	42
<b>3.6. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>3.7. VARIABLES .....</b>	<b>43</b>
3.7.1. Variable independiente .....	43
3.7.2. Variable dependiente .....	44
<b>3.8. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>45</b>
<b>3.9. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....</b>	<b>45</b>
<b>3.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
<b>4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
4.1.1. Reducción de los costos de perforación en la galería Santa María.....	47
4.1.2. Reducción del costo de voladura en la galería Santa María .....	52
4.1.3. Reducción del costo de carguío y acarreo en la galería Santa María .....	55
4.1.4. Reducción de los costos de perforación, voladura, carguío y acarreo. ....	61
4.1.5. Prueba de hipótesis .....	63
<b>4.2. DISCUSIÓN.....</b>	<b>65</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>69</b>



**ANEXOS..... 72**

**Área:** Ingeniería de Minas

**Tema:** Análisis de costos mineros y comercialización de minerales

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25 de julio del 2024**





## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Porcentaje de esponjamiento .....	25
<b>Tabla 2</b> Dureza de las rocas según Mohs .....	33
<b>Tabla 3</b> Clasificación de las rocas según a la resistencia a la compresión .....	34
<b>Tabla 4</b> Acceso a la mina Animón .....	40
<b>Tabla 5</b> Operacionalización de las variables .....	44
<b>Tabla 6</b> Cálculo de costos en Perforación diseño anterior .....	48
<b>Tabla 7</b> Calculo de costos en el rediseño de la malla de perforación .....	50
<b>Tabla 8</b> Promedio del costo de perforación con diseño anterior .....	51
<b>Tabla 9</b> Cantidad de explosivo requerido por disparo en el diseño anterior .....	52
<b>Tabla 10</b> Costo de explosivo/disparo en el diseño anterior .....	52
<b>Tabla 11</b> Cantidad de explosivo requerido por disparo en el rediseño .....	53
<b>Tabla 12</b> Costo de explosivos/disparo en el rediseño .....	54
<b>Tabla 13</b> Rendimiento promedio del scooptrams de 3,5 yd <sup>3</sup> antes de la mejora .....	56
<b>Tabla 14</b> Costo promedio de carguío y acarreo del scooptrams antes de la mejora .....	57
<b>Tabla 15</b> Plan de mejora para el carguío y acarreo en la galería Santa María .....	58
<b>Tabla 16</b> Rendimiento promedio del scooptrams de 3.5 yd <sup>3</sup> después de la mejora .....	59
<b>Tabla 17</b> Costo promedio de carguío y acarreo del scooptrams después de la mejora .....	60
<b>Tabla 18</b> Reducción de costos de perforación en la galería Santa María .....	61
<b>Tabla 19</b> Reducción de costos de voladura en la galería Santa María .....	61
<b>Tabla 20</b> Reducción de costos de carguío y acarreo en la galería Santa María .....	62
<b>Tabla 21</b> Estadística descriptiva de perforación, voladura, carguío y acarreo .....	64
<b>Tabla 22</b> Prueba t de student para perforación, voladura, carguío y acarreo .....	65



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Aplicación de los Jumbos.....	32
<b>Figura 2</b> Curvas de tensión - deformación de diferentes tipos de rocas .....	35
<b>Figura 3</b> Ubicación del arranque.....	37
<b>Figura 4</b> Malla de perforación con diseño anterior.....	47
<b>Figura 5</b> Rediseño de malla de perforación .....	50
<b>Figura 6</b> Costo de perforación con diseño anterior de la malla de perforación .....	51
<b>Figura 7</b> Análisis de los costos en explosivos y accesorios en diseño anterior .....	53
<b>Figura 8</b> Análisis de costos de explosivos y accesorios en el rediseño .....	54
<b>Figura 9</b> Reducción de costos de perforación, voladura, carguío y acarreo .....	63



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1</b> Malla de perforación con el diseño anterior .....	73
<b>Anexo 2</b> Rediseño de la malla de perforación .....	74
<b>Anexo 3</b> Esquema de carguío de taladros diseño anterior .....	75
<b>Anexo 4</b> Esquema de carguío de taladros en el rediseño .....	75
<b>Anexo 5</b> Mantenimiento de las vías de acarreo .....	76
<b>Anexo 6</b> Galería después del mantenimiento .....	77
<b>Anexo 7</b> Precio unitario de avance lineal anterior en la galería .....	78
<b>Anexo 8</b> Precio unitario de avance lineal con rediseño en la galería .....	79
<b>Anexo 9</b> Datos de la prueba de hipótesis.....	80
<b>Anexo 10</b> Declaración jurada de autenticidad de tesis .....	82
<b>Anexo 11</b> Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional.....	83



## ACRÓNIMOS

<b>Cb</b>	: capacidad del balde
<b>R</b>	: rendimiento
<b>Fll</b>	: factor de llenado
<b>Tc</b>	: tiempo del ciclo de trabajo del scooptram
<b>E</b>	: esponjamiento
<b>Tc</b>	: tiempo de carguío
<b>Ttc</b>	: tiempo de traslado cargado
<b>Td</b>	: tiempo de descarga
<b>Trv</b>	: tiempo de retorno vacio
<b>C.U.</b>	: costo unitario



## RESUMEN

La mina Animón es una unidad minera de la empresa Chungar S.A.C. – Pasco, actualmente viene explotando un yacimiento polimetálico de plomo, zinc, plata y cobre mediante el método de corte y relleno ascendente mecanizado, para lo cual se ejecutó la galería Santa María con una sección de 3,50 x 3,00 m de 240 metros, al revisar los costos de operación se pudo detectar elevados costos en perforación y voladura llegando a un total de 349 \$/disp. incrementando al costo de carguío y acarreo de material disparado en la galería siendo 133,08 \$/disp., el objetivo del trabajo fue reducir los costos de perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C. – Pasco, la metodología que se aplicó fue un enfoque cuantitativo con un diseño pre experimental ya que se tuvo que manipular las variables con la finalidad de reducir los costos en perforación, voladura, carguío y acarreo, la población estuvo conformada por 5 galerías con una sección de 3,50 x 3,00 m y la muestra fue la galería Santa María previa autorización de la empresa, los principales resultados que se encontraron fue la reducción de costos en perforación de 142,52 \$/disp. a 134,30 \$/disp. en el caso de voladura se redujo de 206,75 \$/disp. a 187,45 \$/disp. finalmente en carguío y acarreo la reducción de costo fue de 144,30 \$/disp. a 99,37 \$/disp., llegando a la conclusión de que se logró la reducción de costos en perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C. de un costo inicial de 493,57 \$/disp. a 421,12 \$/disp. logrando una diferencia de 14,68 \$/disp.

**Palabras clave:** Acarreo, Costos, Perforación, Rendimiento, Voladura.



## ABSTRACT

The Animón mine is a mining unit of the company Chungar S.A.C. - Pasco, is currently exploiting a polymetallic deposit of lead, zinc, silver and copper using the mechanized upward cut and fill method, for which the Santa Maria gallery was built with a section of 3.50 x 3.00 m of 240 meters, when reviewing the operating costs it was possible to detect high costs in drilling and blasting reaching a total of \$ 349 \$/disp. increasing the cost of loading and hauling of material fired in the gallery being \$ 133.08 \$/disp., The objective of the work was to reduce the costs of drilling, blasting, loading and hauling in the Santa Maria gallery of the Animon mine of the company Chungar S.A.C. Pasco, the methodology applied was to reduce the costs of drilling, blasting, loading and hauling in the Santa Maria gallery of the Animon mine of the company Chungar S.A.C. Pasco. - Pasco, the methodology applied was a quantitative approach with a pre-experimental design since the variables had to be manipulated in order to reduce drilling, blasting, loading and hauling costs, the population consisted of 5 galleries with a section of 3.50 x 3.00 m and the sample was the Santa Maria gallery with prior authorization from the company, the main results that were found were the reduction of drilling costs from \$142.52/disp. in the case of blasting it was reduced from 206.75 \$/disp. to 187.45 \$/disp. finally in loading and hauling the cost reduction was from 144,30 \$/disp. to 99,37 \$/disp. The conclusion reached was a reduction in drilling, blasting, loading and hauling costs in the Santa María gallery of the Animón mine of the Chungar S.A.C. company, from an initial cost of 493,57 \$/disp. to 421,12 \$/disp., achieving a difference of \$14.68/disp.

**Keyword:** hauling, costs, performance, drilling, blasting.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mina Animón es parte de la empresa Chungar S.A.C. – Pasco, actualmente viene explotando un yacimiento polimetálico de plomo, zinc, plata y cobre mediante el método de corte y relleno ascendente mecanizado, para lo cual se ejecutó la galería Santa María con una sección de 3,50 x 3,00 m de 240 metros, al revisar los costos de operación se pudo detectar elevados costos en perforación y voladura llegando a un total de 349 \$/disp. incrementando el costo de carguío y acarreo de material disparado en la galería llegando a 133.08 \$/disp.

La causa principal del problema fue que los perforistas aplican una malla de perforación empírica trayendo como consecuencia un consumo excesivo de explosivo incrementando el costo destinado por disparo, esta actividad genera una granulometría irregular de diferente tamaño lo cual afecta al rendimiento de carguío y acarreo del material, por otra parte, se encontró una vía en mal estado incrementando el tiempo de acarreo de material disparado.

De continuar con los problemas detectados en las operaciones unitarias en la galería Santa María afectaría el presupuesto destinado para la ejecución de dicha labor, así mismo afectaría el consumo total de explosivos, aceros y equipos.



## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Pregunta general**

¿Cómo reducir los costos en perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C. – Pasco?

### **1.2.2. Preguntas específicas**

¿Cómo reducir los costos en perforación en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.?

¿Cómo reducir los costos de voladura en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.?

¿Cómo reducir los costos de carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.?

## **1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **1.3.1. Hipótesis general**

La reducción de los costos de perforación, voladura, carguío y acarreo se realiza mediante un rediseño de malla de perforación en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.

### **1.3.2. Hipótesis específicas**

El rediseño de malla de perforación permite reducir el costo de perforación en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.





La distribución de carga explosiva adecuada permite reducir los costos de voladura en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.

El control de tiempo permite reducir los costos de carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se realizó por que existía un problema en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C. en las diferentes actividades respecto al elevado costo en la perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María que tiene una sección de 3,50 m x 3,00 m, donde se encontró una perforación deficiente y la malla de perforación empírica, este problema se reflejaba en un consumo de explosivo excesivo en cada disparo que realizaban los diferentes turnos, así mismo un bajo rendimiento en el carguío y acarreo de material de dicha galería por parte del scoop trams de 3,5yd<sup>3</sup>.

La investigación se ejecutó para dar solución a los problemas que existía en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C. ya que se realizó un rediseño de la malla de perforación, carga explosiva adecuada y un control de tiempos estos cambios permitieron reducir los costos en perforación, voladura, carguío y acarreo en la ejecución de la galería Sana María con total normalidad según su programa de planeamiento.

La investigación es de suma importancia ya que se pudo demostrar los cambios significativos que se realizaron en la reducción de los costos de perforación voladura, carguío y acarreo en la ejecución de la galería Sana María, lo cuál fue un ejemplo para poder aplicar el mismo método en otras labores con la finalidad de que la empresa tenga



un ahorro en la ejecución de sus actividades de operacionales de la empresa Chuangar - Pasco.

## **1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar la reducción de los costos de perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C. – Pasco.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

Determinar la reducción de los costos de perforación en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.

Determinar la reducción de los costos de voladura en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.

Determinar la reducción de los costos de carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Quispe (2023) tuvo como objetivo incrementar el rendimiento del scoptram de  $3,5\text{yd}^3$  mediante la optimización del ciclo de trabajo en el By Pass 215 de la Unidad Minera San Rafael, donde manipuló la variable independiente analizando los tiempos, identificando las variables que intervienen en el rendimiento de scopptram, logrando incrementar el rendimiento del Scooptram de  $\text{yd}^3$  de  $47,26 \text{ m}^3/\text{h}$  a  $52,96 \text{ m}^3/\text{h}$  que viene a ser el 12 %, mediante la optimización del ciclo de trabajo en el By Pass 215 de la Unidad Minera San Rafael, por otra parte, influye directamente en la producción de mineral del tajo 215.

Davila (2021) señala que se logró optimizar los factores operativos en perforación y voladura mediante la implementación de la malla de perforación, el factor de carga se redujo de  $1,31 \text{ kg}/\text{m}^3$  a  $1,15 \text{ kg}/\text{m}^3$ , el factor de avance se redujo de  $23,15 \text{ kg}/\text{ml}$  a  $20,53 \text{ kg}/\text{ml}$  y por último el factor de potencia se logró reducir de  $0,49 \text{ kg}/\text{tn}$  a  $0,43 \text{ kg}/\text{tn}$ . Cuando se utiliza el nuevo modelo de perforación, el tiempo de perforación del borde de ataque se puede reducir de 4,29 horas por borde de ataque a 4,01 horas por borde de ataque en comparación con el tiempo de trabajo promedio. Respecto al costo total de la voladura, se puede reducir el costo de S/. 2,903.55 cambio único S/. 2,802.17, lo que significa un ahorro de S/. 101,4 sin incluir S/. 38.337,86 soles anuales.

Quiliche & Mestanza (2021) en su investigación propusieron como objetivo Evaluar el sistema de transporte de mineral de una mina subterránea Patáz – La Libertad 2021, se analizó las causas que no generan valor agregado a la actividad para reducir los



costos en la empresa, donde se evaluaron la extracción manual siendo igual a una producción de 7,1918 TM/guardia, 14,3836 TM/día, por otra parte, la producción mecanizada fue de 37,608 TM/guardia, 75,216 TM/día. También se calculó los tiempos de los ciclos y en número de viajes del izaje (extracción mecánica) obteniendo un tiempo promedio por ciclo de 10 minutos.

Morales (2020) su objetivo de su investigación fue aplicar un nuevo diseño de malla de perforación y voladura para mejorar la eficiencia en el avance de la rampa - 940, donde se realizó un estudio detallado de la geomecánica del macizo rocoso en la labor analizando las fracturas y esfuerzos con la finalidad de una adecuada distribución de los taladros, ya que con la empleabilidad de la nueva malla de perforación y una supervisión minuciosa durante el carguío de los taladros de la rampa (-) 940 de sociedad minera Austria Duvaz, el consumo de explosivos fue 44,09 kg por disparo y un factor de carga de 16,09 kg/m<sup>3</sup>; así mismo el consumo de los explosivos se minimizó considerablemente el daño del macizo rocoso ya que se redujo a 36 taladros a 32 taladros en la nueva malla. Estos resultados permitieron una minimización de costos en la perforación por disparo el cuál fue muy favorable para la ejecución de la rampa negativa 940.

Reyes (2019) su objetivo fue reducción de los costos de los indicadores en operaciones de perforación y voladura, ya que se identificó los problemas de un diseño inadecuado de la malla de perforación y la distribución de la carga explosiva en un frente de avance lineal causa pérdidas en el presupuesto económico para una organización considerado un punto delicado en la perforación y voladura. El desarrollo una nueva malla de perforación, fue necesario para alcanzar optimizar la perforación, reduciendo de 43 taladros perforados a 39 taladros perforados con la condición cambiar la broca escariadora de 38 mm a 50,80 mm para los taladros de Alivio; esto trajo una



mejora en la producción y reducción de costos aumentando una eficiencia de voladura simulado en software JKSimblast de 77,8% al 87,7%, mejorando un avance lineal efectiva de 1,4metros a 1,5metros por disparo.

Soncco (2019) su objetivo fue minimizar los costos de perforación y voladura mediante el rediseño de malla y el cálculo de la carga explosiva adecuada en el frente de la galería San Francisco en la Unidad Minera Pallancata – IESA – S.A. – Ayacucho. Su método fue en un análisis del método de perforación tomando en cuenta el burden y espaciamiento de los taladros y factor de carga que se utiliza en cada disparo de la galería, con el rediseño de la malla de perforación los costos de perforación y voladura se han reducido de 213,15 US\$/m a 183,86 US\$/m, haciendo una diferencia de 29,29 US\$/m, por otra parte, con la voladura optimizada el consumo de explosivo Emulnor 3000 y 5000, se ha reducido de 22,21 kg/metro a 18,15 kg/metro, con una diferencia es 4.06 kg/metro, en el frente de la Galería San Francisco de la Unidad Minera Pallancata – IESA S.A. – Ayacucho.

Llallahui (2016) su objetivo fue explicar y analizar como el mejoramiento de carguío y acarreo del material roto se relaciona con el mejoramiento del ciclo de minado en la U.E.A. mina Breapampa. Su método fue descriptivo y explicativo analizando los datos de control de tiempos de los equipos de carguío y transporte, factor de llenado y carguío ya sea en volquetes y scoptrams y evaluación de avances. Conociendo el ciclo de las operaciones (acarreo y transporte), se puede calcular la flota o equipos requeridos a ínfimo costo unitario y/o máxima producción en la unidad de tiempo, así como en la U.E.A Mina Breabampa, este método puede ser aplicado en otras empresas mineras con similares problemas, Es importante contar con un departamento de productividad, para la mejora de los procesos y procedimientos establecidos; de lo contrario, la operación se hará rutinaria disminuyendo de esta manera su valor a través del tiempo.



Llamocca (2014) su objetivo se centró en reducción de los costos unitarios de perforación, para ello analizó y evaluó las modificaciones propuestas por el área de Perforación y Voladura de la CIA minera La Zanja, considerando los parámetros iniciales de la unidad minera, con el fin de proponer el diseño adecuado y nuevas técnicas, que demuestren su factibilidad tanto operacional, como económica la adecuada selección de la columna de perforación se logra minimizar TDC. Para nuestro caso la propuesta A genera un menor costo en terrenos secos y competentes reduciendo así el costo de perforación de 6,75 US\$/m a 6,68 US\$/m.

Ramos (2013) donde su objetivo fue Explicar el planeamiento de perforación y voladura con jumbo para maximizar la producción y minimizar el costo para el periodo de explotación de la mina Socorro, siguiendo los procedimientos que se caracteriza por ser selectivo, intención, anticipación, dirección, y flexible. Posee herramientas informáticas como: Gantt y PERT/CPM. Asimismo, las variables de entrada son. Geografía, geomecánica, topografía, sociales, y operativas, finalmente al planificar el tiempo de operación de perforación y voladura se calculó el tiempo, resultando en 4,5 horas diarias, alcanzando 905 disp./mes respecto a los 345 disp./mese anteriores, reduciendo adicionalmente S/costos 1177 por metro a S/ 998,97 por metro lineal.

Pizarro (2019) su objetivo fue Mejorar el carguío y acarreo de mineral con el uso de indicadores de desempeño (KPIs) en la Cía. Minera Los Quenuales S.A., Yauliyacu, Lima 2018. Realizando un estudio de los equipos de acarreo scoop tram de 4,2 yd<sup>3</sup> y 6yd<sup>3</sup> durante el movimiento de mineral obteniendo la disponibilidad mecánica, utilización efectiva y rendimientos. Donde concluye que la dependencia de la productividad influye en el mejor control de los tiempos realizados para el acarreo del material, se ha logrado determinar los tiempos óptimos tales como: tiempo de limpieza en los tajos como tales Tj- 943, Tj-270,Tj-285,frente 975 y en la cámara acumulación



22, se ha reducido el tiempo de ida con carga de 2,5 a 2,3 minutos, el tiempo de retorno con carga se ha optimizado de 3,5 a 2,7 minutos, determinándose como resultado el incremento de más viajes de carga según las utilizaciones incrementando un total de 1050 toneladas, los equipos de carguío y acarreo incrementaron su utilización efectiva bajas de 65% moderada a  $> 80\%$  que representa ideal en la mejora de la operación.

Mendoza (2018) donde su objetivo de su investigación fue evaluar todo el proceso de transporte de mineral, en el cual se utilizó como una herramienta importante la toma de tiempos de todo el ciclo de transporte de mineral que se realiza con volquetes de  $20 \text{ m}^3$  y  $15 \text{ m}^3$ . Encontrando el tiempo perdido por tema de demora es en la cola de espera, teniendo valores de 20,28 min, dando un tiempo total de demora de 25,54 min, esto para la OP06(Ore Pass) cuando se carga con unidades de  $20 \text{ m}^3$ , El punto donde el carguío es más rápido es en el RC-15, ubicado en el nivel 4300, siendo valores de 5,39 min para unidades de  $20 \text{ m}^3$  unidades de  $15 \text{ m}^3$ .

Alvarez (2014) el objetivo de su investigación fue calcular la productividad de los camiones en función de las condiciones de operación y forma de carguío. Siguiendo los pasos como analizando la producción horaria real se encontró que proporcionó el 76,20% de la mejor producción posible debido al retraso en la carga de los canales de mineral, con la determinación de los ciclos totales de acarreo y transporte se pudo calcular la productividad horaria real en las unidades de acarreo y transporte en la Unidad Operativa Arcata, el tiempo, la eficiencia relacionada al equipo y al personal, además del material a transportar, influyen directamente en el cálculo de la productividad horaria.

Salas (2013) su objetivo fue cuantificar y optimizar mediante un estudio los indicadores clave de desempeño (KPIs) de los equipos para incrementar la producción



de 3000 a 3600 TM/día en la U.O. Pallancata, mediante una evaluación de los ciclos de operación en los equipos de perforación, carguío y acarreo, implementando una programación según el incremento de los KPIs de los equipos, logrando que en la perforación los equipos incrementan el uso efectivo bajo (<40%) a un uso efectivo moderado e ideal (>40%). Los equipos de carguío poseen utilizaciones efectivas moderadas a ideales (>40%) y los equipos de acarreo poseen utilizaciones efectivas ideales (>50%).

## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Rendimiento de un Scooptram

Pizarro (2019) manifiesta que corresponde al volumen o peso de producción teórico por unidad de tiempo de un equipo determinado. Generalmente se define como producción por hora, pero también se pueden utilizar tasas de producción por turno o por día.

$$R = \frac{60 * Cb * Fll}{Tc * E}$$

Donde:

Tc = tiempo del ciclo de trabajo

Cb = capacidad del balde

Fll = factor de llenado

E = esponjamiento del mineral



## 2.2.2. Parámetros que intervienen en el rendimiento del scooptrams

Para el cálculo del rendimiento tenemos algunos parámetros que se deben considerar en el rendimiento de un scooptrams y son los siguientes:

- ***El porcentaje de esponjamiento de material***

Es la relación existente entre el volumen inicial in situ y el volumen ya fragmentado o removido considerado después de su manipulación del material.

**Tabla 1**

*Porcentaje de esponjamiento*

<b>Clase de material</b>	<b>% de esponjamiento</b>
Arena natural	11
Suelo no natural	10 - 25
Material suelto	10 - 35
Suelo común	20 - 45
Material arcilloso	30 – 60
Macizo rocoso sólida	50 - 80

Nota: datos obtenidos de Piqueras (2019) y Ayay ( 2018)

- ***Capacidad del balde o cucharón***

La capacidad del cucharón de un montacargas se refiere al lugar donde se almacenan temporalmente los materiales a remolcar o transportar. Generalmente se mide en m<sup>3</sup> o yd<sup>3</sup>. El mercado industrial dispone de diferentes capacidades en función del tamaño de la carretilla elevadora.

- ***Fragmentación del material a cargar o acarrear***

El carguío es el primer cliente de la voladura, es el que se las tendrá que arreglar para manipular el material volado y si este material no cumple con las características apropiadas (granulometría, geometría de la ola de escombros, estado del piso, etc.), la operación del carguío se verá severamente afectada



(incremento de costos y daños en equipos), así mismo el transporte será afectado al bajar sus rendimientos (ciclo de carguío mayor) y podrá sufrir daños al ser cargado con material de mayor tamaño que lo ideal (Blas, 2007).

- ***Estado de la vía de acarreo***

Tanto el tipo de superficie de rodamiento que determina la resistencia a la rodadura de las unidades de acarreo, como la pendiente influencia el factor de resistencia a la gradiente y el ancho de vía en el caso del transporte hace eficiente y seguro el tráfico de los vehículos, en el caso de las unidades de excavación influencia significativamente tanto en rendimiento como la seguridad operativa (Blas, 2007).

- ***Pendiente de la vía***

El diseño de rampas es un factor importante al diseñar grandes operaciones mineras. Los planificadores deben comprender dónde los camiones serán más productivos en las rutas que diseñan. Normalmente, el 50% del tiempo total de viaje en una ruta de camiones transcurre en la rampa principal. Se ha observado que la productividad de los camiones disminuye en un promedio de 0,5% por cada 1% de aumento en la calidad de la rampa principal. Los planificadores deben analizar las opciones de diseño y considerar las consecuencias directas de aumentar o disminuir la pendiente de la rampa (Blas, 2007).

- ***Mantenimiento del equipo***

Todas estas son actividades realizadas por personal capacitado y autorizado que es responsable de garantizar la funcionalidad y disponibilidad de



los equipos para garantizar la continuidad del negocio y evitar fallas y/o mal funcionamiento de diversos equipos (Blas, 2007).

- ***Factores que afectan positivamente en el rendimiento de un volquete***

Blas (2007) afirma que son factores que intervienen de forma negativamente en el buen rendimiento como, entre los más importantes tenemos a:

- Sensación de cansancio por las horas extras.
- Cambios en el desempeño laboral.
- Complejidad de la ejecución de la obra.
- Bloqueo por demasiados dispositivos.
- No hay ningún responsable en el lugar de trabajo.
- Los materiales enviados son de mala calidad o no tienen el tamaño adecuado para su transporte.
- Factores climáticos inadecuados.
- Errores en el ambiente de trabajo, falta de iluminación.
- Demasiada rotación.
- Falta de disponibilidad oportuna de materiales de trabajo, herramientas, equipos, maquinaria y repuestos.
- Falta de personal capacitado.
- Falta de motivación de los empleados.



- Parada sin programación y control (ir a servicio, tomar café, etc.)
- ***Factores que intervienen negativamente en el rendimiento de un Scooptrams***

Para Peña (2019) algunos de los factores que apoyan a incrementar el rendimiento podemos mencionar los siguientes:

- La formación del personal.
- Innovaciones en tecnología de operación de equipos.
- La mejor planificación.
- Plan de incentivos para empleados.
- Mantenimiento adecuado de los equipos.
- Diseñar rutas y zonas que hagan más ameno el trabajo.
- Mejor trituración de rocas voladas.
- Plan de mantenimiento de equipos.

### **2.2.3. Transporte de material fragmentado**

El transporte de material consiste en el proceso de traslado de material mineral o desmonte desde el yacimiento hacia un destino como la cancha de mineral o la cancha de desmonte, el transporte del material se realiza utilizando volquetes de diferentes capacidades (Peña, 2019).

### **2.2.4. Ciclo de trabajo del scooptrams**

Peña (2019) dentro del ciclo de trabajo se toma en cuenta todas las tareas que ejecuta el scooptrams para poder acarrear el mineral, el cual está plasmado por la siguiente fórmula:

$$Cm = \text{carguío} + \text{ida con carga} + \text{descarga} + \text{retorno sin carga}$$



- **Proceso de carguío de mineral**

El manejo de materiales es el proceso de levantar materiales desde el suelo hasta un almacén de equipos móviles para su transporte o movimiento.

- **Ida del scooptrams con mineral cargado**

Se refiere al acarreo o transporte de materiales después de la carga. La captura se realiza a lo largo de la vía hasta llegar al punto de descarga del material.

- **Descarga de mineral trasladado**

La descarga del mineral consiste en realizar el vaciado respectivo del balde de un scooptrams hacia el piso, parrilla, chancadora o tolva del volquete.

- **Retorno del scooptrams sin mineral**

Este es el último paso del ciclo de trabajo del scooptram, ya que comienza con el regreso del scooptrams al punto de carga una vez finalizada la correspondiente descarga.

### 2.2.5. Control de tiempo de un scooptrams

Peña (2019) afirmó que el control de tiempo se refiere al cálculo del tiempo empleado en cada operación que realiza el scoptram y se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$Cm = Tc + Ttc + Td + Trv$$

Donde:

$Cm$  = Tiempo de ciclo de trabajo del scooptrams

$Tc$  = tiempo de carguío



$T_{tc}$  = tiempo de traslado cargado

$T_d$  = tiempo de descarga

$T_{rv}$  = tiempo de retorno vacío

- **Tiempo de carguío de mineral**

El tiempo necesario para cargar el material se considera desde el inicio hasta el final de la carga del material en el cucharón.

- **Tiempo de ida del scooptrams con mineral cargado**

El tiempo necesario para que un montacargas cargue o transporte material desde el punto de carga hasta el punto de descarga.

- **Tiempo de descarga de mineral**

Se considera el tiempo empleado en la colocación y descarga de materiales remolcados o transportados por el camión volquete.

- **Tiempo de retorno del scooptrams vacío**

Se tiene en cuenta el tiempo necesario para que los scooptrams regresen desde el punto de descarga al punto de carga.

#### **2.2.6. Equipos de carguío de material en minería**

Muñoz (2012) Esto significa que implica el movimiento de mineral desde el frente de producción hasta un tanque, cámara de mineral o pila de mineral ubicado en la mina. Amau (2019) menciona que el carguío y acarreo constituyen las acciones que definen la principal operación, en una operación minera. Son los encargados de mover los minerales quebrados o los desechos durante las voladuras. Los equipos utilizados en minas subterráneas están diseñados para



levantar y almacenar materiales en equipos diseñados para transportar o mover materiales, entre los cuales tenemos los siguientes tipos:

- scooptrams

### **2.2.7. Equipos de acarreo y transporte de mineral**

Esto implica el movimiento de material mineralizado y/o desechos desde el sitio de la mina hasta su destino final, ya sea para su trituración, acopio de mineral o almacenamiento de desechos. Las funciones involucradas en el proceso de transporte son las siguientes: En esta etapa, la ruta de transporte del material y la definición del destino están bien planificadas con base en las leyes de clasificación y tonelaje predefinidas. Por otro lado, la elección de la carga es cuando se determina el proyecto minero. , el tipo de minería a desarrollar (a cielo abierto o subterránea) comienza con el uso de equipos de transporte. Para ello se debe considerar un plan minero que incluya una evaluación técnica y económica completa. La selección de equipos se centra en tres conjuntos básicos de información: condiciones ambientales, características del depósito y geometría de la mina y sus requisitos específicos. El rol primordial en cuanto a los tamaños y tipos de equipos es la determinación de la productividad, selectividad y seguridad (Codelco, 2001).

### **2.2.8. Perforación de rocas**

Para (IGME, 1969) La perforación de rocas es el proceso de generar agujeros de forma cilíndricas en la roca y deben estar bien distribuidos geométricamente con el fin de poder depositar una cantidad de explosivo y realizar la voladura de rocas para la correcta fragmentación.

- **Perforación en galerías y túneles de avance**

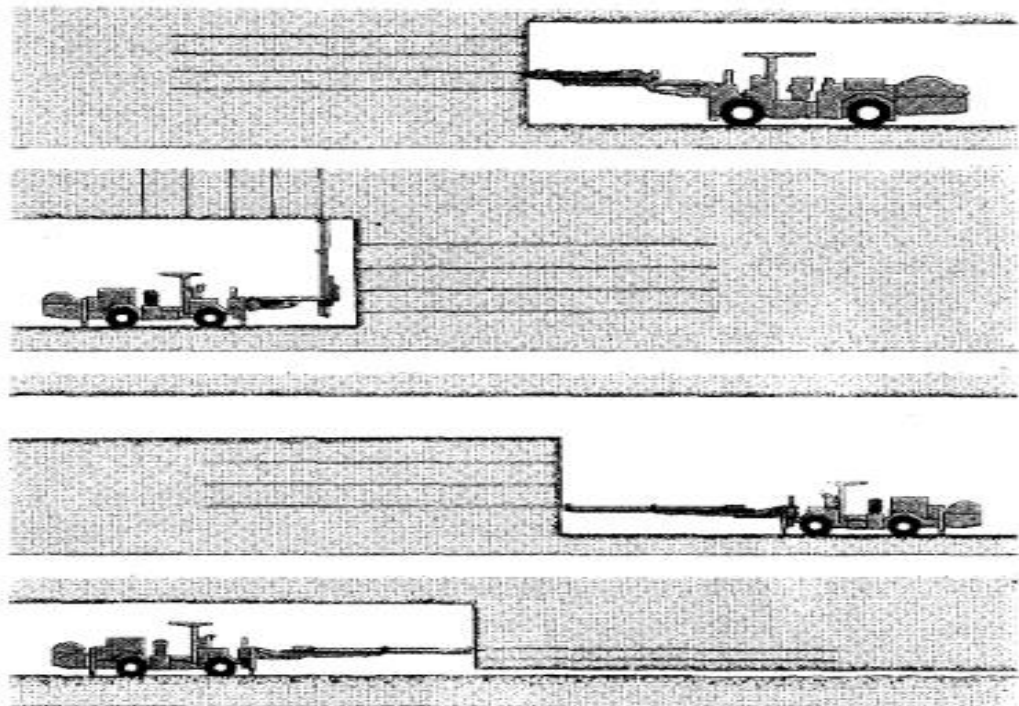
Es importante abrir una cara libre o arranque el cuál permitirá la salida del resto de los taladros durante la voladura de cada taladros generando una fragmentación uniforme, la perforación de los taladros puede ser de forma convencional o mecanizada empleando Jumbos (IGME, 1969).

Los Jumbos son equipos de perforación los cuales tienen uno o varios martillos perforadoras, sus aplicaciones son especialmente en labores subterráneas de avance lineal y podemos encontrar en:

- Labores de avance de galerías, rampas, cortadas, cruceros, sub niveles y by pass.
- Labores de producción, tajeos.

**Figura 1**

*Aplicación de los Jumbos*



Nota: imagen extraída de (IGME, 1969)



### 2.2.9. Factores que intervienen en la perforación de rocas

- **Dureza**

La dureza se define a la resistencia de una capa superficial respecto a una penetración por un objeto de mayor resistencia. Las rocas se clasifican según la escala de Mohs.

**Tabla 2**

*Dureza de las rocas según Mohs*

<b>Clasificación</b>	<b>Dureza de Mohs</b>	<b>Resistencia a la compresión (Mpa)</b>
Muy dura	+7	+ 200
Dura	6 – 7	120 – 200
Medio dura	4,5 – 6	60 – 120
Medio blanda	3 – 4,5	30 – 60
Blanda	2 – 3	10 – 30
Muy blanda	1 – 2	- 10

Nota: extraído del manual de (FAMESA, 2019)

- **Resistencia**

FAMESA (2019) La resistencia mecánica de una roca es la propiedad de oponerse a su destrucción bajo la aplicación de una carga exterior, estática o dinámica. La resistencia de una roca depende de su composición mineralógica, por otra parte, la resistencia de los minerales disminuye conforme aumenta el tamaño de los cristales.

Las rocas generalmente oponen una resistencia máxima a la compresión, la resistencia a la tracción o pasa de 10% a un 15% de la resistencia a la

compresión. Esto se debe a la fragilidad que presenta y a la cantidad de defectos locales e irregulares que presenta.

**Tabla 3**

*Clasificación de las rocas según a la resistencia a la compresión*

Resistencia a la compresión (Mpa)	Resistencia de la roca
$120 = < \sigma_C$	Muy alta
$80 = < \sigma_C > 120$	Alta
$50 = < \sigma_C < 80$	Media
$20 = < \sigma_C < 50$	Baja
$\sigma_C < 20$	Muy baja

Nota: extraído de (FAMESA, 2019)

$$I_s = \frac{F}{D^2}$$

Donde:

$I_s$  = Resistencia bajo carga puntual

F = Carga

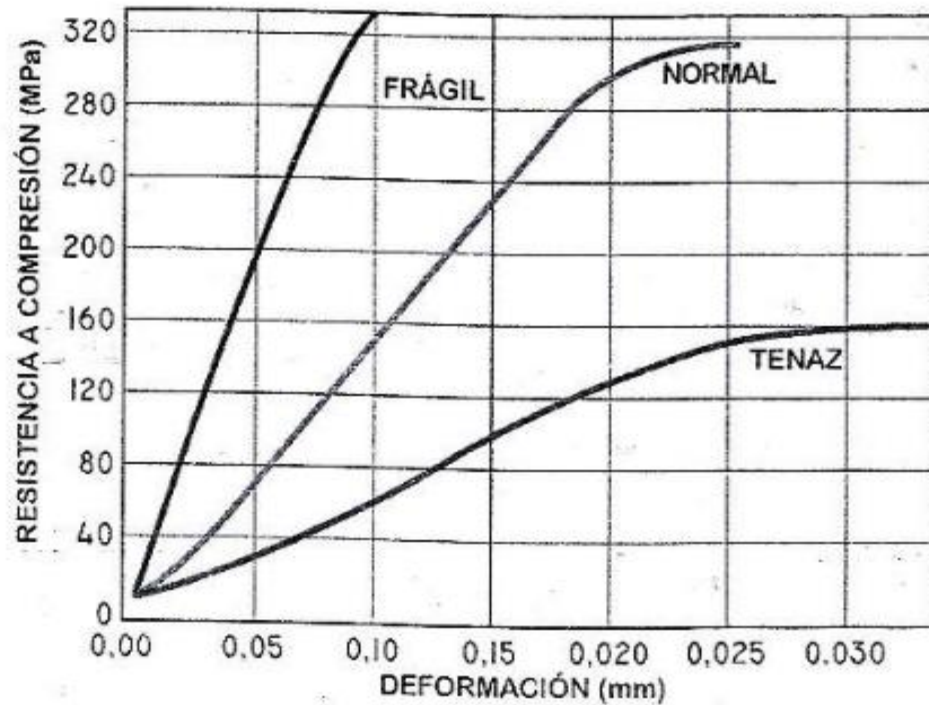
D = Diámetro del testigo

- **Elasticidad**

FAMESA (2019) La mayoría de los minerales constituyentes de la roca tienen un comportamiento elástico – frágil que obedece a la ley de Hooke, y se destruyen cuando las tensiones superan el límite de elasticidad.

**Figura 2**

*Curvas de tensión - deformación de diferentes tipos de rocas*



Nota: extraído de (FAMESA, 2019)

- **Plasticidad**

En algunos tipos de rocas, la deformación plástica ocurre antes de la falla. Comienza cuando la tensión en la roca excede el límite elástico. La plasticidad depende de la composición mineral de la roca y disminuye a medida que aumenta el contenido de cuarzo, feldespato y otros minerales de alta resistencia. Las arcillas húmedas y algunas rocas homogéneas son muy plásticas (FAMESA, 2019).

- **Abrasividad**

FAMESA (2019) La abrasividad se define como la capacidad de las rocas para desgastar su superficie de contacto de otro cuerpo más duro, o de



herramientas útiles, en el proceso de rozamiento durante el movimiento.

Algunos factores que elevan la capacidad abrasiva de las rocas son:

- La dureza de los granos constituyentes de la roca, las rocas que contienen granos de cuarzo.
- La forma de granos: los más angulosos son más abrasivos que los redondeados.
- El tamaño de los graos
- La porosidad de la roca. Este factor da lugar a superficies de contacto rugosas como concentraciones de tensiones locales.
- La heterogeneidad. Las rocas poliminerales, aunque tengan la misma dureza, son más abrasivas, pues van dejando superficies ásperas con presencia de granos duros.

- **Textura**

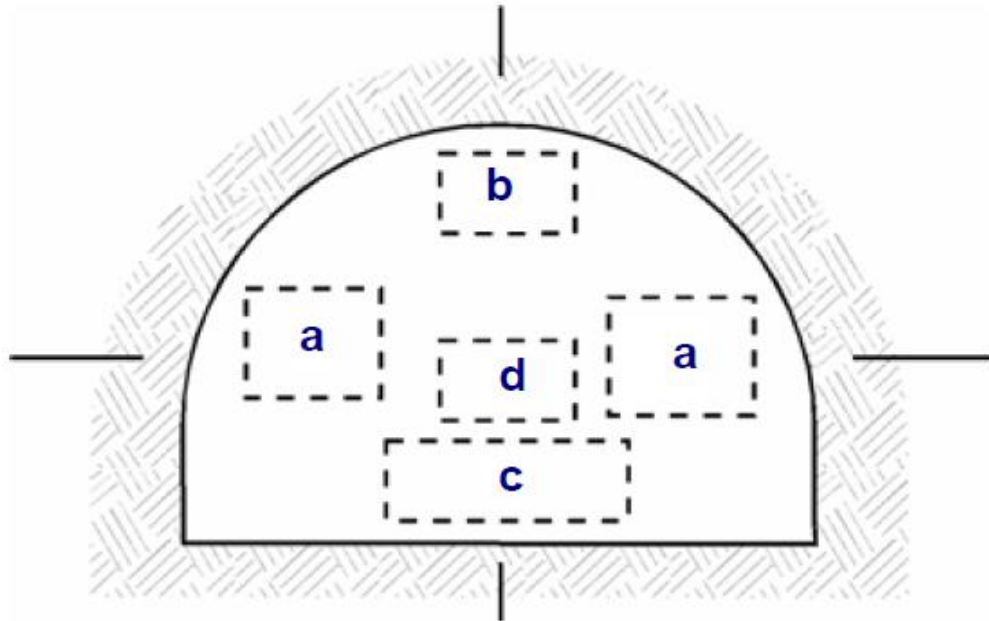
La tesxtura de la roca está definida a la estructura de los granos de minerales que la constituyen. Se manifiesta en el tamaño de granos, la forma, la porosidad y entre otros aspectos los cuales influyen en el rendimiento de la perforación (FAMESA, 2019).

- **Diseño de corte**

Es la apertura inicial, conocida como corte, arranque o cuele que tiene la finalidad de generar una segunda cara libre, respecto a la profundidad debe ser igual a la longitud de avance que se propone.

### Figura 3

#### *Ubicación del arranque*



Fuente: (EXSA, 1999)

#### **2.2.10. Voladura de rocas**

Es un proceso tridimensional, donde las presiones que se generan por los explosivos que se encuentran confinados en el taladro perforado en roca, originando una alta concentración de energía produciendo efectos dinámicos; fragmentación y desplazamiento de la roca lo menciona (Sucari-León, 2018).

#### **2.2.11. Costos**

Son los gastos que se realizan durante la ejecución del trabajo, el mismo debe ser controlado con exactitud y oportunamente, para tomar las correcciones que fueran necesarias (Iriarte, 2012).

Por otra parte Taddey (2004) planteo los objetivos de los costos en las operaciones mineras.



- Proporcionar información para medir los ingresos y evaluar el inventario
- Proporcionar información para el mejor control y gestión de las operaciones y actividades mineras.
- Suministrar toda la información según se base la gestión para el planeamiento y la toma de decisiones.

### 2.2.12. Clasificación de costos

- **Según la actividad**
  - **Costo variable:** Los costos variables son variables porque solo se incurren en ellos cuando se les necesita así mismo cambian con la producción (Iriarte, 2012).
  - **Costo fijo:** Los costos fijos son fijos porque se incurren en ellos así no se les necesite así mismo no cambian con la producción (Iriarte, 2012).
- **Según su asignación**
  - **El costo directo:** conforman los gastos que son posibles identificar directamente con un servicio o una producción. Ejemplo: insumos, salarios de los obreros directos a la producción, etc.(Durant, 2017).
  - **El costo indirecto:** Están formados por los gastos que no se pueden identificar con un servicio dado o una producción, relacionándose entre si en forma indirecta. Ejemplo: reparación y mantenimiento (Durant, 2017).

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Control de tiempos**



Es la actividad que se realiza en mina, el objetivo es conocer el tiempo que se dedica a toda tarea de una actividad desde inicio a final.

- **Acarreo de mineral**

Es el proceso de trasladar el mineral a distancias cortas, una vez que haya sido cargado el mineral con un scooptrams.

- **Reducción de costos**

Es el proceso de realizar la misma actividad sin afectar la productividad pero a un costo menor.

- **Scooptrams**

Es un equipo pesado de línea amarilla de bajo perfil que tiene las funciones de carguío, acarreo y descarga.

- **Vía de acarreo**

Es una labor ya sea horizontal o inclinado que permite el tránsito de los equipos que se dedican al acarreo de mineral.

- **Porcentaje de esponjamiento**

Es conocido como el volumen incrementado debido a los espacios vacíos que generan la fragmentación del mineral respecto al mineral in situ.

- **Perforación**

La perforación es el proceso de realizar agujero en la roca para depositar explosivo y generar una voladura.

- **Voladura**

La voladura es el proceso de una reacción química en el cual se liberan gases y genera la fragmentación del mineral.

- **Minería subterránea**

Se considera a todas las actividades que se realizan en interior mina con la finalidad de explotar un yacimiento minero.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

El trabajo se desarrolló en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C., la cual está ubicado en el departamento de Pasco, provincia Cerro de Pasco y en el distrito de Huayllay, encontrándose a una altitud de 48000 m.s.n.m.

En las siguientes coordenadas UTM:

Norte	Este
8'848,000	728,000
8'847,000	728,000
8'780,728	344,654
8'780,728	346,530

##### 3.1.1 Accesibilidad

El acceso a la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C. desde la ciudad de Arequipa es siguiendo la siguiente ruta.

**Tabla 4**

*Acceso a la mina Animón*

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (hr)
Arequipa – Lima	1012	16,5
Lima – Huayllay	204	4,5
Huyallay - Animon	10	0,5
<b>TOTAL</b>	<b>1226</b>	<b>22,5</b>

Nota: se evidencia la ruta para poder llegar a la unidad minera





### **3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO**

El trabajo se desarrolló en el primer semestre del año 2022, específicamente en los meses de abril y mayo.

### **3.3. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO**

El material utilizado para el trabajo fue de la mina Animon en especial de la galería Santa María, del área de operaciones perforación, voladura, carguío y acarreo.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO**

#### **3.4.1. Población**

Para el trabajo se consideró como población de estudio las galerías que tienen las mismas secciones 3,50 m x 3,00 m que son un total de 05 distribuidos en diferentes niveles. Por otra parte, Hernandez et al., (2014) señalan que es un conjunto de elementos que tienen características similares.

#### **3.4.2. Muestra**

Respecto a la muestra de estudio se consideró a la galería Santa María previa autorización de la empresa. Por otra parte, Hernandez *et al.*, (2014) señala que es un sub conjunto de la población de estudio siempre en cuando deben ser similares. Para lo cual, el tipo de muestreo que se aplicó fue de tipo no probabilístico según a los intereses del investigador.

### **3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO Y METODOLÓGICO**

#### **3.5.1. Nivel de investigación**

La investigación tiene un nivel descriptivo ya que durante las observaciones de describen los cambios y sucesos que ocurren en la galería



Santa María. Hernandez *et al.*, (2014) Estos estudios tienen como principal función especificar las propiedades, características, perfiles, de grupos, comunidades, objeto o cualquier fenómeno. Se recolectan datos de la variable de estudio y se miden.

### **3.5.3. Enfoque de investigación**

El trabajo de investigación siguió un enfoque cuantitativo por que los datos que se analizaron fueron cuantificables ya sea en la perforación, voladura, carguío y acarreo de material. Por otra parte, Hernandez et al. (2014) manifiestan que el enfoque cuantitativo recolecta datos con la finalidad de probar la hipótesis en base a la medición numérica.

### **3.5.4. Tipo de investigación**

El trabajo pertenece al tipo de investigación experimental ya que se tuvo que manipular las variables independientes con la finalidad de lograr un efecto al realizar los cambios. Según Hernandez et al. (2014) afirma que la investigación experimental necesariamente debe manipularse la variable independiente.

### **3.5.5. Diseño de investigación**

El trabajo de investigación es pre – experimental debido a que se tuvo observaciones y mediciones antes y después de la manipulación de las variables en un solo grupo. Así mismo Hernandez et al. (2014) señala que la investigación pre - experimental se manipula variable en un solo grupo y se realiza controles pre y post al tratamiento del grupo experimental.

GE                    O1-----X-----O2

GE: grupo de experimento

O1: observaciones y/o mediciones antes



X: tratamiento o manipulación de variables

O2: observaciones y/o mediciones después

### 3.6. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para lograr los objetivos propuestos se siguió los siguientes pasos:

- Se realizó un análisis y evaluación respecto a la malla de perforación y a la cantidad de explosivo utilizado para la voladura en la galería Santa María
- Se replantea un nuevo diseño de malla de perforación y distribución de carga explosiva para la galería Santa María.
- Se realiza el control de tiempo del carguío y acarreo del scooptrams de 3,5 Yd<sup>3</sup>, así mismo se calculó el costo en carguío y acarreo del scooptrams.
- Se identificó los diferentes problemas en el carguío y acarreo, generando un plan de mejora con la finalidad de incrementar el rendimiento en el carguío y acarreo de esta manera reduciendo el costo en dicha actividad.
- Se realizó una comparación de antes y después para demostrar la reducción de costos en perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María.
- Finalmente se realizó la validez de los resultados mediante el estadístico t de student con el software estadístico SPSS versión 25, con la finalidad de validar los resultados encontrados realizando comparación de medias emparejadas respecto al costo de perforación, voladura, carguío y acarreo de la galería Santa María.

### 3.7. VARIABLES

#### 3.7.1. Variable independiente

Rediseño de malla de perforación, carga explosiva y control de tiempos.

### 3.7.2. Variable dependiente

Reducción de costos de perforación, voladura, carguío y acarreo.

**Tabla 5**

*Operacionalización de las variables*

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente:</b> Rediseño de malla de perforación, carga explosiva y control de tiempos.	• N° de taladros	• N°
	• Burden y espaciamiento	• cm
	• Longitud de perforación	• cm
	• Diámetro del taladro	• mm
	• Tiempo de carguío	• min.
	• Tiempo de descarga	• min.
	• Tiempo de ida con carga	• min.
<b>Variable dependiente:</b> Reducción del costo de perforación, voladura, carguío y acarreo	• Tiempo de vuelta vacío	• min.
	• Factor de carga	• Kg/m <sup>3</sup>
		• \$/m
		• \$/m <sup>3</sup>
	• Costo del avance	• \$/m
• Costo de carguío y acarreo	• \$/m <sup>3</sup>	



### 3.8. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La técnica que se aplicó para la recolección de datos fue la observación directa en la labor utilizando instrumentos como la guía de observación en libreta de campo y posteriormente los datos fueron copiados al Excel.

### 3.9. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos fueron almacenados y procesados en una base de datos de Excel posteriormente se utilizó el software estadístico SPSS V25 para validar los resultados.

### 3.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La prueba de hipótesis se realizó mediante la aplicación del estadístico t de student una vez que se tuvo resultados anteriores y posteriores a la manipulación de las variables, finalmente se procesó en el software estadístico SPSS v25, realizando una comparación de medias emparejadas.

#### *Planteamiento de la hipótesis estadística de la investigación*

**H<sub>0</sub>:** El rediseño de malla de perforación, carga explosiva adecuada y un control de tiempo no permite reducir el costo de perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.

**H<sub>i</sub>:** El rediseño de malla de perforación, carga explosiva adecuada y un control de tiempo permite reducir el costo de perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.

#### *Nivel de la significancia*

Error = 0,05 del nivel de significación

El nivel de confianza fue al 95%



***Criterio de decisión***

Si  $(p\text{-value}) < \text{Alpha}$  entonces se tiene que rechazar la  $H_0$

Si  $(p\text{-value}) > \text{Alpha}$  entonces se tiene que aceptar la  $H_0$

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

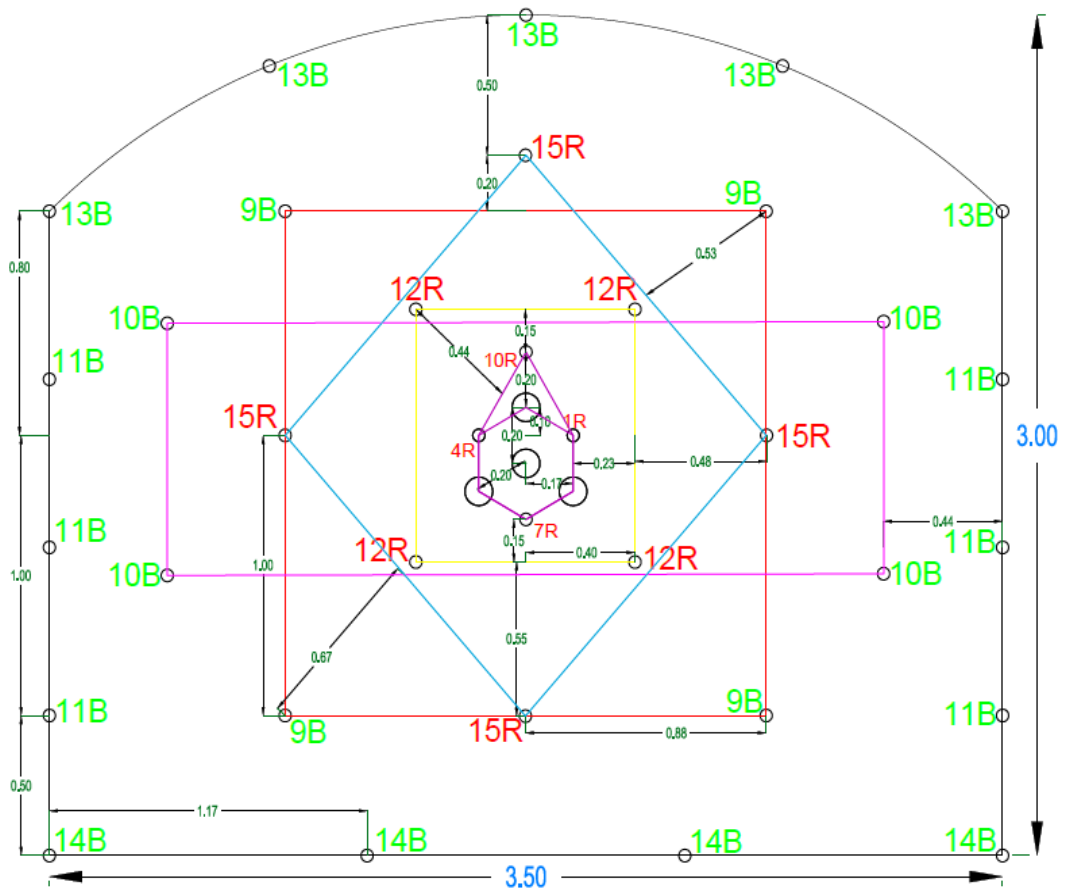
#### 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

##### 4.1.1. Reducción de los costos de perforación en la galería Santa María

Para lograr este objetivo se calculó el costo de la malla de perforación establecida por la empresa en el se presenta en la siguiente figura.

**Figura 4**

*Malla de perforación con diseño anterior*



La figura 4 muestra el diseño establecido de malla de perforación para la galería Santa María en el cual se tiene 04 taladros de alivio y 35 taladros cargados.

**Tabla 6***Cálculo de costos en Perforación diseño anterior*

Descripción	Und	Cant	C.U. (\$)	Utilización/ Vida Útil	\$/disp.	\$/m
Barra de perforación 12'	pza/pies	1,0	500,0	5 916,0	36,31	
Broca para barra R32 x 45 mm	pza/pies	1,0	89,0	749 00	50,98	
Acople para T38/R38	pza/pies	1,0	89,9	3 500,0	11,02	
SHANK para T38	pza/pies	1,0	296,7	6 000,0	21,21	
Broca para rimadora de 4"	pza/pies	1,0	194,4	1 063,0	8,05	
Afiladora para brocas	pza/pies	1,0	1 750,0	100 000,0	7,51	
Copas para afilado	pza/pies	0,5	140,0	10 000,0	6,01	
Manguera de jebe de 1"	m/disp	30,0	4,8	100,0	1,44	
<b>TOTAL</b>					<b>142,52</b>	<b>47,5</b>

La tabla 6 evidencia el cálculo de costos en la perforación con su diseño establecido en el cual se tiene 142,5 \$/disparo y 47,51 \$/m de avance lineal, ya que se considera un avance promedio de 3,0 m y el tipo de cambio del dólar igual a 3,70 soles

Por otra parte, para poder realizar el rediseño de la malla de perforación se tomó en consideración los siguientes datos:

Diámetro de taladros de alivio = 102 mm

Diámetro de taladros de producción = 45 mm

Longitud de barra de perforación = 12 pies = 3.66 m

Longitud de perforación = 11 pies = 3.35 m

Densidad de material de la galería = 2.8

Avance lineal según PU = 3.0 m

Tipo de roca = intermedia





Distancia entre taladros = 0.60 a 0.65

Coefficiente de roca = 1.5

N° de taladros = según EXSA

***Cálculo de perímetro de la sección***

$$P = 4 * \sqrt{A}$$

$$P = 4 * \sqrt{3,5 * 3}$$

$$P = 12,96 \text{ m}$$

***Cálculo del número de taladros a perforar en la galería 3,5 m x 3,0 m***

$$N^{\circ} \text{ tal} = \left( \frac{P}{dt} \right) + (c + S)$$

$$N^{\circ} \text{ tal} = \left( \frac{12,96}{0.62} \right) + (1.5 * 10.5)$$

$$N^{\circ} \text{ tal} = 20,7 + 15,7$$

$$N^{\circ} = 36,4$$

***Cálculo de volumen roto en la galería 3,5 m x 3,0 m***

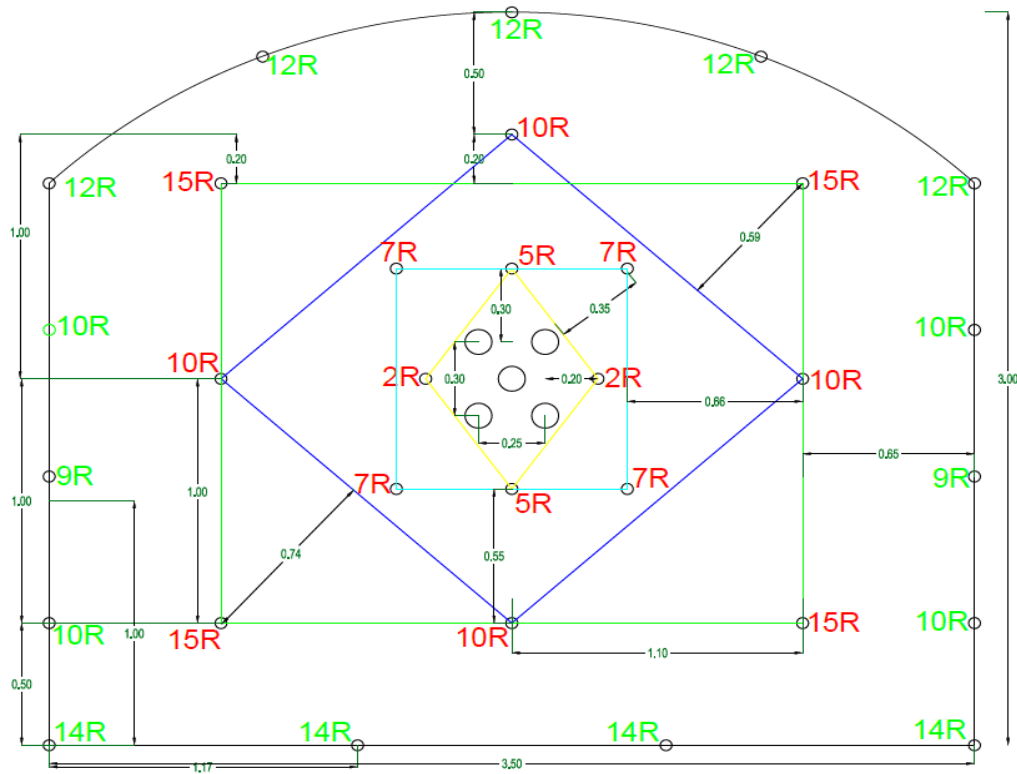
$$V_R = S * Av * \delta m$$

$$V_R = 3,5 * 3,0 * 3 * 1,3$$

$$V_R = 40,95 \text{ m}^3$$

**Figura 5**

*Rediseño de malla de perforación*



La figura 5 muestra el rediseño de la malla de perforación en la galería Santa María, en el cual se tiene 5 taladros de alivio y 31 taladros cargados.

**Tabla 7**

*Calculo de costos en el rediseño de la malla de perforación*

Descripción	Und.	Cant.	C.U. (\$)	Utilización/ Vida Util	\$/disp.	\$/m
Barra de perforación 12'	Pza/pies	1	500,7	5 916,0	33,52	
Broca para barra R32 x 45 mm	Pza/pies	1	89,0	749,0	47,05	
Acople para T38/R38	Pza/pies	1	89,9	3 500,0	10,17	
SHANK para T38	Pza/pies	1	296,7	6 000,0	19,58	
Broca para rimadora de 4"	Pza/pies	1	194,4	1 063,0	10,06	
Afiladora para brocas	Pza/pies	1	1 750,0	100 000,0	6,93	
Copas para afilado	Pza/pies	0,5	140,0	10 000,0	5,54	
Manguera de jebe de 1"	m/disp	30	4,8	100 00	1,44	
<b>TOTAL</b>					<b>134,3</b>	<b>44,5</b>

La tabla 7 evidencia el cálculo de costo del rediseño de malla de perforación en el cual se tiene 134,30 \$/disp. y 44,77 \$/m de avance lineal, en el cual se considera un avance promedio de 3,0 m

### Tabla 8

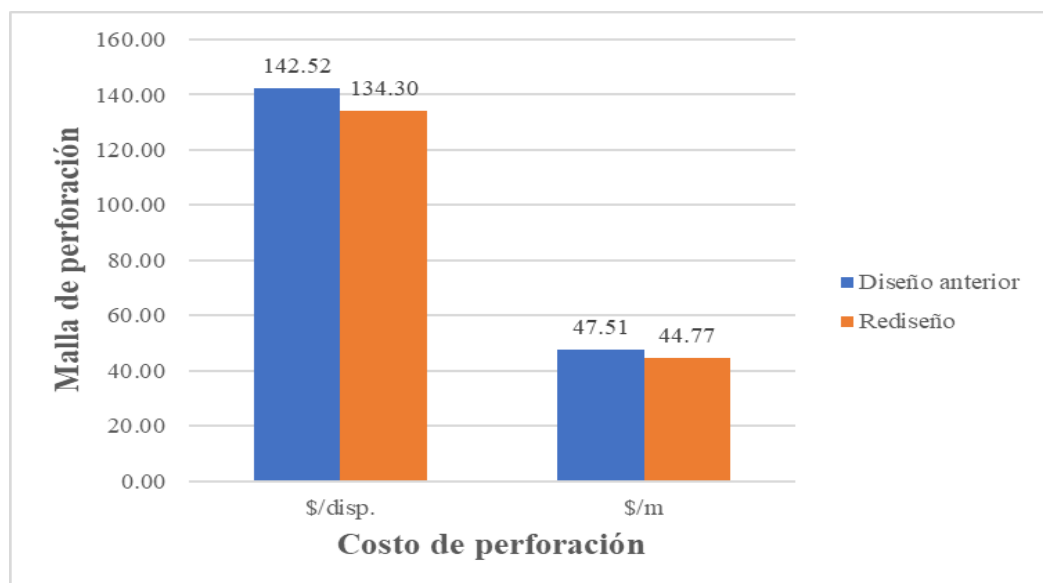
*Promedio del costo de perforación con diseño anterior*

Malla de perforación	\$/disp.	\$/m
Diseño anterior	142,52	47,51
Rediseño	134,30	44,77
Diferencia	8,22	2,74

La tabla 8 evidencia la reducción de costos de perforación en la galería Santa María en el cual existe una reducción de 8,22 \$/disp. y 2,74 \$/m. gracias al rediseño de la malla de perforación en el cual se tuvo que reducir la cantidad de taladros en el rediseño de la malla de perforación respecto al diseño establecido por la empresa.

### Figura 6

*Costo de perforación con diseño anterior de la malla de perforación*



La figura 6 muestra una clara reducción del costo de perforación en la galería Santa María ya sea en el costo por disparo o costo por metro de avance lineal.

#### 4.1.2. Reducción del costo de voladura en la galería Santa María

Para este objetivo se tuvo que determinar la cantidad de explosivo que fue necesario para realizar un disparo en la galería Santa María.

**Tabla 9**

*Cantidad de explosivo requerido por disparo en el diseño anterior*

<b>Tipo</b>	<b>N° tal.</b>	<b>N° cart.</b>	<b>Tipo explosivo</b>	<b>Kg</b>	<b>Total</b>
Cebo	35	1	EMULNOR 5000	6,3	35
Arranque	4	10	EMULNOR 5000	7,1	40
1ra ayuda	4	10	EMULNOR 5000	7,1	40
Tal. Producción	8	9	EMULNOR 3000	12,5	72
Hastiales	10	9	EMULNOR 3000	15,6	90
Corona	5	6	EMULNOR 3000	5,2	30
Arrastre	4	10	EMULNOR 5000	7,1	40
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>			<b>61,0</b>	<b>347,0</b>

La tabla 9 evidencia que se requiere 61,0 kg de explosivo por disparo y 347 cartuchos de explosivo para dicho disparo de la galería Santa María.

**Tabla 10**

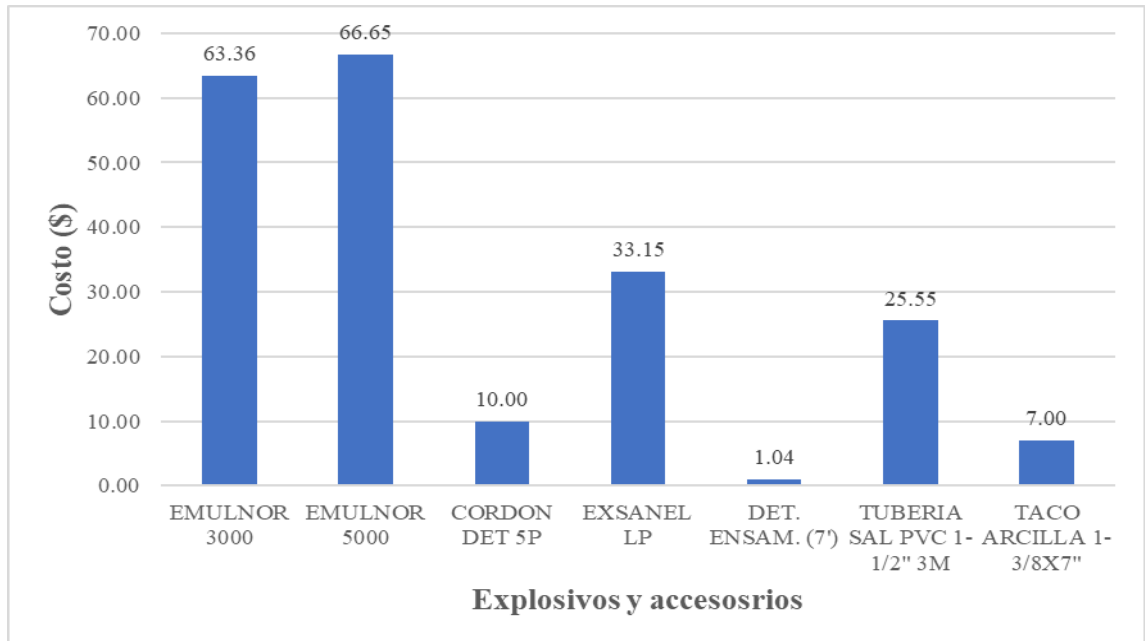
*Costo de explosivo/disparo en el diseño anterior*

<b>Explosivos/accesorios</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U. (\$)</b>	<b>Monto (\$)</b>
EMULNOR 3000	Cartuchos	192	0,33	63,36
EMULNOR 5000	Cartuchos	155	0,43	66,65
Cordon detonante 5p	m	40	0,25	10,00
Exsanel lp	Piezas	39	0,85	33,15
Det. Ensam. (7')	Piezas	2	0,52	1,04
Otros materiales				
Tubería pvc 1-1/2" 3m	Piezas	35	0,73	25,55
Taco arcilla 1-3/8x7"	Piezas	35	0,20	7,00
<b>TOTAL</b>				<b>206,75</b>

La tabla 10 muestra el costo de voladura por disparo en la galería Santa María siendo un total de 206,75 \$/disp.

**Figura 7**

*Análisis de los costos en explosivos y accesorios en diseño anterior*



La figura 7 evidencia que al realizar un disparo en la galería Santa María en voladura los costos más elevados son en el emulnor de 5000 y 3000.

**Tabla 11**

*Cantidad de explosivo requerido por disparo en el rediseño*

Tipo	N° tal.	N° cart.	Tipo explosivo	Kg	Total
Cebo	31	1	EMULNOR 5000	5,5	31
Arranque	4	10	EMULNOR 5000	7,1	40
1ra ayuda	4	10	EMULNOR 5000	7,1	40
Tal. Producción	8	9	EMULNOR 3000	12,5	72
Hastiales	6	8	EMULNOR 3000	8,3	48
Corona	5	6	EMULNOR 3000	5,2	30
Arrastre	4	10	EMULNOR 5000	7,1	40
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>			<b>53,0</b>	<b>301,0</b>

La tabla 11 muestra la cantidad requerida de explosivo para realizar un disparo en la galería Santa María, siendo un total de 53 kg de explosivos por disparo y 301 cartuchos de emulnor ya sea de 3000 y 5000.

**Tabla 12**

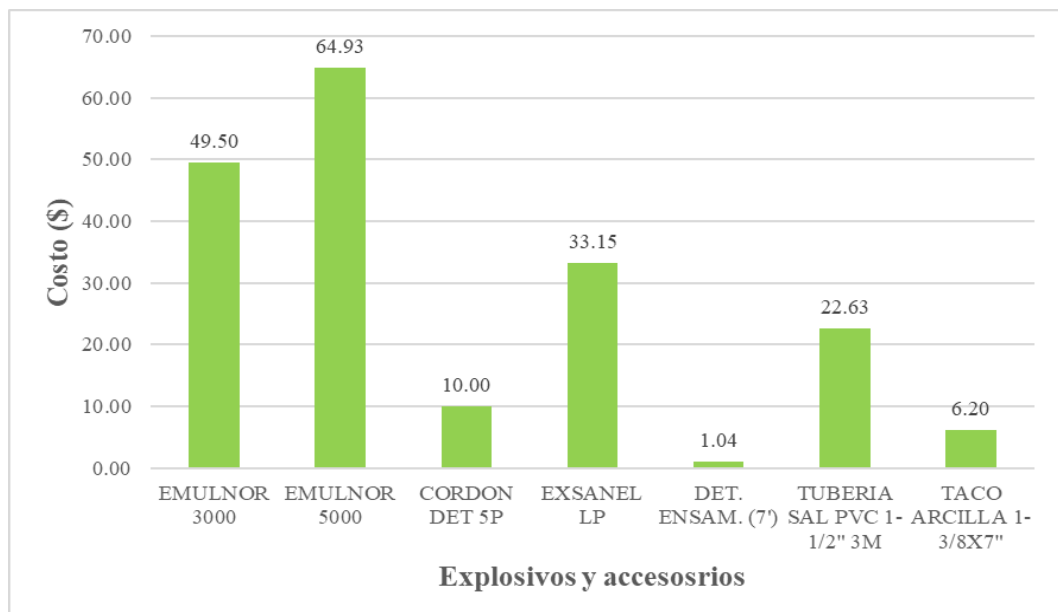
*Costo de explosivos/disparo en el rediseño*

Explosivos/accesorios	Unidad	Cantidad	P.u. (\$)	Monto (\$)
Emulnor 3000	Cartuchos	150	0,33	49,50
Emulnor 5000	Cartuchos	151	0,43	64,93
Cordon det 5p	metros	40	0,25	10,00
Exsanel lp	Piezas	39	0,85	33,15
Det. Ensam. (7')	Piezas	2	0,52	1,04
Tuberia sal pvc 1-1/2" 3m	Piezas	31	0,73	22,63
Taco arcilla 1-3/8x7"	Piezas	31	0,20	6,20
<b>TOTAL</b>				<b>187,45</b>

La tabla 12 muestra el costo necesario para realizar un disparo en la galería Santa María siendo un total de 187,45 \$/disp.

**Figura 8**

*Análisis de costos de explosivos y accesorios en el rediseño*





La figura 8 se puede evidenciar que los mayores costos en voladura corresponden a los explosivos de emulnor de 5000 y emulnor de 3000 respecto a los demás accesorios.

#### 4.1.3. Reducción del costo de carguío y acarreo en la galería Santa María

Para poder reducir los costos de carguío y acarreo del scooptrams se tuvo que realizar un control de tiempos de las actividades que realiza el scooptrams y conocer el rendimiento promedio de 16 días que se tuvo en la galería Santa María. En el cuál se tuvo los siguientes datos

- Volumen promedio fragementado :40,95 m<sup>3</sup>

$$V_R = S * Av * \delta m$$

$$V_R = 3,5 * 3,0 * 3 * 1,3$$

$$V_R = 40,95 m^3$$

- Scooptram : 3 yd<sup>3</sup> o 2,68 m<sup>3</sup>
- Distancia de acarreo : 130 m o 0,13 km
- Alquiler del scooptram : 89,58 \$/h (ver anexo 7)
- Rendimiento : (60\*Cb\*Fll)/(Tc\*E)
- Cb : capacidad del balde
- Fll : factor de llenado (0,75)
- Tc : tiempo del ciclo
- E : esponjamiento (1,2)

**Tabla 13***Rendimiento promedio del scooptrams de 3,5 yd<sup>3</sup> antes de la mejora*

<b>Día</b>	<b>T-ciclo min</b>	<b>Cb m</b>	<b>Fll %</b>	<b>E</b>	<b>R m<sup>3</sup>/h</b>
1	3,65	2,68	0,75	1,3	25,42
2	3,81	2,68	0,75	1,3	24,35
3	3,44	2,68	0,75	1,3	26,97
4	3,65	2,68	0,75	1,3	25,42
5	3,87	2,68	0,75	1,3	23,97
6	3,61	2,68	0,75	1,3	25,70
7	3,67	2,68	0,75	1,3	25,28
8	3,62	2,68	0,75	1,3	25,63
9	3,56	2,68	0,75	1,3	26,06
10	3,5	2,68	0,75	1,3	26,51
11	3,51	2,68	0,75	1,3	26,43
12	3,58	2,68	0,75	1,3	25,91
13	3,67	2,68	0,75	1,3	25,28
14	3,8	2,68	0,75	1,3	24,41
15	3,74	2,68	0,75	1,3	24,80
16	3,71	2,68	0,75	1,3	25,01
Promedio	3,65				25,45

La tabla 13 muestra el rendimiento promedio del scooptrams de 16 días de control diario turno día, evidenciando el promedio del rendimiento 25,45 m<sup>3</sup>/h, el cual es considerado muy bajo por parte de la empresa. Por otra parte, el promedio del tiempo del ciclo de trabajo del scooptrams es 3,65 min. El cual comprende el tiempo de carguío, ida con material cargado, descarga del material y retorno con el balde vacío. Seguidamente se prosigue a realizar el análisis de costo de carguío y acarreo del scooptrams para cada día en promedio.



**Tabla 14***Costo promedio de carguío y acarreo del scooptrams antes de la mejora*

Día	Volumen fragmentado m <sup>3</sup>	Rendimiento del scooptrams m <sup>3</sup> /h	Tiempo requerido h	Costo del scooptrams \$/h	Costo total \$
1	40,95	25,42	1,61	89,58	144,33
2	40,95	24,35	1,68	89,58	150,66
3	40,95	26,97	1,52	89,58	136,03
4	40,95	25,42	1,61	89,58	144,33
5	40,95	23,97	1,71	89,58	153,03
6	40,95	25,70	1,59	89,58	142,75
7	40,95	25,28	1,62	89,58	145,12
8	40,95	25,63	1,60	89,58	143,14
9	40,95	26,06	1,57	89,58	140,77
10	40,95	26,51	1,54	89,58	138,40
11	40,95	26,43	1,55	89,58	138,79
12	40,95	25,91	1,58	89,58	141,56
13	40,95	25,28	1,62	89,58	145,12
14	40,95	24,41	1,68	89,58	150,26
15	40,95	24,80	1,65	89,58	147,89
16	40,95	25,01	1,64	89,58	146,70
Promedio	<b>40,95</b>	<b>25,45</b>	<b>1,61</b>	<b>89,58</b>	<b>144,30</b>

La tabla 14 muestra el costo de carguío y acarreo en promedio de los 16 días que fueron analizados en el cual se tiene un promedio de 144,30 \$ por cada disparo que se realice en la galería Santa María.

Posterior a estos análisis se encontró varios problemas en el carguío y acarreo de material en la galería Santa María, para lo cual se planteó planes de mejora con la finalidad de mejorar el rendimiento y reducir los costos de carguío y acarreo del scooptrams como se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15**

*Plan de mejora para el carguío y acarreo en la galería Santa María*

<b>Problemas</b>	<b>Plan de mejora</b>	<b>responsable</b>	<b>Estado</b>
Vías en mal estado	Realizar mantenimiento de vía	Servicios mina	100 %
Operador de scooptrams con poca experiencia	Capacitar al operador de scooptrams	Mantenimiento y seguridad	100 %
Ventilación deficiente	Prolongar manga de ventilación	Servicios mina	100 %
Tiempos muertos	Sensibilización al operador	Operación mina	100 %

La tabla 15 evidencia el plan de mejora que se implementó para la Galería Santa María, con la finalidad de mejorar el rendimiento del scooptram y reducir el costo de carguío y acarreo, para ejecutar dicho plan se tuvo el apoyo del personal de servicios mina, el cual tiene un costo unitario establecido que no afecta al costo de carguío y acarreo de la empresa.

Este plan de mejora tuvo efecto positivo en el rendimiento del scooptrams de 3 yd<sup>3</sup> y se evidencia en la siguiente tabla.

**Tabla 16***Rendimiento promedio del scooptrams de 3.5 yd<sup>3</sup> después de la mejora*

<b>Día</b>	<b>T-ciclo min</b>	<b>Cb m</b>	<b>Fll</b>	<b>E</b>	<b>R m<sup>3</sup>/h</b>
1	2,38	2,68	0,75	1,3	38,98
2	2,63	2,68	0,75	1,3	35,27
3	2,36	2,68	0,75	1,3	39,31
4	2,39	2,68	0,75	1,3	38,82
5	2,75	2,68	0,75	1,3	33,73
6	2,57	2,68	0,75	1,3	36,10
7	2,58	2,68	0,75	1,3	35,96
8	2,56	2,68	0,75	1,3	36,24
9	2,42	2,68	0,75	1,3	38,33
10	2,43	2,68	0,75	1,3	38,18
11	2,53	2,68	0,75	1,3	36,67
12	2,45	2,68	0,75	1,3	37,86
13	2,4	2,68	0,75	1,3	38,65
14	2,64	2,68	0,75	1,3	35,14
15	2,58	2,68	0,75	1,3	35,96
16	2,54	2,68	0,75	1,3	36,52
Promedio	2,51				36,98

La tabla 16 evidencia un incremento en el rendimiento del scooptrams en los 16 días que se realizó seguimiento teniendo un promedio de 36,98 m<sup>3</sup>/h, esto quiere decir que el plan de mejora si tuvo impacto positivo en el carguío y acarreo de material.

**Tabla 17***Costo promedio de carguío y acarreo del scooptrams después de la mejora*

Día	Volumen fragmentado m <sup>3</sup>	Rendimiento del scooptrams m <sup>3</sup> /h	Tiempo requerido h	Costo del scooptrams \$/h	Costo total \$
1	40,95	38,98	1,05	89,58	94,11
2	40,95	35,27	1,16	89,58	104,00
3	40,95	39,31	1,04	89,58	93,32
4	40,95	38,82	1,05	89,58	94,51
5	40,95	33,73	1,21	89,58	108,74
6	40,95	36,10	1,13	89,58	101,62
7	40,95	35,96	1,14	89,58	102,02
8	40,95	36,24	1,13	89,58	101,23
9	40,95	38,33	1,07	89,58	95,69
10	40,95	38,18	1,07	89,58	96,09
11	40,95	36,67	1,12	89,58	100,04
12	40,95	37,86	1,08	89,58	96,88
13	40,95	38,65	1,06	89,58	94,90
14	40,95	35,14	1,17	89,58	104,39
15	40,95	35,96	1,14	89,58	102,02
16	40,95	36,52	1,12	89,58	100,44
Promedio	40,95	36,98	1,11	89,58	99,37

La tabla 17 se evidencia el costo de carguío y acarreo del scooptrams de 3 yd<sup>3</sup>, promedio que fue analizado durante 16 días llegando a obtener en promedio 99,37 \$/disparo, ya que el plan de mejora incrementó el rendimiento y a consecuencia el costo de carguío y acarreo tiene una reducción significativa.

#### 4.1.4. Reducción de los costos de perforación, voladura, carguío y acarreo.

Para lograr este objetivo se tuvo que realizar una comparación de antes y después de la manipulación de variables en perforación, voladura, carguío y acarreo de material.

**Tabla 18**

*Reducción de costos de perforación en la galería Santa María*

<b>Perforación</b>	<b>Diseño anterior (\$)</b>	<b>Rediseño (\$)</b>
Barra speed rod T38-H35-R32 de 12'	36,31	33,52
Broca R32 x 45 mm	50,98	47,05
Acople T38/R38	11,02	10,17
SHANK T38 HLX5/T D45 L500	21,21	19,58
Broca Rimadora de 4"	8,05	10,06
Afiladora de brocas	7,51	6,93
Copas de afilado	6,01	5,54
Manguera de 1"	1,44	1,44
Total \$/disp.	142,52	134,30
<b>TOTAL \$/m</b>	<b>47,51</b>	<b>44,51</b>

La tabla 18 evidencia la reducción del costo de perforación en la galería Santa María, donde se redujo de 142,52 a 134,30 \$/disp. del mismo modo se muestra la reducción de 47,51 a 44,51 \$/m de avance lineal, esto quiere decir que el rediseño de malla de perforación tiene efectos positivos en la reducción de costo en perforación de dicha labor.

**Tabla 19**

*Reducción de costos de voladura en la galería Santa María*

<b>Explosivos/accesorios</b>	<b>Diseño anterior (\$/disp.)</b>	<b>Rediseño (\$/disp.)</b>
Emulnor 3000	63,36	49,50
Emulnor 5000	66,65	64,93
Cordon det 5p	10	10,00
Exsanel lp	33,15	33,15
Det. Ensam. (7')	1,04	1,04
Tubería sal pvc 1-1/2" 3m	25,55	22,63
Taco arcilla 1-3/8x7"	7	6,20
<b>TOTAL</b>	<b>206,75</b>	<b>187,45</b>



La tabla 19 muestra la reducción de voladura en la galería Santa María de 206,75 a 187,45 \$/disp. esto quiere decir de que una distribución de carga explosiva adecuada tiene efecto positivo para poder reducir el costo en voladura.

**Tabla 20**

*Reducción de costos de carguío y acarreo en la galería Santa María*

Día	Diseño anterior	Rediseño
	Costo total \$/disp.	Costo total \$/disp.
1	144,33	94,11
2	150,66	104,00
3	136,03	93,32
4	144,33	94,51
5	153,03	108,74
6	142,75	101,62
7	145,12	102,02
8	143,14	101,23
9	140,77	95,69
10	138,40	96,09
11	138,79	100,04
12	141,56	96,88
13	145,12	94,90
14	150,26	104,39
15	147,89	102,02
16	146,70	100,44
<b>Promedio</b>	<b>144,30</b>	<b>99,37</b>

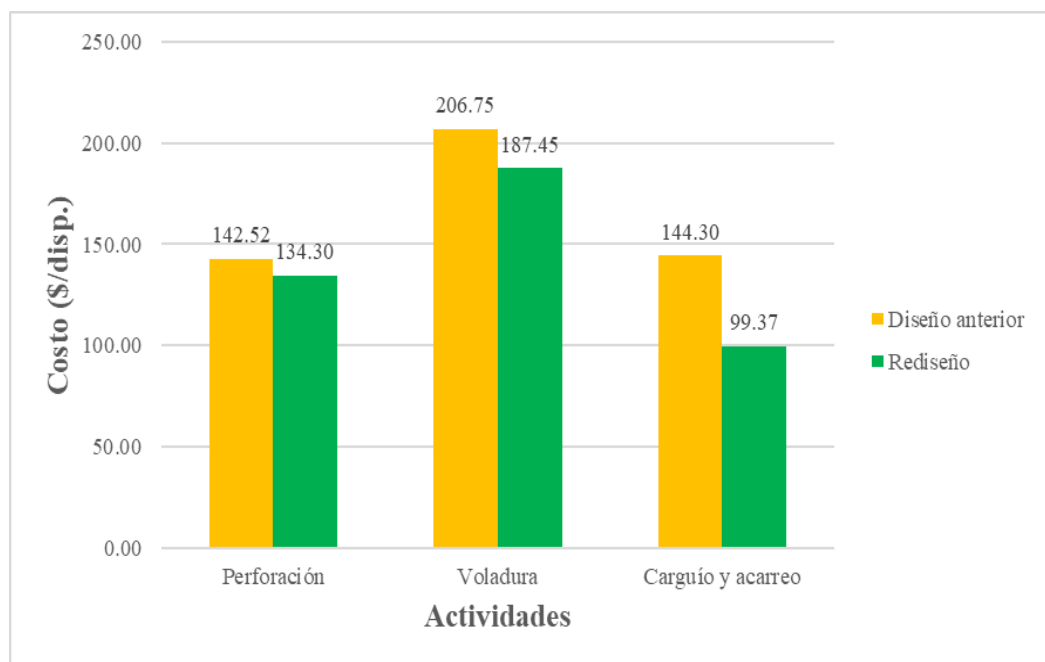
La tabla 20 se evidencia la reducción de costo respecto al carguío y acarreo de material en la galería Santa María el cual se hizo seguimiento durante 16 días, la reducción fue de 144,30 a 99,37 \$/disp., esto quiere decir de que el

plan de mejora que se implementó tuvo su efecto positivo en la reducción del costo de carguío y acarreo.

Finalmente se presenta un resumen mediante una representación gráfica la reducción de los costos de perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.

**Figura 9**

*Reducción de costos de perforación, voladura, carguío y acarreo*



La figura 9 muestra una comparación de la reducción de los costos del diseño anterior respecto al rediseño que se aplicó en la galería Santa María en el cual la reducción de costos se dio en la perforación, del mismo modo en voladura y finalmente en carguío y acarreo.

#### **4.1.5. Prueba de hipótesis**

Para la confiabilidad de los resultados se le aplicó el estadístico t de student y fueron procesados los datos con el software estadístico SPSS V-25.

### ***Planteamiento de la hipótesis estadística***

**H<sub>0</sub>:** El rediseño de malla de perforación, carga explosiva adecuada y un control de tiempo no permite reducir el costo de perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.

**H<sub>i</sub>:** El rediseño de malla de perforación, carga explosiva adecuada y un control de tiempo permite reducir el costo de perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C.

### ***Nivel de la significancia***

Error = 0,05 nivel de significación

Nivel de confianza = 95%

### ***Criterio de decisión***

Si (p-value) < que alpha entonces se rechaza la H<sub>0</sub> y se acepta la H<sub>i</sub>

Si (p-value) > que alpha entonces se acepta la H<sub>0</sub> y se rechaza la H<sub>i</sub>

### **Tabla 21**

*Estadística descriptiva de perforación, voladura, carguío y acarreo*

<b>Observación</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Desv. Desviación</b>	<b>Desv. Error promedio</b>
Diseño anterior	160,7817	48	33,09287	4,77654
Con rediseño	137,7727	48	39,64183	5,72181

La tabla 21 muestra la parte descriptiva de la investigación en el cual en perforación se tiene 16 observaciones que se analizó, en voladura 16 observaciones y en carguío y acarreo 16 días que se hizo seguimiento.



**Tabla 22***Prueba t de student para perforación, voladura, carguío y acarreo*

Comparación de costos	Media	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
			Inferior	Superior			
Diseño anterior - Rediseño	23,008	2,02630	18,932	27,085	11,355	47	0,000

La tabla 22 muestra la prueba t de student que se le aplicó para las muestras emparejadas ya que se comparó los costos de perforación, voladura, carguío y acarreo en el cual se tiene que el p-value = 0,000 siendo menor que 0,05 esto quiere decir que se rechaza la **H<sub>0</sub>** y se acepta la **H<sub>i</sub>** El rediseño de malla de perforación, carga explosiva adecuada y un control de tiempo permite reducir el costo de perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C. ya que está comprobado estadísticamente.

#### 4.2. DISCUSIÓN

La reducción de costos de perforación en la galería Santa María fue de 142,52 \$/disp. a 134,30 \$/disp. después de aplicar el rediseño de la malla de perforación. Resultados muy similares a Davila (2021) donde logró mejorar los factores operativos de perforación mediante una implementación de malla de perforación reduciendo el tiempo de perforación de 4,29 hr/frente a 4,01 hr/frente. Por otra parte, Morales (2020) afirma que redujo de 36 tal a 32 tal con un rediseño de malla de perforación en una rampa negativa lo cual repercute en la reducción de costos de perforación.



La reducción de costos de voladura en la galería Santa María fue de 206,75 \$/disp. a 187,45 \$/disp. ya que el rediseño de la malla de perforación cambió la distribución de la carga explosiva en los taladros perforados. De forma similar Davila (2021) logró reducir el costo de voladura de 2 903,55 S/disp. a 2 802,17 S/disp. gracias a una implementación de malla de perforación. Así mismo, el rediseño de una malla de perforación tiene efectos en la reducción del consumo de explosivo de 22,21 kg/metro a 18,15 kg/metro repercutiendo en el costo del avance de 213,15 US\$/m a 183,86 US\$/m lo afirma (Soncco-Castro, 2019).

La reducción de costos de carguío y acarreo en la galería Santa María fue de 144,30 \$/disp. a 99,37 \$/disp. una vez que se haya realizado el control de tiempos, incrementado el rendimiento del scooptrams gracias a la aplicación de un plan de mejora en los factores que afectan al carguío y acarreo. De forma similar (Quispe Parillo, 2023) logró incrementar el rendimiento de un scooptrams de 47,26 m<sup>3</sup>/h a 52,96m<sup>3</sup>/h gracias a un plan de mejora en el cual optimizó el ciclo de trabajo del scooptrams de 3,5 yd<sup>3</sup>.

Los resultados a nivel general respecto a la reducción de costos en perforación fueron de 8,22 \$/disp. del mismo modo en voladura la reducción fue de 19,3 \$/disp. y en carguío y acarreo la reducción fue de 44.93 \$/disp. Caso similar (Pizarro, 2019) tuvo resultados de reducción en el tiempo de acarreo de 3,5 a 2,7 min en el tiempo re retorno vacío y una reducción en el tiempo de ida con carga de 2,5 a 2,3 min/viaje. Esta reducción equivale a costos de acarreo.



## V. CONCLUSIONES

- Se logró la reducción de costos en perforación, voladura, carguío y acarreo en la galería Santa María de la mina Animón de la empresa Chungar S.A.C. de un costo inicial de 493,57 \$/disp. a 421,12 \$/disp. que viene a ser el 14,68% de reducción.
- Se logró reducir el costo de perforación en un 5,77% respecto al costo inicial en la galería Santa María, gracias a un rediseño de la malla de perforación.
- Se logró reducir el costo de voladura en un 9,33 % respecto al costo inicial en la galería Santa María, ya que el rediseño de la malla de perforación cambió la distribución de la carga explosiva en los taladros perforados.
- Se logró reducir el costo de carguío y acarreo en un 31,14 %, ya que se realizó un buen control de tiempo implementando un plan de mejora, lo cual permitió un incremento en el rendimiento del scooptram y esto a su vez tuvo efecto en la reducción del costo de carguío y acarreo.



## VI. RECOMENDACIONES

- Probar con diferentes tipos de malla de perforación en las labores mineras ya que tendrán diferentes resultados y seleccionar lo más óptimo.
- Realizar experimentos con diferentes formas de carguío de la columna explosiva ya que todo depende del tipo de roca donde se haya perforado.
- Realizar el cálculo de rendimientos en diferentes turnos ya que la habilidad del operador de scooptram es un factor importante en el rendimiento del scooptram.
- Realizar estudios de granulometría y su relación con el rendimiento del scooptram, experimentar la voladura con diferente explosivo.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Huanca, V. O. (2014). *Calculo de la productividad de equipos de acarreo y transporte – Unidad Minera de Arcata*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Ayay Chilón, R. (2018). *Análisis de rendimiento en equipos de carguío y acarreo para la explotación de una cantera tajo abierto Cajamarca, 2021*. Universidad Privada del Norte.
- Blas Tello, J. M. (2007). *Determinación del número óptimo de volquetes de 25m<sup>3</sup> para excavadoras 390FL dle Tajo Diana - mina Summa Gold* (Vol. 4, Issue None). Universidad Nacional de Trujillo.
- Davila Candiotti, M. A. (2021). *Optimización del número de taladros mediante la implementación de malla de perforación y voladura en la rampa 440 – Mina Macdesa*. Uniersidad Cotinental.
- Durant Broden, J. (2017). Ingeniería de costos. In *Modelamiento Geologico*.
- EXSA. (1999). *Manual práctico de voladura* (3ra Edició).
- FAMESA, E. (2019). *Manual de perforación y voladura* (F. E. S.A.C. (ed.)).
- IGME. (1969). Manual de perforación y voladura de rocas. In <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?language=es&id=1009>.  
<http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?language=es&id=1009>
- Iriarte, L. (2012). *Gerencia estratégica de costos y presupuestos en Minería*. 1–23.
- Llallahui Rojas, E. (2016). *Mejoramiento de carguío y acarreo de mineral en la U.E.A. mina Breapampa -Cía minera Buenaventura S.A.A*. Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga.
- Llamocca-Hinostroza, R. (2014). *Reducción del costo de perforación DTH por selección de la columna de perforación y cuidado de aceros*. Universidad Nacional de Ingeniería.



- Mendoza Rocca, F. E. (2018). *Productividad y evaluación de costos en el transporte de mineral con volquete para el año 2018 Unidad Operativa Inmaculada*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Morales Garcia, A. K. (2020). *Diseño de malla de perforación y voladura para optimizar el avance en la rampa negativa 940 de Sociedad Minera Austria Duvaz S. A. C*. Universidad Continental.
- Peña Alva, D. A. (2019). *Análisis para la selección y remplazo de volquetes de 25m<sup>3</sup> de capacidad para la optimización dle acarreo y transporte en la operación minera - Mina Los andes Perú Gold - Huamachuco*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Pizarro Sanchez, Y. (2019). *Carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño (KPIs) en CIA minera los Quenuales S.A., Yauliyacu, Lima-2018*. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Quiliche Cercado, R. W., & Torres Mestanza, R. F. (2021). Evaluación del sistema de transporte de mineral en una mina subterránea-Pataz La Libertad-2021. In *Upn*. Universidad Privada del Norte.
- Quispe Parillo, W. (2023). Incremento del rendimiento del scooptram de 3.5yd<sup>3</sup> mediante la optimización del ciclo de trabajo en el By Pass 215 de la Unidad minera San Rafael [Universidad Nacional del Altiplano Puno]. In *Tesis*. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza\\_Mamani\\_Joel\\_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ramos-Bustincio, M. (2013). *Planeamiento de perforación y voladura en minería subterránea y minimización de costos en disparos de mina Uchucchacua*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Reyes-Marroquin, P. B. (2019). *Reducción de costos operativos por medio del control de indicadores en el proceso de perforación y voladura en Minera Yanaquihua S.A.C. - Estudio de caso*. Universidad Tecnológica del Perú.
- Salas Hurtado, L. A. (2013). *ESTUDIO DE KPIs EN LOS EQUIPOS DE PERFORACIÓN, CARGUÍO Y ACARREO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE 3000 A 3600 TM/DÍA EN LA MINA PALLANCATA - HOCHSCHILD MINING*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.



- Soncco-Castro, D. (2019). Minimización de costos de perforación y voladura en el frente de la galería San Francisco de la Unidad Minera Pallancata - IESA S.A. - Ayacucho. In *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Sucari-León, A. (2018). *Perforación y voladura en minaría subterránea (Primera)*. Corporación gráfica JESCO.
- Taddey Diez, L. (2004). *Clasificación de costos*.

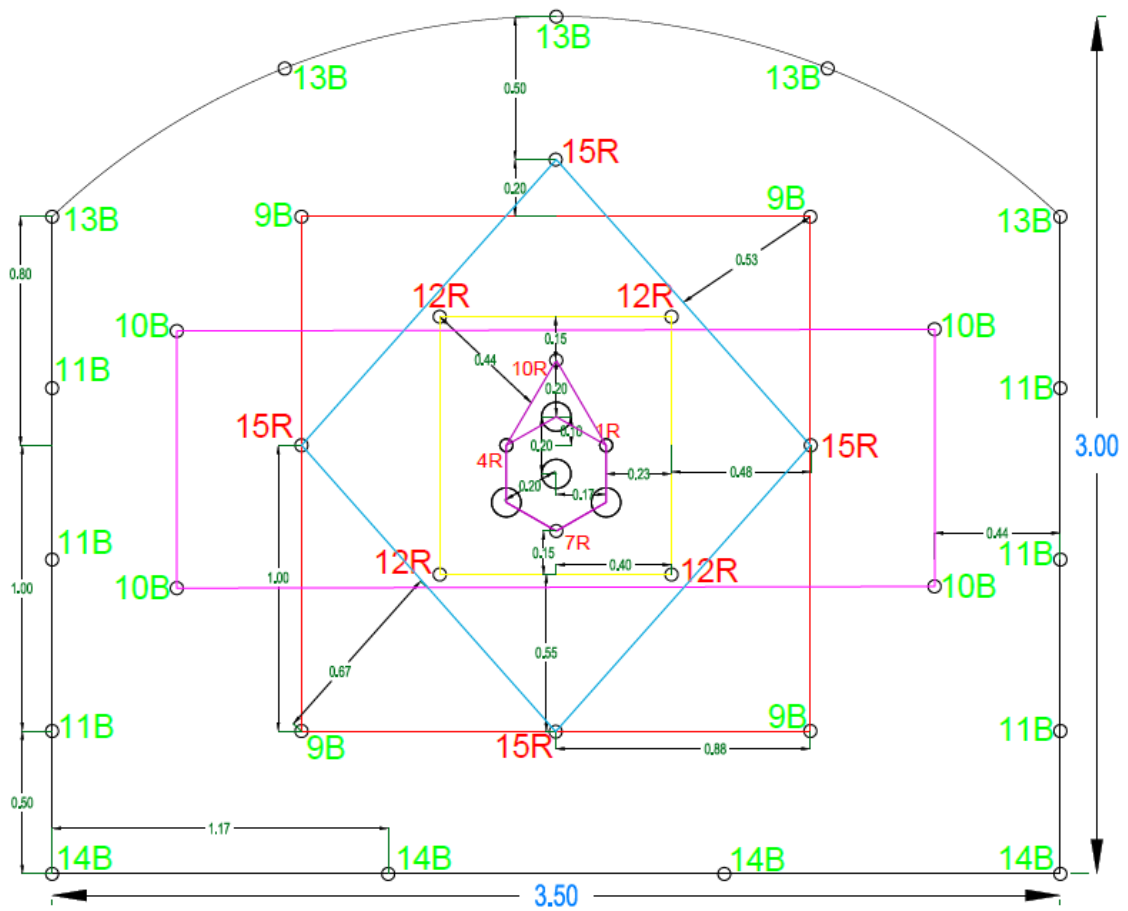


## ANEXOS



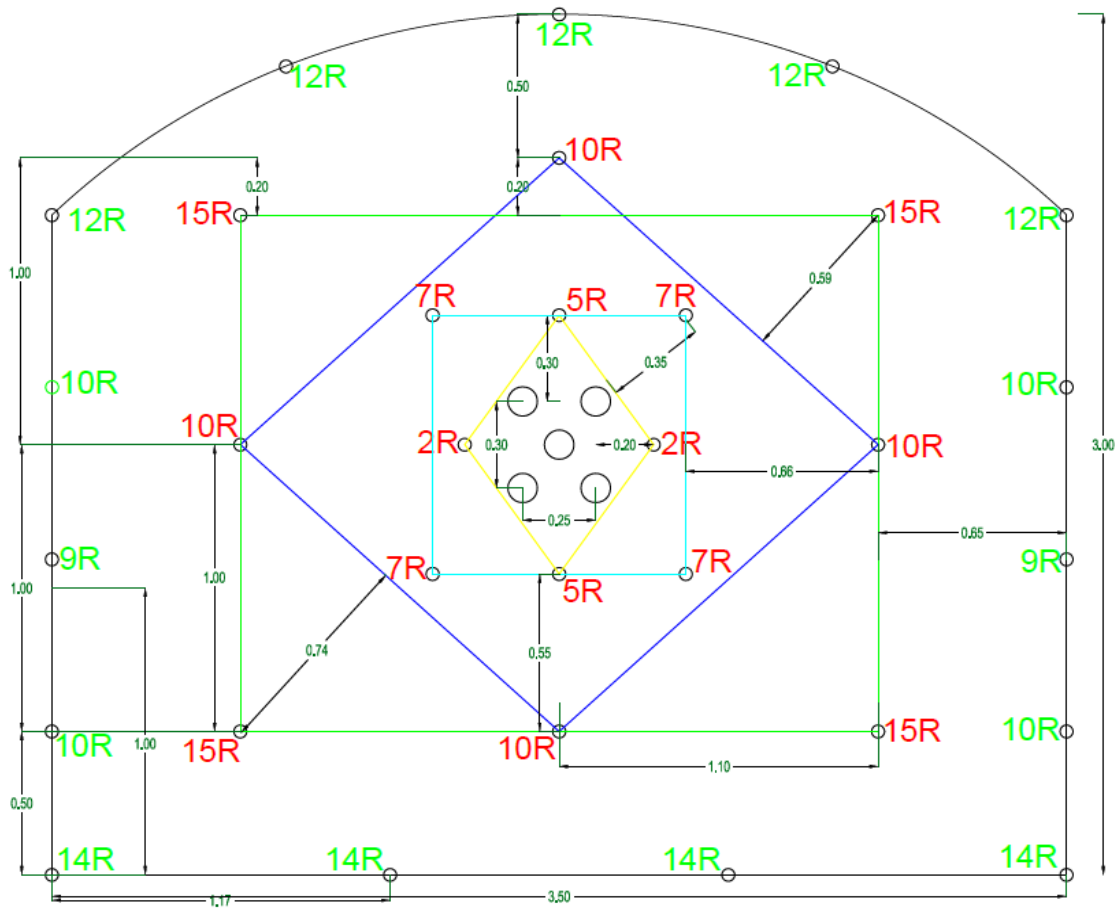
### ANEXO 1. Malla de perforación con el diseño anterior

MALLA DE PERFORACION Y CARGUIO PARA SECCION DE 3.50 X 3.0 CON JUMBO



## ANEXO 2. Rediseño de la malla de perforación

MALLA DE PERFORACION Y CARGUIO PARA SECCION DE 3.50 X 3.0 CON JUMBO

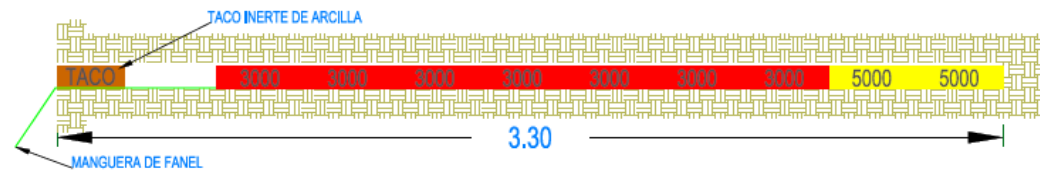


### ANEXO 3. Esquema de carguío de taladros diseño anterior

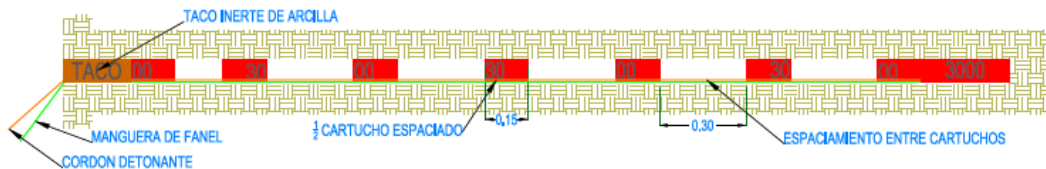
Area = 9.7345, Perimeter = 11.9621

PARAMETROS DE PERFORACION	N. DE TALADROS	N. F. PC.	N. F. PL.	CANT...	PARAMETROS DE VOLADURA	K P I
TALADROS DE ALIVIO	4	1,4,7,10	-	1,1,1,1	FACTOR DE CARGA	2.96 Kg./m <sup>2</sup>
TALADROS DE ARRANQUE	4	12	-	4	FACTOR DE AVANCE	28.77 Kg./m.
TALADROS AYUDA DE ARRANQUE	4	15	-	4	FACTOR DE POTENCIA	1.16 Kg./Ton.
TALADROS DE PRODUCCION	8	-	7	-	TONELADAS ROTAS	70 Tons.
TALADROS AYUDA DE HASTIALES	4	-	9	4		
TALADROS DE HASTIALES	6	-	10	4		
TALADROS DE CORONA	5	-	11	6		
TALADROS DE PISO(ARRASTRES)	4	-	12	4		
TOTAL DE TALADROS PERFORADOS	39	-	13	5		
TALADROS CARGADOS	35	-	14	4		
DIAMETRO DE PERFORACION	45 mm	6 Nrs.	6 Nrs.	35 Fnls.		
DIAMETRO DE RIMADO	102 mm					

ESQUEMA DE CARGUIO DE TALADROS



ESQUEMA DE CARGUIO DE TALADROS CORONA

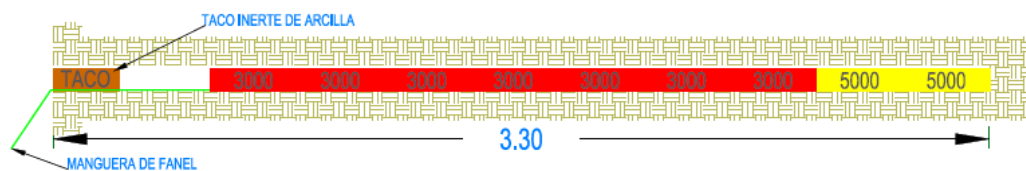


### ANEXO 4. Esquema de carguío de taladros en el rediseño

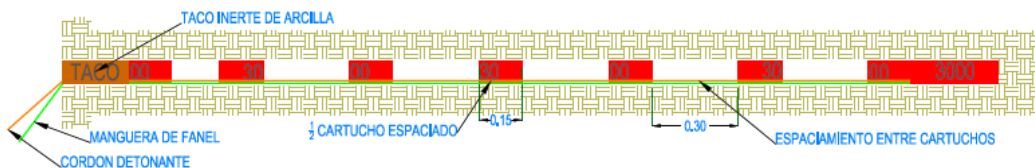
Area = 9.7345, Perimeter = 11.9621

PARAMETROS DE PERFORACION	N. DE TALADROS	N. F. PC.	N. F. PL.	CANT...	PARAMETROS DE VOLADURA	K P I
TALADROS DE ALIVIO	5	2,2,5,5	-	1,1,1,1	FACTOR DE CARGA	2.60 Kg./m <sup>2</sup>
TALADROS DE ARRANQUE	4	7	-	4	FACTOR DE AVANCE	25.27 Kg./m.
TALADROS AYUDA DE ARRANQUE	4	10	-	4	FACTOR DE POTENCIA	1.02 Kg./Ton.
TALADROS DE PRODUCCION	8	15	-	-	TONELADAS ROTAS	70 Tons.
TALADROS AYUDA DE HASTIALES	-	-	9	2		
TALADROS DE HASTIALES	6	-	10	4		
TALADROS DE CORONA	5	-	11	-		
TALADROS DE PISO(ARRASTRES)	4	-	12	5		
TOTAL DE TALADROS PERFORADOS	36	-	13	-		
TALADROS CARGADOS	31	-	14	4		
DIAMETRO DE PERFORACION	45 mm	6 Nrs.	6 Nrs.	31 Fnls.		
DIAMETRO DE RIMADO	102 mm					

ESQUEMA DE CARGUIO DE TALADROS



ESQUEMA DE CARGUIO DE TALADROS CORONA



## ANEXO 5. Mantenimiento de las vías de acarreo





## ANEXO 6. Galería después del mantenimiento





## ANEXO 7. Precio unitario de avance lineal anterior en la galería

Labor	Galería Mecanizada		N° taladros	39	Longitud barra	12.00	pies
Sección (ancho x altura, metros)	3.50	3.00	Pies/disparo	429	Longitud taladro	11.00	pies
Avance / Disparo	3.00	m	Taladros de alivio	4	Volumen/disparo	40.95	m3
Disparos / mes	60		Taladros de cara libre	4	Sobrerotura	1.10	
Avance / mes	180.00	m	Taladros cargados	35	Gravedad específica	2.80	
% de Humedad	0.025		Beneficios obreros	107.0618%	Toneladas/disparo	128.99	toneladas
Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Utilización/Vida Util	Costo/Disparo US \$		Costo/m US \$
<b>PERSONAL</b>							
Operador de jumbo	Tarea	1.00	100.00	67.0%		67.00	
ayudante de operador jumbo	Tarea	1.00	75.00	67.0%		50.25	
Maestro Perforista	Tarea	1.00	80.00	67.0%		53.60	
Ayudante de Perforista	Tarea	1.00	75.00	67.0%		50.25	
Maestro Perforista	Tarea	1.00	80.00	67.0%		53.60	
Operador de scoop	Tarea	1.00	90.00	67.0%		60.30	335.00
<b>PERFORACION</b>							
Barra speed rod T38-H35-R32 de 12'	pza	1.00	500.70	5,916.00	pies	36.31	
Broca R32 x 45 mm	pza	1.00	89.00	749.00	pies	50.98	
Acople T38/R38	pza	1.00	89.90	3,500.00	pies	11.02	
SHANK T38 HLX5/T D45 L500	pza	1.00	296.68	6,000.00	pies	21.21	
Broca Rimadora de 4"	pza	1.00	194.42	1,063.00	pies	8.05	
Afiladora de brocas	pza	1.00	1,750.00	100,000.00	pies	7.51	
Copas de afilado	pza	0.50	140.00	10,000.00	pies	6.01	
Manguera de 1"	m	30.00	4.80	100.00	disparos	1.44	142.52
<b>HERRAMIENTAS</b>							
Escalera	pza	1.00	103.10	40.00	disparos	2.58	
Lampa	pza	1.00	11.35	30.00	disparos	0.38	
Pico	pza	1.00	10.94	90.00	disparos	0.12	
Comba de 20 libras	pza	1.00	40.98	250.00	disparos	0.16	
Llave Francesa 18"	pza	1.00	70.49	175.00	disparos	0.40	
Llave Stilson de 14"	pza	1.00	28.48	175.00	disparos	0.16	
Llave Francesa 12"	pza	1.00	29.25	175.00	disparos	0.17	
Barretilla de aluminio de 1.8 m	pza	2.00	30.00	75.00	disparos	0.80	
Barretilla de aluminio de 2.4 m	pza	2.00	33.00	75.00	disparos	0.88	
Barretilla de aluminio de 3.0 m	pza	2.00	36.00	75.00	disparos	0.96	
Barretilla de aluminio de 3.6 m	pza	2.00	39.50	75.00	disparos	1.05	
Cucharilla	pza	2.00	4.71	75.00	disparos	0.13	
Punzón para cebo	pza	1.00	10.00	80.00	disparos	0.13	
Pintura para perforación	gal	1.00	14.33	15.00	disparos	0.96	
Plataforma de perforación	pza	2.00	-	120.00	disparos	-	
Atacador	pza	4.00	3.92	20.00	disparos	0.78	
Carrizo	pza		0.38	1.00	disparos	-	
Alambre negro N° 16	kg	-	1.34	5.00	disparos	-	
Gas	bal	1.00	11.00	30.00	disparos	0.37	
Soplete	pza	1.00	32.94	500.00	disparos	0.07	
Tubo de plástico de 1.5"	pza	27.00	1.40	1.00	disparos	37.91	
Tubo de plástico de 1"	pza	3.50	0.85	1.00	disparos	2.96	
Grasa para brocas	kg	0.50	8.00	25.00	disparos	0.16	
Cinta adhesiva	rollo	1.60	0.75	1.00	disparos	1.20	
Varios						0.10	52.43
<b>IMPLEMENTOS</b>							
Ropa de agua Punto Azul	jgo	3.00	33.76	90.00	guardias	1.13	
Bota de jebe	par	4.02	20.00	90.00	guardias	0.89	
Lentes de seguridad	pza	4.02	7.49	90.00	guardias	0.33	
Lunas claras Uvextreme	pza	4.02	4.94	30.00	guardias	0.66	
Guante de jebe hycron	par	4.02	4.39	12.00	guardias	1.47	
Mameluco con cintas fosforescentes	pza	4.02	32.94	180.00	guardias	0.74	
Barbiquejo	pza	4.02	0.61	60.00	guardias	0.04	
Tafilete para protector	pza	4.02	7.18	360.00	guardias	0.08	
Portalámpara para protector	pza	4.02	1.92	360.00	guardias	0.02	
Respirador 3M	pza	4.02	23.32	180.00	guardias	0.52	
Filtro contra gas - Respirador 3M	pza	1.00	8.39	20.00	guardias	0.42	
Filtro contra el polvo - Respirador 3M	pza	4.02	9.77	10.00	guardias	3.93	
Correa de seguridad	pza	4.02	3.53	180.00	guardias	0.08	
Arnés de Seguridad de 03 anillos	pza	1.00	40.83	180.00	guardias	0.23	
Línea de vida	pza	1.00	20.78	180.00	guardias	0.12	
Tapón para oído	pza	4.02	1.16	20.00	guardias	0.23	
Orejera H7B PELTOR	pza	4.02	20.90	180.00	guardias	0.47	
Lámpara Minera Northen Light	pza	4.02	307.00	1,200.00	guardias	1.03	
Repuestos y mantenimiento lámparas			50.0%			0.51	
Uniforme de drill con cinta reflexiva	pza	4.02	22.35	60.00	guardias	1.50	
Varios (cobertores, conos, arnes y otros)			3.0%	14.40		0.43	14.83
<b>VENTILACION</b>							
Manga de ventilación 30"	m	3.00	3.91			11.73	
Accesorios manga de ventilación 30"	%		12%			1.41	13.14
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>							
Scoop 4.2 yd3	hora	1.00	89.58	2.00	hora	179.16	
Jumbo Atlas Copco H282	hora	1.00	96.39	2.50	hora	240.98	
Camión Volvo	TM	1.00	3.44			443.73	863.88
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>							
<b>EQUIPO AUXILIAR Y DE TALLERES</b>							
<b>GASTOS GENERALES</b>							
<b>PLANILLA PERSONAL DE SUPERVISION Y SERVICIOS</b>							
<b>GASTOS DE INSTALACION</b>							
<b>SUB-TOTAL</b>							
<b>COSTO TOTAL/METRO</b>							



## ANEXO 8. Precio unitario de avance lineal con rediseño en la galería

Labor		Galería Mecanizada		N° taladros	36	Longitud barra	12.00	pies
Sección (ancho x altura, metros)		3.50	3.00	Pies/disparo	396	Longitud taladro	11.00	pies
Avance / Disparo		3.00	m	Taladros de alivio	5	Volumen/disparo	40.95	m3
Disparos / mes		60		Taladros de cara libre	5	Sobrerotura	1.10	
Avance / mes		180.00	m	Taladros cargados	31	Gravedad específica	2.80	
% de Humedad		0.025		Beneficios obreros	107.0618%	Toneladas/disparo	128.99	toneladas
PERSONAL	Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Utilización/Vida Util	Costo/Disparo	US \$	Costo/m
	Operador de jumbo	Tarea	1.00	100.00	67.0%		67.00	
	ayudante de operador jumbo	Tarea	1.00	75.00	67.0%		50.25	
	Maestro Perforista	Tarea	1.00	80.00	67.0%		53.60	
	Ayudante de Perforista	Tarea	1.00	75.00	67.0%		50.25	
	Maestro Perforista	Tarea	1.00	80.00	67.0%		53.60	
	Operador de scoop	Tarea	1.00	90.00	67.0%		60.30	335.00
	111.67							
PERFORACION								
	Barra speed rod T38-H35-R32 de 12'	pza	1.00	500.70	5,916.00	pies	33.52	
	Broca R32 x 45 mm	pza	1.00	89.00	749.00	pies	47.05	
	Acople T38/R38	pza	1.00	89.90	3,500.00	pies	10.17	
	SHANK T38 HLX5/T D45 L500	pza	1.00	296.68	6,000.00	pies	19.58	
	Broca Rimadora de 4"	pza	1.00	194.42	1,063.00	pies	10.06	
	Afiladora de brocas	pza	1.00	1,750.00	100,000.00	pies	6.93	
	Copas de afilado	pza	0.50	140.00	10,000.00	pies	5.54	
	Manguera de 1"	m	30.00	4.80	100.00	disparos	1.44	134.30
	44.77							
HERRAMIENTAS								
	Escalera	pza	1.00	103.10	40.00	disparos	2.58	
	Lampa	pza	1.00	11.35	30.00	disparos	0.38	
	Pico	pza	1.00	10.94	90.00	disparos	0.12	
	Comba de 20 libras	pza	1.00	40.98	250.00	disparos	0.16	
	Llave Francesa 18"	pza	1.00	70.49	175.00	disparos	0.40	
	Llave Stilson de 14"	pza	1.00	28.48	175.00	disparos	0.16	
	Llave Francesa 12"	pza	1.00	29.25	175.00	disparos	0.17	
	Barretilla de aluminio de 1.8 m	pza	2.00	30.00	75.00	disparos	0.80	
	Barretilla de aluminio de 2.4 m	pza	2.00	33.00	75.00	disparos	0.88	
	Barretilla de aluminio de 3.0 m	pza	2.00	36.00	75.00	disparos	0.96	
	Barretilla de aluminio de 3.6 m	pza	2.00	39.50	75.00	disparos	1.05	
	Cucharilla	pza	2.00	4.71	75.00	disparos	0.13	
	Punzón para cebo	pza	1.00	10.00	80.00	disparos	0.13	
	Pintura para perforación	gal	1.00	14.33	15.00	disparos	0.96	
	Plataforma de perforación	pza	2.00	-	120.00	disparos	-	
	Atacador	pza	4.00	3.92	20.00	disparos	0.78	
	Carrizo	pza	1.00	0.38	1.00	disparos	-	
	Alambre negro N° 16	kg	-	1.34	5.00	disparos	-	
	Gas	bal	1.00	11.00	30.00	disparos	0.37	
	Soplete	pza	1.00	32.94	500.00	disparos	0.07	
	Tubo de plástico de 1.5"	pza	27.00	1.40	1.00	disparos	37.91	
	Tubo de plástico de 1"	pza	3.50	0.85	1.00	disparos	2.96	
	Grasa para brocas	kq	0.50	8.00	25.00	disparos	0.16	
	Cinta adhesiva	rollo	1.60	0.75	1.00	disparos	1.20	
	Varios						0.10	52.43
	17.48							
IMPLEMENTOS								
	Ropa de agua Punto Azul	jqo	3.00	33.76	90.00	guardias	1.13	
	Bota de jebe	par	4.02	20.00	90.00	guardias	0.89	
	Lentes de seguridad	pza	4.02	7.49	90.00	guardias	0.33	
	Lunas claras Uvextreme	pza	4.02	4.94	30.00	guardias	0.66	
	Guante de jebe hycron	par	4.02	4.39	12.00	guardias	1.47	
	Mameluco con cintas fosforescentes	pza	4.02	32.94	180.00	guardias	0.74	
	Barbiquejo	pza	4.02	0.61	60.00	guardias	0.04	
	Taflete para protector	pza	4.02	7.18	360.00	guardias	0.08	
	Portálampara para protector	pza	4.02	1.92	360.00	guardias	0.02	
	Respirador 3M	pza	4.02	23.32	180.00	guardias	0.52	
	Filtro contra gas - Respirador 3M	pza	1.00	8.39	20.00	guardias	0.42	
	Filtro contra el polvo - Respirador 3M	pza	4.02	9.77	10.00	guardias	3.93	
	Correa de seguridad	pza	4.02	3.53	180.00	guardias	0.08	
	Arnés de Seguridad de 03 anillos	pza	1.00	40.83	180.00	guardias	0.23	
	Línea de vida	pza	1.00	20.78	180.00	guardias	0.12	
	Tapón para oído	pza	4.02	1.16	20.00	guardias	0.23	
	Orejera H7B PELTOR	pza	4.02	20.90	180.00	guardias	0.47	
	Lámpara Minera Northen Light	pza	4.02	307.00	1,200.00	guardias	1.03	
	Repuestos y mantenimiento lámparas			50.0%			0.51	
	Uniforme de drill con cinta reflexiva	pza	4.02	22.35	60.00	guardias	1.50	
	Varios (cobertores, conos, arnes y otros)			3.0%	14.40		0.43	14.83
	4.94							
VENTILACION								
	Manga de ventilación 30"	m	3.00	3.91			11.73	
	Accesorios manga de ventilación 30"	%		12%			1.41	13.14
	4.38							
MAQUINARIA Y EQUIPO								
	Scoop 4.2 yd3	hora	1.00	89.58	1.00	hora	89.58	
	Jumbo Atlas Copco H282	hora	1.00	96.39	2.50	hora	240.98	
	Camión Volvo	TM	1.00	3.44			443.73	774.30
	258.10							
TOTAL COSTO DIRECTO								441.33
EQUIPO AUXILIAR Y DE TALLERES				4%				19.81
GASTOS GENERALES				18%				78.36
PLANILLA PERSONAL DE SUPERVISION Y SERVICIOS				30%				133.94
GASTOS DE INSTALACION				4%				17.11
SUB-TOTAL								690.54
COSTO TOTAL/METRO								690.54



### ANEXO 9. Datos de la prueba de hipótesis

\*datos para la prueba t.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilida

10 :

	F e fo	F e fo	V o a	V o a	C a g	C a g	Antes	Despues	var	var
1	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
6	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
8	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
10	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
11	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
12	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
13	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
14	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
15	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
16	.....	.....	.....	.....	.....	.....	142,52	134,30		
17	.....	.....	.....	.....	.....	.....	205,94	186,33		
18	.....	.....	.....	.....	.....	.....	206,75	188,11		
19	.....	.....	.....	.....	.....	.....	207,55	187,45		
20	.....	.....	.....	.....	.....	.....	206,75	188,05		
21	.....	.....	.....	.....	.....	.....	205,76	186,85		
22	.....	.....	.....	.....	.....	.....	206,75	187,22		
23	.....	.....	.....	.....	.....	.....	205,88	187,45		
24	.....	.....	.....	.....	.....	.....	207,24	189,11		
25	.....	.....	.....	.....	.....	.....	206,75	187,45		





\*datos para la prueba t.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades

27 :

	F e fo	F e fo	V o a.	V o a.	C a g.	C a g.	Antes	Despues	var	var
24	.	.	.	.	.	.	207,27	185,11		
25	.	.	.	.	.	.	206,75	187,45		
26	.	.	.	.	.	.	207,11	186,85		
27	.	.	.	.	.	.	206,75	186,49		
28	.	.	.	.	.	.	207,48	188,34		
29	.	.	.	.	.	.	205,93	187,45		
30	.	.	.	.	.	.	206,75	187,22		
31	.	.	.	.	.	.	207,22	188,21		
32	.	.	.	.	.	.	207,34	186,65		
33	.	.	.	.	.	.	133,05	91,57		
34	.	.	.	.	.	.	132,67	92,92		
35	.	.	.	.	.	.	130,92	91,57		
36	.	.	.	.	.	.	133,15	92,05		
37	.	.	.	.	.	.	133,64	92,54		
38	.	.	.	.	.	.	132,81	91,43		
39	.	.	.	.	.	.	135,56	91,57		
40	.	.	.	.	.	.	133,20	90,49		
41	.	.	.	.	.	.	131,67	91,57		
42	.	.	.	.	.	.	130,92	91,75		
43	.	.	.	.	.	.	133,68	89,43		
44	.	.	.	.	.	.	131,29	91,57		
45	.	.	.	.	.	.	135,26	91,52		
46	.	.	.	.	.	.	130,36	91,57		
47	.	.	.	.	.	.	135,76	91,89		
48	.	.	.	.	.	.	135,31	91,62		
49	.	.	.	.	.	.				



## ANEXO 10. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Brayan Huanco Quispe  
identificado con DNI 70126076 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería de Minas

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"Reducción de costos de Perforación, voladura, carguío y acarreo con rediseño de malla de perforación en la mina Animón de la Empresa Chungar SAC - Pasco"

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 16 de Julio del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



## ANEXO 11. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



VRI  
Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Brayan Huacco Quispe  
identificado con DNI 70826076 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería de minas

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"Reducción de costos de Perforación, Voladura, carguio y  
acarreo con rediseño de malla de perforación en la mina  
Animon de la Empresa Chungar SAC - Pasco"

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de Julio del 2024

  
FIRMA (obligatoria)

