



# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS

**“MEJORAMIENTO EN EL DISEÑO DE CHIMENEAS EN  
MINERIA SUBTERRANEA CON EL USO DEL SISTEMA PEM  
EN LA UNIDAD DE PRODUCCION MINERA TROY SAC”**

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO DE MINAS**

**Autores:**

José Hans Carranza Zárate

Mario César Quispe Salas

**Asesor:**

Ing.Mg. Víctor José Alfredo Siveroni Morales

Cajamarca – Perú

2015

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachiller **José Hans Carranza Zárate y Mario César Quispe Salas**, denominada:

### “MEJORAMIENTO EN EL DISEÑO DE CHIMENEAS EN MINERIA SUBTERRANEA CON EL USO DEL SISTEMA PEM EN LA UNIDAD DE PRODUCCION MINERA TROY SAC”

---

Mg. Ing. José Alfredo Siveroni Morales  
**ASESOR**

---

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León  
**JURADO**

---

Ing. Roberto Severino González Yana  
**JURADO**

---

Ing. Wilder Chuquiruna Chavez  
**JURADO**

## DEDICATORIA

### ***A MI DIOS TODO PODEROSO***

*Esta tesis está dedicada a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*A MIS HIJOS, BRAYAN Y MICKERY y a mis padres, ANDRES Y TERESA con mucho amor y cariño por ser el motivo de mi superación como profesional.*

**CARRANZA ZÁRATE JOSÉ HANS**

### ***A DIOS CREADOR***

*Quiero dedicarle este trabajo  
A Dios que me ha dado la vida y  
fortaleza para terminar este proyecto  
de investigación.*

*A MI FAMILIA, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.*

**QUISPE SALAS MARIO CÉSAR**

## AGRADECIMIENTO

A nuestra Alma Mater, Facultad de Ingeniería Minas de la Universidad Privada del Norte, sede Cajamarca; forjador de profesionales con competitividad y responsabilidad minera.

Al Mg. Ing. José Alfredo Siveroni Morales, nuestro más sincero agradecimiento por su asesoría, orientación y apoyo desinteresado en el desarrollo de la presente tesis.

A todos los docentes del Departamento de Ingeniería de Minas, quienes inculcaron con ejemplo y comprensión sus conocimientos.

A nuestros familiares, principalmente a nuestros padres, por su apoyo constante en bien de nuestra formación personal y profesional. A nuestros hijos el motor principal para superarnos cada día de nuestras vidas, tanto en lo profesional como en lo personal.

A la Compañía Minera Troy SAC, por permitirnos desarrollar el presente trabajo dentro de sus instalaciones operativas y brindarnos información y apoyo de la manera más cordial.

Nuestra gratitud y reconocimiento por siempre.

**LOS AUTORES**

## EPÍGRAFE

*El que posee las nociones más exactas sobre las causas de las cosas y es capaz de dar perfecta cuenta de ellas en su enseñanza, es más sabio que todos los demás en cualquier otra ciencia.*

*Considero más valiente al que conquista sus deseos que al que conquista a sus enemigos, ya que la victoria más dura es la victoria sobre uno mismo.*

**ARISTÓTELES**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b><u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u></b> .....	<b>ii</b>
<b><u>DEDICATORIA</u></b> .....	<b>iii</b>
<b><u>AGRADECIMIENTO</u></b> .....	<b>iv</b>
<b><u>EPIGRAFE</u></b> .....	<b>v</b>
<b><u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u></b> .....	<b>vi</b>
<b><u>ÍNDICE DE TABLAS</u></b> .....	<b>ix</b>
<b><u>ÍNDICE DE GRÁFICOS</u></b> .....	<b>x</b>
<b><u>RESUMEN</u></b> .....	<b>xi</b>
<b><u>ABSTRACT</u></b> .....	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	14
1.4. LIMITACIONES .....	14
1.5. OBJETIVOS .....	15
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO .....	15
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
2.1. ANTECEDENTES .....	16
2.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y VÍAS DE ACCESO.....	16
2.1.2. HISTORIA DE LA UNIDAD PRODUCTIVA MINERA TROY SAC .....	17
2.1.2.1. HISTORÍA DE LAS ACTIVIDADES EN LA UNIDAD DE.....	17
PRODUCCIÓN MINERA TROY SAC	
2.1.2.2. YACIMIENTO.....	19
2.1.2.2.1. PRINCIPALES AVANCES EN EXPLORACIÓN.....	19
2.1.2.2.2. GEOLOGÍA REGIONAL.....	19
2.1.2.2.3. GEOLOGÍA LOCAL.....	19
2.1.2.2.4. MINERALIZACIÓN Y GEOLOGIA ECONÓMICA.....	20
2.1.2.3. EXPLORACIÓN.....	20
2.2. BASES TEÓRICAS .....	21
2.2.1. CHIMENEA CONVENCIONAL CON EL SISTEMA PEM.....	21
2.2.2. PRODUCTIVIDAD .....	23
2.2.2.1. BENEFICIOS DE PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA PEM.....	23
2.2.2.2. EL SISTEMA PEM MEJORA LA PRODUCTIVIDAD.....	24

2.2.3.	CARACTERISTICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CHIMENEAS.....	24
	CONEL SISTEMA PEM	
2.2.4.	ELEMENTOS DEL SISTEMA PEM.....	27
2.2.5.	ESTANDARES DE TRABAJO PARA LA EJECUCIÓN.....	29
	DE CHIMENEAS CON EL SISTEMA PEM	
2.2.6.	PETS.....	31
2.2.6.1.	DESATADO DE ROCAS EN LA EJECUCIÓN DE CHIMENEAS PEM.....	31
2.2.6.2.	TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE MÁQUINA.....	33
	PERFORADORA EN CHIMENEAS PEM	
2.2.6.3.	PERFORACIÓN EN CHIMENEAS PEM.....	34
2.2.6.4.	ENCEBADO EN CHIMENEAS PEAM.....	36
2.2.6.5.	VOLADURA EN CHIMENEAS PEM.....	37
2.2.7.	SECUENCIA OPERACIONAL.....	39
2.2.7.1.	VENTILACIÓN.....	39
2.2.7.2.	DESATADO.....	39
2.2.7.3.	VERIFICACIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS PEM.....	40
2.2.7.4.	PERFORACIÓN.....	40
2.2.7.5.	VOLADURA.....	40
2.2.7.6.	LIMPIEZA.....	40
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	40
<b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....</b>		<b>40</b>
3.1.	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	46
3.2.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	46
3.2.1.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	46
3.2.2.	VARIABLES INDEPENDIENTES .....	46
<b>CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>		<b>47</b>
4.1.	TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	47
4.2.	MATERIAL DE ESTUDIO. ....	47
4.2.1.	UNIDAD DE ESTUDIO.....	47
4.2.2.	POBLACIÓN.....	47
4.2.3.	MUESTRA. ....	47
4.3.	TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS.....	47
4.3.1.	PARA RECOLECTAR DATOS .....	47
4.3.2.	PARA ANALIZAR INFORMACIÓN:.....	49
<b>CAPÍTULO 5. RESULTADOS .....</b>		<b>52</b>
5.1.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	52
5.1.1.	AVANCE DE COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS .....	52
5.1.2.	ANÁLISIS DE COSTOS .....	53
5.1.2.1.	MÉTODO MANUAL TRADICIONAL.....	53
5.1.2.2.	MÉTODO MANUAL SISTEMA PEM.....	53
5.2.	ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE CHIMENEAS CONVENCIONALES.....	56
<b>CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN.....</b>		<b>58</b>
<b>CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES.....</b>		<b>59</b>

<b>CAPÍTULO 8. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>CAPÍTULO 9. REFERENCIAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO N° 2: CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO N° 3: TABLA DE CUANTILES DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA T DE STUDENT .....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO N° 4: PANEL FOTOGRÁFICO .....</b>	<b>66</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>N° de Página</b>
Tabla N° 1	Calidad de roca	25
Tabla N° 2	Definición de variables	46
Tabla N° 3	Precio unitario con el sistema Convencional	54
Tabla N° 4	Precio unitarios con el sistema PEM	55
Tabla N° 5	Diferencia de costos de Operación	56
Tabla N° 6	Muestra de estudio57	

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>N° de Página</b>
Gráfico N° 1	Provincia de Santa Cruz	17
Gráfico N° 2	Tipo de beta y método utilizado en Minas Troy SAC.	21
Gráfico N° 3	Sistema de Chimeneas	22
Gráfico N° 4	Versatilidad del sistema PEM	22
Gráfico N° 5	Chimeneas desarrolladas en H	24
Gráfico N° 6	Vista plataforma en planta	26
Gráfico N° 7	Plataforma de trabajo y seguridad, en perfil	26
Gráfico N° 8	Elementos del Sistema PEM	27
Gráfico N° 9	Corredizos de metal	27
Gráfico N° 10	Escalera de metal	28
Gráfico N° 11	Anclaje de metal	28
Gráfico N° 12	Taladro de servicio	31
Gráfico N° 13	Barretillas de metal	32
Gráfico N° 14	Secuencia de Operación	39
Gráfico N° 15	Costos en Excel	50
Gráfico N° 16	Tabla de dureza del macizo rocoso	51
Gráfico N° 17	comparación de avance entre el sistema convencional con madera y el sistema PEM.	52
Gráfico N° 18	Comparación y diferencia de costos	56
Gráfico N° 19	Diferencias entre Sistemas	57

## RESUMEN

La presente tesis hace referencia al estudio detallado del método PEM, sus aspectos teóricos, procedimientos de trabajo, experiencias realizadas en la unidad de producción Empresa Minera Troy SAC, así como también un estudio de costos de su aplicación.

La mina Empresa Minera Troy SAC, donde se recolecta datos de campo para las pruebas de esta investigación, se encuentra ubicada en Perú, departamento de Cajamarca, provincia de Santa Cruz, caserío Corral Viejo, distrito de Sexi entre 1,800 y 2,300 msnm.

La investigación consiste en la implementación del sistema de plataformas y escaleras metálicas (PEM), a fin de reducir los costos de producción, en la unidad de producción minera Troy SAC.

La experiencia obtenida en la ejecución de 24 mil metros de chimeneas con el Sistema PEM, indica que este método está técnicamente ligado a la productividad del laboreo minero, más aún, cuando los planes y proyecciones de la minería tienen como metas la búsqueda de mayores reservas y el aumento de producción mecanizadas.

Para concluir se hace una programación en Excel para una rápida toma de decisiones de los resultados de los costos de la ejecución de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas (PEM).

## ABSTRACT

This thesis refers to the detailed study of the PEM method, its theoretical aspects, working procedures, experiences in the production unit Empresa Minera SAC Troy, as well as a cost study of its application.

Troy SAC Mining Company mine, where field data is collected for testing of this research. Located in Peru, in the department of Cajamarca, province of Santa Cruz, village Corral Viejo, Sexy district between 1,800 and 2,300 meters.

The research is the implementation of system platforms and metal ladders (PEM), in order to reduce production costs in mining production unit Troy SAC.

The experience gained in the implementation of 24,000 meters of chimneys System PEM, indicates that this method is technically linked to the productivity of mining work, even when the plans and projections of mining have as goals the search for higher reserves and increased mechanized production.

To conclude a schedule in Excel for quick decisions on the results of the costs of running the system chimneys with metal ladders and platforms (PEM) is made.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis desea mostrar que la ejecución de chimeneas con el sistema PEM (Plataformas y escaleras metálicas) es más versátil y de menor costo en relación a otros métodos empleados en minería subterránea, como el sistema convencional con madera.

### 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Las empresa mineras continuamente están en optimización de sus operaciones y procesos. En lo que se refiere a minería subterránea hay un alto índice de costo en el uso de la madera, material que se utiliza para las estructuras de las chimeneas y sostenimiento de labores.

Las chimeneas son implementadas con madera y en la minería subterránea juega un papel muy importante como chimeneas de ventilación y a la vez como vías de camino.

Se conoce que toda organización busca optimizar al máximo todas sus actividades y en eso consiste este trabajo. El reducir los costos en un porcentaje aceptable en la ejecución de chimeneas. Se sabe que la madera es un recurso limitado por la legislación ambiental, ya que la utilización de maderas en interior mina tiene desventajas como la putrefacción de maderas, menor duración por la humedad en interior mina, enmendadores, madera, flete, almacenaje, carpintería, transporte interno y subterráneo, izaje y otros.

El sustento del trabajo de investigación de la implementación de **plataformas y escaleras metálicas** (PEM), se da con fines de reducir los costos de producción. Teniendo en cuenta que en la unidad de producción Minera Troy la operación minera es convencional, la ejecución de chimeneas es con madera por ello se quiere remplazar con el sistema de plataformas y escaleras metálicas ya que es un sistema convencional.

Con el nuevo diseño del sistema (PEM), ya no se utilizaría la madera y en su remplazo se utilizaría plataformas y escaleras metálicas (PEM).

En esta investigación se sabrá los costos de la implementación de plataformas y escaleras metálicas en la ejecución de chimeneas.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De que manera se mejoraría el diseño de chimeneas en minería subterránea con el uso del sistema (PEM) en la unidad de producción minera Troy SAC?

## 1.3. JUSTIFICACIÓN

Mediante la presente tesis, se busca dar una posible solución a la problemática que viene aconteciendo durante varios años en la minería subterránea. Por esta razón se hace la investigación de la ejecución de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas (PEM), en donde la utilización de maderas será en un porcentaje mínimo por ser un sistema metálico.

Y a partir de ello nos permitirá conocer a fondo los resultados de los costos de la ejecución de chimeneas convencionales del sistema de plataformas y escaleras metálicas (PEM).

## 1.4. LIMITACIONES

Las limitaciones del proyecto son las siguientes:

- Ingreso a la zona de labores con un permiso especial de la empresa y por un tiempo determinado, ya que la permanencia en la zona de trabajo está restringido, por ser un lugar peligroso y se encuentra en constante operación.
- Las difíciles condiciones de trabajo, incluidas la humedad ambiental, el poco espacio con el que se cuenta, la temperatura del aire, la presencia de radiaciones nocivas o de gases explosivos, la presencia de agua, la formación de polvo y la emisión de ruido, las cuáles dependen tanto del mineral sobre el cual se hacen las labores, como el uso de la maquinaria respectiva.

## 1.5. OBJETIVOS

### 1.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Mejorar el diseño de chimeneas en minería subterránea, con el sistema (PEM), en la unidad de producción minera Troy SAC.

### 1.5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Demostrar que la ejecución de chimeneas con el sistema PEM (Plataformas y escaleras metálicas) es más versátil y de menor costo en relación al método convencional con madera.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

- inicialmente fue empleado en la mina San Miguel de Cerro de Pasco, con un avance de 150 metros sobre veta para integrar 4 niveles.
- Posteriormente, se desarrolló en la mina Cerro de Pasco de Centromin Perú, y llegó a acumular aproximadamente 1.200 metros de avances.
- En el año 2002, el sistema PEM fue introducido en las minas de Coricancha, Yauliyacu, Chungar e Iscaycruz, con resultados satisfactorios.
- Taípe Rosales.A (2003), convención minera 2003, “Especificación técnicas de chimeneas con el sistema PEM”. Mostró que la ejecución de chimeneas con el sistema PEM es más versátil y de menor costo. Se ejecutó en la mina Sinaycocha el 16 de febrero del 2003, lográndose más de mil metros de avance.
- Taípe Rosales.A (2004). Tercer encuentro nacional de contratistas mineros “calidad y seguridad para una mejor productividad”. Lográndose cero accidentes en la mina Sinaycocha en la ejecución de chimeneas.
- Taípe Rosales A.( 2008) Manual de gestión de seguridad y salud, ATR contratistas SAC.
- En la mina Horizonte se logró un avance total de 4.338 metros, en 2,5 años.

#### 2.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y VÍAS DE ACCESO

Este importante yacimiento mineral se halla situado en el departamento de Cajamarca, provincia de Santa Cruz, caserío Corral Viejo distrito de Sexi entre 1,800 y 2,300 msnm.

Sus accesos: por carretera desde Chiclayo siguiendo la ruta Chiclayo – Llama – Sexi, 167 km en camino afirmado; También por el distrito de tongod y chota.

Minera Troy tiene las siguientes coordenadas geográficas:

El proyecto está ubicado en la vertiente oeste de la cordillera occidental de los andes y a una distancia en línea recta de 78 km.



Al N75°E de la ciudad de Chiclayo, en un área comprendida entre el Río Chancay y La Quebrada Cirato. Sus coordenadas UTM representativas son: 713980E y 9267500N (Sector 17), altitud promedio de 2250m.s.n.m.

Grafico N° 01: Provincia de Santa Cruz



Fuente: Geología peruana.

## 2.1.2. HISTORIA DE LA UNIDAD DE PRODUCCION MINERA TROY SAC.

### 2.1.2.1. HISTORIA DE LAS ACTIVIDADES EN LA UNIDAD DE PRODUCCION MINERA TROY SAC

La unidad de producción minera Troy SAC, ha presentado desde el inicio y a lo largo de estos años la siguiente evolución:

La unidad de explotación y producción minera Troy SA, posee estructuras vetiformes de cuarzo, de las cuales las más importantes son las vetas: Diana, Juana Sofía, Milagros, Maribel, Amelia y Rosa Victoria. Los trabajos de exploración geológica a detalle se iniciaron en el año 2000, bajo la Gerencia de

CMB después de firmado el contrato de asociación a riesgo compartido con Minera Meridian Perú S.A.C.

Entre octubre del 2000 y septiembre del 2001 se realizó una campaña de exploración con trincheras en las vetas Diana, Maribel, Juana Sofía, Milagros y Amelia. En el año 2002 se inició una campaña de sondajes en las vetas Diana y Maribel.

En el año 2004 se descubrieron las vetas Karina y Lesly, además de otras zonas con potencial exploratorio tales como la proyección al sur de la veta Rosa Victoria y la intersección del sistema de vetas Diana con la falla Cirato.

En el año 2005 se han realizado trincheras en las vetas Lesly, Karina y Blanca. En septiembre se iniciaron las labores subterráneas donde se reconocieron las vetas Ruth, Diana y Angélica.

Para el año 2006 se ejecutarán; labores mineras en el sistema Diana, habiéndose programado un total de 2 350 m de labores mineras en las vetas Diana, Isabel y Angélica. Adicionalmente se realizarán 1 500 m de perforación diamantina en superficie y se explorará en superficie en la veta Rosa Victoria Sur y la intersección de las vetas/falla Diana y Lesly.

La mina de la Empresa Minera Troy SAC fue explorada desde la época; “Los derechos mineros que conforman El Proyecto Minero “Los Pircos – Cirato 45” (ubicado en el sector denominado Corral Viejo, distrito de Sexi, provincia de Santa Cruz, Cajamarca) fueron de propiedad de Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. hasta el mes de enero de 2008, fecha en la que se transfirieron a Inversiones Troy S.A.C.

A partir de esta fecha Inversiones Troy S.A.C. inicio su trabajo de exploración y a partir de enero del 2010 inicia sus labores de producción, llevando una eficiencia de 85 % de recuperación de ley de toda la extracción, además de producir en un inicio de 20 a 25 Toneladas por día, esta cifra ha cambiado a la actualidad realizando una extracción de 50 toneladas por día.

## 2.1.2.2 YACIMIENTO

### 2.1.2.2.1. Principales avances en exploración.

Sistema de vetas epitermales de baja sulfuración con contenido de oro y plata. Se han definido cinco vetas, de las cuales la veta Diana es la principal con una sección de 380 m con ancho promedio de 2.1 m y contenido promedio de 0.23 oz/TCS de oro y 8.75 oz/TCS de plata. Recurso indicado de 224,516 TCS con ley promedio de 0.53 oz/TCS de oro y 0.51 oz/TCS de plata sobre un ancho de 2 m.

### 2.1.2.2.2. Geología Regional.

Troy se ubica sobre una secuencia principalmente de rocas volcánicas continentales, de origen lávico y clástico, cuya composición varía de andesitas a riolacitas y son conocidas como Formación Llama del Terciario inferior (Miembro inferior del Grupo Calipuy) y Formación Huambos del Terciario superior (J. Wilson y C. Guevara, 1985). La base de la columna litoestratigráfica, está constituida por unidades sedimentarias, representadas por las formaciones Chimú, Inca y Pariatambo del Cretáceo inferior a medio.

### 2.1.2.2.3. Geología Local.

En cuanto a las principales características del basamento rocoso de la zona del proyecto, se evidencian dos eventos tectónicos que han dado lugar al emplazamiento de las unidades estratigráficas existentes. El primer evento tectónico pre-terciario es un movimiento compresivo, que ha provocado el plegamiento de las rocas cretácicas, las cuales fueron erosionadas antes que se depositara la formación Llama de edad terciaria. El segundo evento tectónico es un movimiento de compresión y distensión

que originó una falla profunda de rumbo NW - SE, que ha controlado el magmatismo cenozoico.

#### **2.1.2.2.4. Mineralización y Geología Económica**

El yacimiento está constituido por sistemas de vetas de cuarzos, calcita y baritina con características mineralógicas y termométricas de un sistema tipo epitermal de baja sulfuración. La mineralización está constituida por diseminación de pirita fina con inclusiones de oro, galena y esfalerita, oro libre en cuarzo, hematina; goetita, argentita, sulfosales de plata y óxidos de manganeso.

La tipología del cuarzo varía de hialino, blanco, gris y calcedónico, cuya ocurrencia está relacionada a una zonación termométrica. Las texturas de las vetas son del tipo bandeado, crustiforme, brechado, en drusas, relleno de cavidades, pseudomorfos de calcita y baritina.

En el proyecto se han definido 6 vetas principales: Diana, Maribel, Rosa Victoria, Amelia, Juana Sofía y Milagros. El sistema de la veta Diana representa hasta ahora la principal zona de exploración, en superficie se ha explorado cerca de 1,5 km de afloramiento donde se ha determinado un segmento de 380 m con 2,20 m de ancho promedio y leyes interesantes de oro y plata, sobre el cual se han perforado 12 sondajes diamantinos con un total de 1 805,25 m, lo que ha permitido calcular recursos geológicos indicados del orden de 200 000 toneladas métricas.

#### **2.1.2.3 EXPLORACIÓN**

El yacimiento Troy, comprende un prospecto de mineralización de oro (Au), plata (Ag); según la evaluación geológica desarrollada en la fase de exploración se ha determinado que existen reservas para dar inicio a las actividades de explotación a pequeña escala a través de minería subterránea;

de forma paralela se continúa con la exploración a fin de identificar más reservas. La razón de explotación máxima proyectada es de 50 Ton por día (TPD).

Troy es un yacimiento para desarrollar minería subterránea en vetas tipo rosario; es decir angostas en un lado y anchas en otras y con separaciones en forma de venillas, para la explotación se utiliza el método de corte y relleno convencional con la variante Open Stoping (Cámaras abiertas), que posteriormente permitirá tener un bajo porcentaje de desmonte expuesto a superficie.

Grafico N°2: Tipo de beta y método utilizado en Minas Troy SAC.



Fuente: Elaboración del grupo de investigación.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. CHIMENEAS CONVENCIONAL CON EL SISTEMA DE PLATAFORMAS Y ESCALERAS METÁLICAS (PEM).-

Taipe Rosales .A (2008), Se corren Chimeneas para cubicar el bloque a explotar, para realizar las chimeneas de plataformas y escaleras metálicas se desarrollan estocadas de 8' x 8' de una longitud de 5m., del cual se lanza la chimenea en forma vertical y una vez cortado la estructura se sigue el buzamiento de la misma estructura, las chimeneas son desarrolladas de dos formas, unas de doble

compartimiento hasta los 30 m, y las otras de 5' x 5', estas chimeneas sirven como chimeneas de ventilación y a la vez son caminos.

Grafico N° 03 Sistema de Chimeneas



Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.

Grafico N° 04 Versatilidad del sistema PEM



Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.

## **CARACTERÍSTICAS:**

- Peso liviano.
- Transporte ligero.
- Fácil instalación.
- Opera en espacios confinados.
- Desmontaje inmediato.
- Recuperable.

### **2.2.2. PRODUCTIVIDAD**

Taipe Rosales. A (2008), Es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.

En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos.

#### **2.2.2.1. BENEFICIOS DE PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA DE PLATAFORMAS Y ESCALERAS METÁLICAS (PEM).**

Mejora la calidad de vida de los operadores.

Mejor ergonomía y ambiente de trabajo.

Evita eventos no deseados.

Mejora las actividades de servicio.

Maximiza horas efectivas de trabajo.

Mejora la productividad del personal y equipos.

Aumenta la disponibilidad mecánica de los equipos.

### 2.2.2.2. EL SISTEMA PEM MEJORA LA PRODUCTIVIDAD

#### a) EN EL TRANSPORTE SUBTERRÁNEO: DIESEL O MECÁNICO

- Redistribuye las tareas.
- Disminuye el uso de los combustibles.
- Aumenta la disponibilidad de los equipos.

#### b) EN LOS SERVICIOS AUXILIARES

- - Baja el consumo de materiales.
- - Mejora la supervisión general.

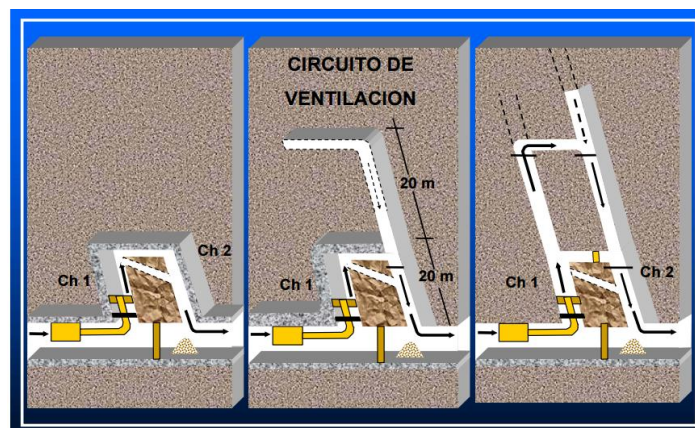
#### c) EN LA VENTILACIÓN SUBTERRÁNEA

- Aumenta la ventilación por tiro natural.
- Reduce el consumo de la energía eléctrica y materiales.

### 2.2.3. CARACTERÍSTICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CHIMENEAS CON EL SISTEMA PEM.

- a) Para la ejecución de chimeneas de gran altura, deberá hacerse utilizando dos compartimientos independientes, uno para tránsito del personal y otro como echadero o desarrollar chimeneas en “H”, cuyo procedimiento debe hacerse comunicándose subniveles cada 20 metros y contar con una adecuada ventilación auxiliar (ver Grafico 05).

Grafico N° 05 Chimeneas desarrolladas en H



Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.



- b) El diseño es específico. En rocas encajonantes: ore pass, wastepass, pilotos de piques o inclinados, chimeneas de preparación sobre vetas, ventilación, servicios, drenajes, arranques en voladura de gran volumen, etc.
- c) El emplazamiento del proyecto debe considerar rocas con un RQD mínimo de 60, cuya equivalencia con el Q de Barton es de 5.91, que la tabla de clasificación del macizo rocoso representa una calidad de roca regular a buena.

### Índice de calidad de roca RQD.

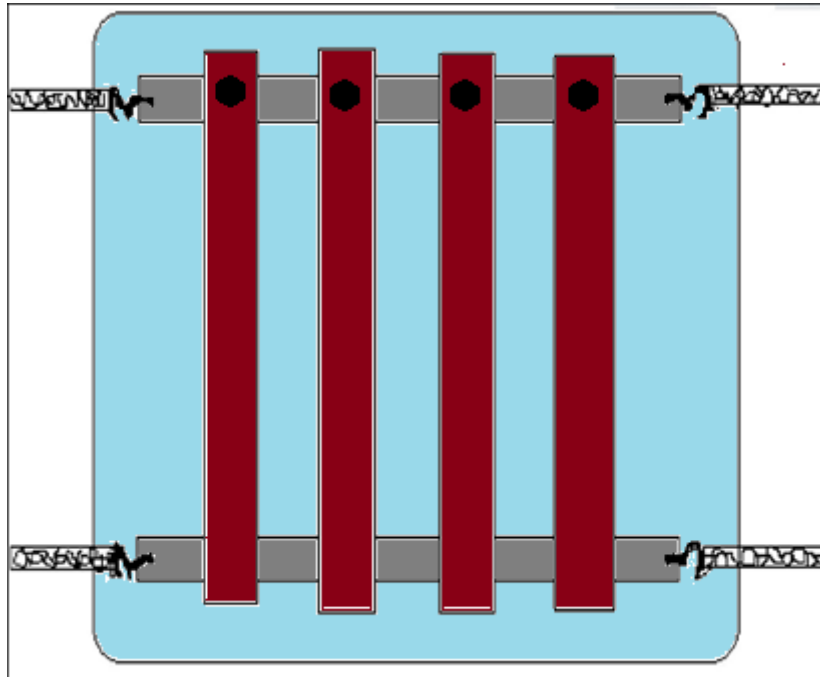
Tabla N° 01 Calidad de roca

CALIDAD DE ROCA	RQD
Muy mala	0-25
Mala	25-50
Regular	50-75
Buena	75-90
Muy buena	90-100

Fuente: Clasificación Geo mecánica de Deure.

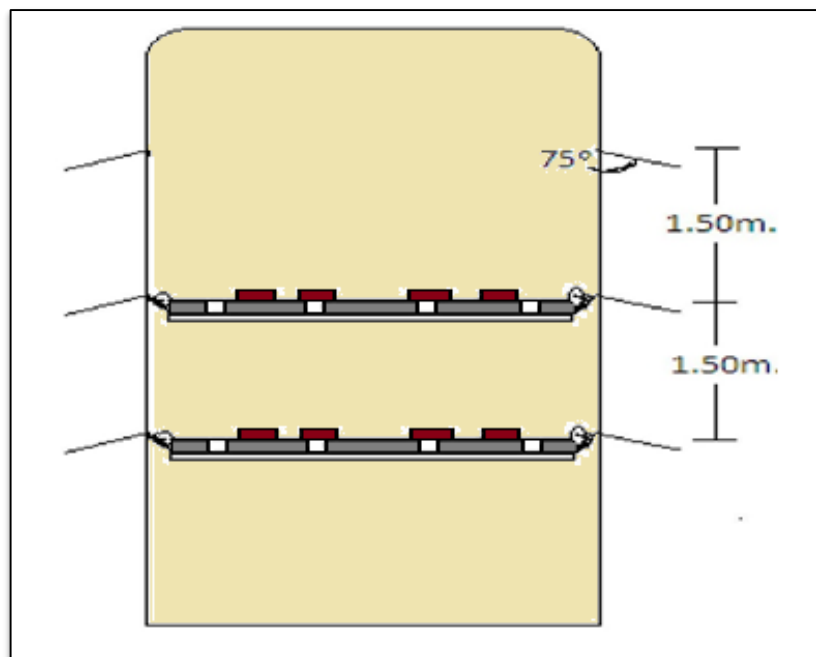
- d) El diámetro máximo recomendable de la chimenea debe ser de 2.40 metros, con inclinaciones no mayores a 75°.g.
- e) En operación se debe contar con dos plataformas, una de trabajo (de perforación) y otra de seguridad, en el cual se colocan tablas en cantidad que va depender de la sección de la labor.

Grafico N°06 Vista plataforma en planta



Fuente elaboración ATR Contratistas SAC.

Grafico N° 07 Plataforma de trabajo y seguridad, en perfil.

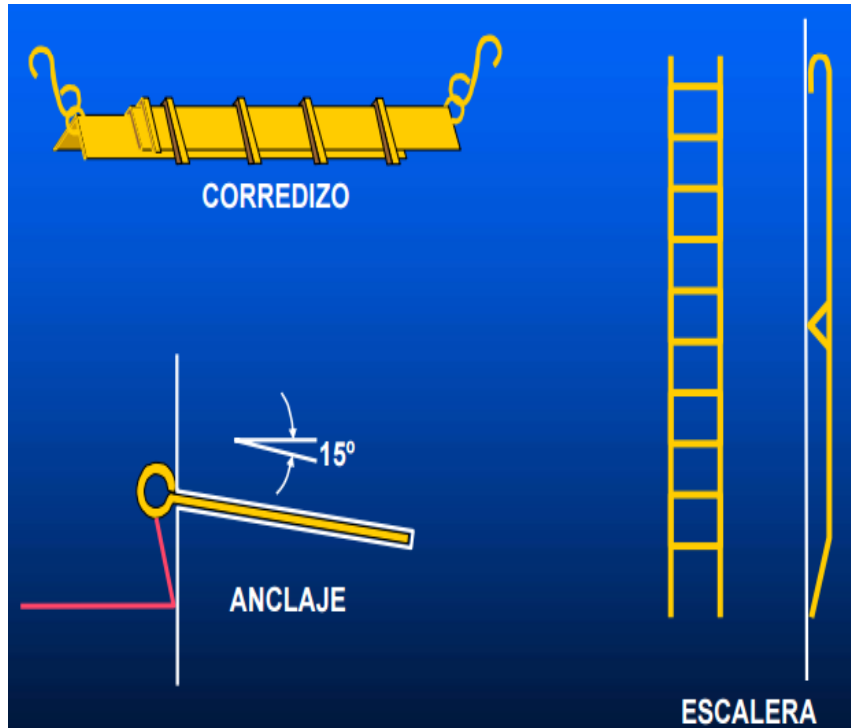


Fuente: elaboración ATR Contratistas SAC.

## 2.2.4. ELEMENTOS DEL SISTEMA PEM.

El sistema comprende los siguientes elementos Metálicos.

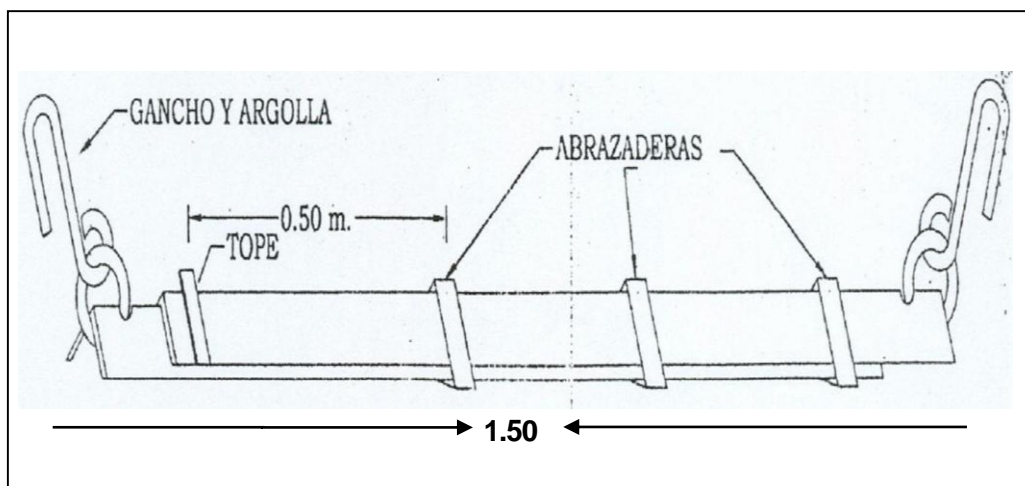
Grafico N° 08 Elementos del Sistema PEM



Fuente: Elaboración de ATR Contratistas SAC.

### a. Corredizos de una Plataforma Metálica.

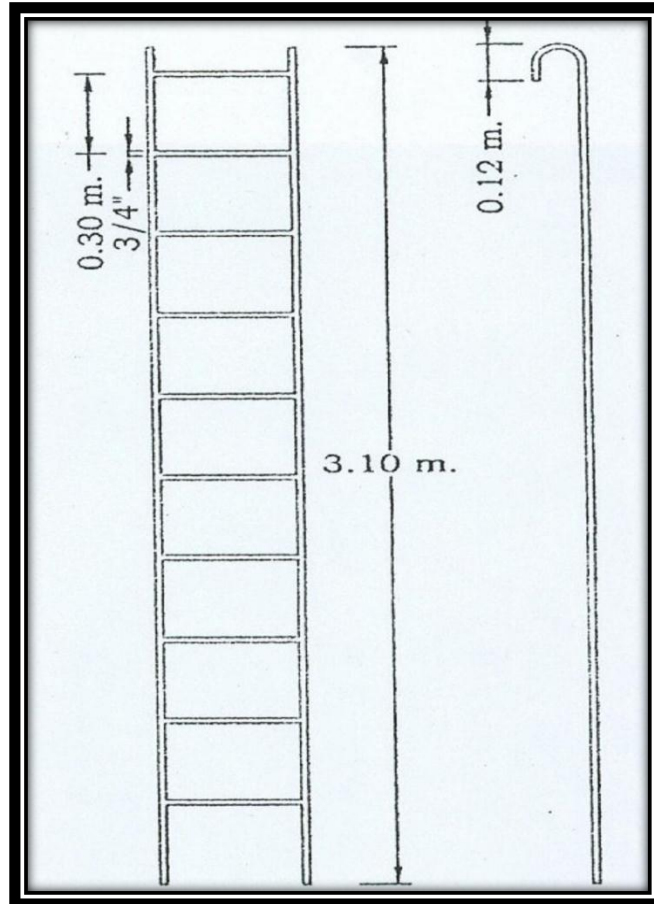
Grafico N° 09 Corredizos de metal



Fuente: elaboración ATR Contratistas SAC.

**b. Escalera Metálica.**

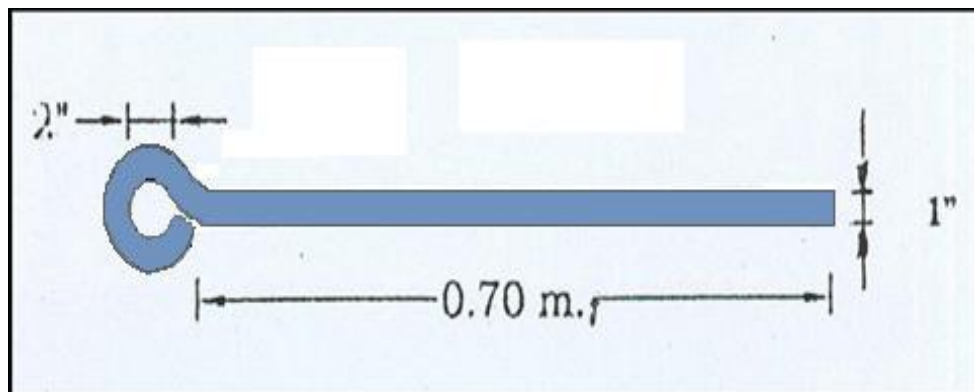
Grafico N° 10 Escalera de metal



Fuente: elaboración propia.

**c. Anclaje Metálico.**

Grafico N° 11 Anclaje de metal



Fuente: elaboración ATR Contratistas SAC.

## 2.2.5. ESTÁNDARES DE TRABAJO PARA LA EJECUCIÓN DE CHIMENEAS CON EL SISTEMA PEM.

### a. Requerimientos.

- Corredizos de fierro angular de  $2\frac{1}{2}$  \*  $2\frac{1}{2}$  \*  $\frac{1}{8}$ .
- Anclajes de fierro corrugado de 1”, de 50cm a 70cm de anclaje fuera de la argolla.
- Escaleras metálicas de fierro corrugado de  $\frac{3}{4}$ ”, tablas
- Longitud de barra de perforación de 2, 4, 6 y 8 pies.
- Diámetro de broca 36, 38, 41 mm.
- Presión de aire de trabajo no menor a 70 PSI.
- Presión de agua no menor a 3Kg/cm<sup>2</sup> y con un caudal mínimo de 1 Lt/seg.
- Uso de guidores de madera para controlar el paralelismo.
- Marcado de malla de perforación.

### b. Sección: 1.5x1.5 mts.

La sección se lleva en forma casi rectangular cumpliendo el ancho y el alto de la labor, de acuerdo a la inclinación y dirección indicada por topografía según el proyecto de la labor. (Mediante una voladura controlada se controlará dicha sección, evitando irregularidades en el piso, techo y cajas).

### c. Plataformas y accesorios. (Corredizos, anclajes).

- Se contará con dos plataformas, de perforación o de trabajo y de seguridad, cada plataforma estará compuesta por dos corredizos y tablas.
- Sobre los corredizos se han de colocar entre 3 a 4 tablas atadas a ambos extremos sobre los corredizos.
- La plataforma de perforación estará distanciada de la de seguridad a 1,5 mts., y a su vez a una distancia como máximo de 3.00 mts., del frente de perforación.

- Los anclajes para los corredizos, que en total son 4, serán colocadas en los costados a una distancia de 20cm, del piso y del techo y para las escaleras que son 2 en el centro del piso distanciados a 30 cm.

**d. Escaleras metálicas.**

- Las escaleras metálicas son colocadas al centro en el piso de la labor.
- Las escaleras son dobladas en un extremo formando así un gancho mediante el cual se colocara en los anclajes.
- Las escaleras cortan con 8 peldaños separados a 30cm entre sí.
- Las escaleras cortan con un ángulo espaciador (del mismo material que la escalera) que será soldada a la mitad de su longitud en ambos parantes, y dar espacio del piso a la escalera para poder sostenerse bien de los peldaños.

**e. Puntales de descanso.**

- La distancia vertical requerida por seguridad, entre puntales de descanso será de 5.00 mts. Se considera la distancia máxima de la luz entre puntal a puntal.
- Las patillas para el colocado o topeado de los puntales se hará en roca firme a una profundidad efectiva mínima de 1”.
- Sobre los puntales se colocarán tablas tanto en el piso como en el techo (descansos).

**f. Disposición de los servicios auxiliares.**

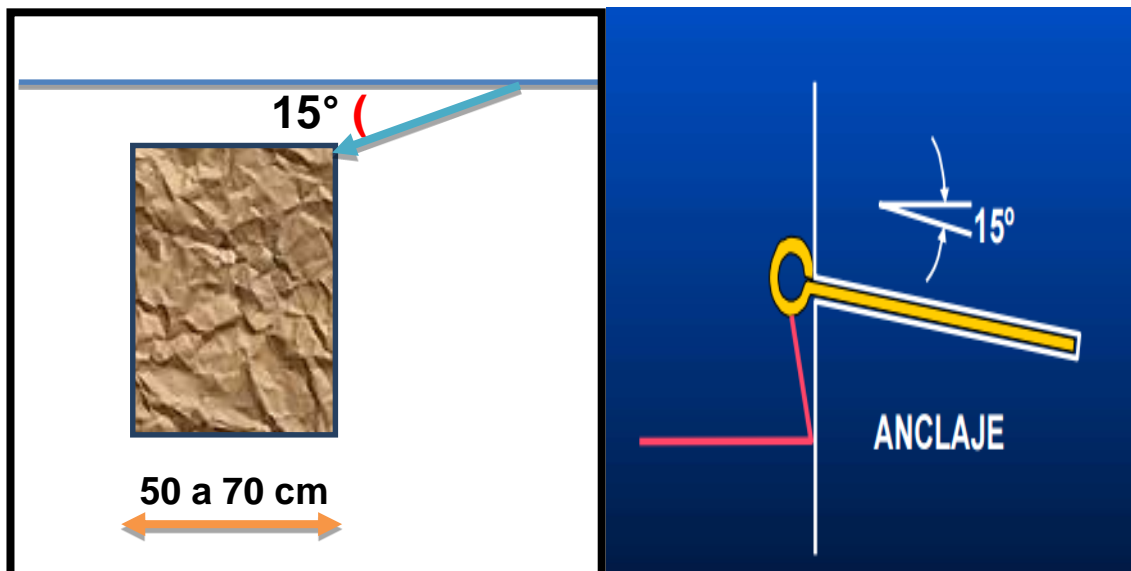
- La disposición de los servicios con tubería de agua, aire y ventilación (3ra línea) estarán dentro del espacio formado entre la caja y el puntal, más no dentro del camino.
- La tercera línea debe estar a una distancia de 5 mts., del tope.

- El cordón de seguridad o sogá, deberá ser 1” de diámetro, y estará amarrado a un anclaje y estar en buen estado.

**g. Taladros de Servicios.**

- Estos se harán tanto para los anclajes y para las escaleras con una inclinación de 15° por debajo de la horizontal y con una profundidad de 50 a 60cms.

Grafico N° 12 Taladro de servicio.



Fuente: elaboración propia.

**2.2.6. PETS (PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO)**

**2.2.6.1. DESATADO DE ROCAS EN LA EJECUCIÓN DE CHIMENEAS PEM**

**A. PERSONAL:**

- Maestro Perforista.
- Ayudante Perforista.

**B. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:**

- Casco tipo sombrero con su respectivo barbiquejo.
- Mameluco con cinta reflectiva.

- Botas con punta de acero.
- Guantes de cuero.
- Lentes de seguridad.
- Respirador anti polvo.
- Protector de oídos.
- Correa portalámparas.
- Lámpara minera.
- Arnés de seguridad con su respectiva línea de anclaje.

### **C. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES:**

- Barretillas de Aluminio de 4' y 6'.

Grafico N° 13 Barretillas de metal



Fuente: elaboración propia.

### **D. PROCEDIMIENTO:**

- Verificar el acceso hacia la labor e inspeccionar la base de la chimenea.
- Verificar la ventilación y el estado de la labor, asegurarse que la válvula de la tercera línea se encuentre abierta.
- Hacer el uso correcto de los EPPS.
- Colocarse el arnés y mover la soga antes de subir, para hacer caer las rocas del disparo.
- El maestro debe subir inspeccionando los elementos PEM (Plataformas, escaleras y anclajes) y limpiar el camino.



- A la orden del maestro el ayudante debe subir para ayudar a colocar las plataformas (Perforación y Seguridad).
- Instalar escalera de avance para realizar un buen desatado.
- A la orden del maestro el ayudante bajara al pie de la chimenea para subir las barretillas adecuadas (4 y 6 pies) para el desatado total de la chimenea.
- Proceder al regado y desatado de rocas, ubicándose en un lugar apropiado y bien posicionado.
- Debe verificarse constantemente el techo, el desate debe ser total en techo y hastiales.
- Fin del desatado, hacer orden y limpieza en ambas plataformas y guardar las barretillas a buen recaudo.

#### **2.2.6.2. TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE MÁQUINA PERFORADORA EN CHIMENEAS PEM**

##### **A. PERSONAL:**

- Maestro Perforista.
- Ayudante Perforista.

##### **B. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:**

- Casco tipo sombrero con su respectivo barbiquejo.
- Mameluco con cinta reflectiva.
- Botas con punta de acero.
- Guantes de cuero.
- Lentes de seguridad.
- Respirador anti polvo.
- Protector de oídos.
- Correa portalámparas.
- Lámpara minera.
- Arnés de seguridad con su respectiva línea de anclaje.

### **C. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES:**

- Máquina perforadora con su respectiva barra de avance.
- Lubricadora.
- Aceite.
- Soga de Nylon de ½” y/o ¾”.
- Cinta Band It.
- Equipo de comunicación constante.

### **D. PROCEDIMIENTO:**

- Al pie de la chimenea se debe colocar un letrero de “no ingresar hombres trabajando”.
- Con la ayuda de la soga se iza la máquina, barra de avance y la lubricadora, hasta la nueva plataforma de trabajo.
- Verificar el estado de las tuberías y mangueras de agua y aire, reparar fugas si las hubiera.
- Sopletear para eliminar los detritos y conectar a la máquina con las válvulas cerradas usando la cinta Band It.
- Verificar el contenido de aceite de la lubricadora, suministrarle la cantidad necesaria en caso estuviese vacía.
- Poner los materiales y la soga a buen recaudo.

### **2.2.6.3. PERFORACIÓN EN CHIMENEAS PEM.**

#### **A. PERSONAL:**

- Maestro Perforista.
- Ayudante Perforista.

#### **B. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:**

- Casco tipo sombrero con su respectivo barbiqueo.
- Mameluco con cinta reflectiva.

- Botas con punta de acero.
- Guantes de cuero.
- Lentes de seguridad.
- Respirador anti polvo.
- Protector de oídos.
- Ropa de jebe (casaca y pantalón)
- Correa portalámparas.
- Lámpara minera.

### **C. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES:**

- Máquina perforadora (jackleg)
- Barrenos de 2', 4' y 6' con sus respectivas brocas.
- Gamarrilla.
- Flexometro.
- Guiadores.
- Pintura roja.
- Saca barreno.
- Saca broca.
- Barretillas de Aluminio de 4' y 6'.
- Soga de Nylon de  $\frac{1}{2}$ " y/o  $\frac{3}{4}$ ".

### **D. PROCEDIMIENTO:**

- Revisar y ponerse correctamente su EPP completo.
- Ubicar el punto de dirección, inclinación y marcar el trazo de perforación a aplicarse.
- Ubicar al alcance el juego de barrenos y herramientas necesarias.
- Iniciar la perforación del frente con el patero.
- El ayudante debe estar atento a desatar las rocas que puedan haberse movido por efectos de la perforación,

desatar inmediatamente si es necesario dejando de perforar.

- Completar los taladros con pasadores de 4 y/o 6 pies según sea necesario.
- Finalizado la perforación del frente perforar los taladros de servicios con barrenos de 2 pies, del tope a 1,5 mts. Y con una inclinación no menor de 15°.
- A la orden del maestro el ayudante bajara a cerrar las válvulas tanto de aire como de agua.
- Desinstalar la máquina, accesorios y ponerlos a buen recaudo.
- Bajar el juego de barrenos y colocarlos en porta herramientas.

#### **2.2.6.4. ENCEBADO EN CHIMENEAS PEM.**

##### **A. PERSONAL:**

- Maestro Perforista.
- Ayudante Perforista.

##### **B. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:**

- Casco tipo sombrero con su respectivo barbiquejo.
- Mameluco con cinta reflectiva.
- Botas con punta de acero.
- Guantes de cuero.
- Lentes de seguridad.
- Respirador anti polvo.
- Protector de oídos.
- Correa portalámparas.
- Lámpara minera.

### **C. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES:**

- Mochilas
- Dinamita Tronex de 1” \* 8” de 65%.
- CarmexFamesa de 7 o 9 pies.
- Punzón de madera y/o cobre.
- Cuchilla.

### **D. PROCEDIMIENTO:**

- La zona de trabajo debe reunir las condiciones de seguridad.
- El personal debe estar entrenado para este tipo de trabajo.
- Los cebos deben prepararse obligatoriamente solo después de terminada la perforación.
- Coger las primas y un número igual de cartuchos de dinamita y ubicarse en un lugar separado del resto de los explosivos.
- Usar siempre un punzón de madera o cobre para hacer los orificios a los cartuchos.
- No usar fulminantes con guía defectuosa ni menor de 7 pies.
- No se debe cortar un cartucho que tenga fulminante adentro.
- Colocar letrero de peligro.

## **2.2.6.5. VOLADURA EN CHIMENEAS PEM**

### **A. PERSONAL:**

- Maestro Perforista.
- Ayudante Perforista.

### **B. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL:**

- Casco tipo sombrero con su respectivo barbiquejo.
- Mameluco con cinta reflectiva.
- Botas con punta de acero.
- Guantes de cuero.
- Lentes de seguridad.

- Respirador anti polvo.
- Protector de oídos.
- Correa portalámparas.
- Lámpara minera.
- Arnés de seguridad con su respectiva línea de anclaje.

#### **C. EQUIPO/HERRAMIENTAS/MATERIALES:**

- Mochilas.
- Dinamita de 1” \* 8” de 65%.
- CarmexFamesa de 7 o 9 pies, Mecha Rápida.
- Atacadores.
- Punzón de madera y/o cobre, Fósforos.

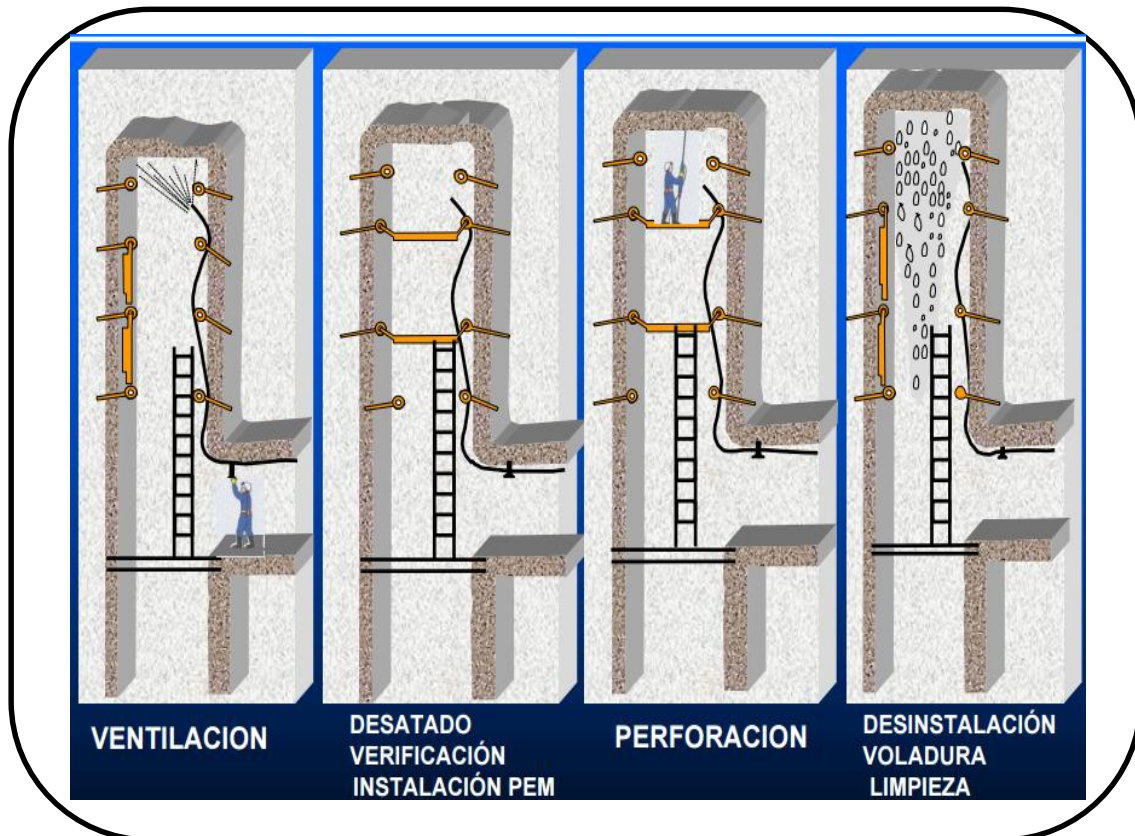
#### **D. PROCEDIMIENTO:**

- El maestro y ayudante deben de subir los explosivos y accesorios que previamente han sido preparados.
- Proceder al carguío con ayuda del atacador.
- Concluido el carguío se procede al amarre del sistema de encendido, dejando listo para el chispeo.
- Desinstalar las plataformas para protegerlos del disparo.
- Retirar todo el material sobrante y otros que puedan ser afectados por el disparo.
- Realizar orden y limpieza en el pie de la chimenea, dejando cada cosa en un lugar apropiado.
- Coordinar con el supervisor y las labores vecinas para la hora del disparo.
- Abrir las válvulas del sistema de ventilación auxiliar (tercera línea), luego después del chispeo.

## 2.2.7. SECUENCIA OPERACIONAL.

El ciclo operativo por guardia, requiere de menos tiempo efectivo de trabajo al prescindir de horas-hombre relativos al empleo de madera.

Grafico N° 14 Secuencia de Operación



Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC..

**2.2.7.1. VENTILACIÓN.-** Es monitoreada desde el nivel de base o del subnivel correspondiente, mediante una línea auxiliar de aire (tercera línea).

**2.2.7.2. DESATADO.-** Una vez concluida y comprobada la ventilación se realiza el desatado de rocas, es importante que esta actividad se realice de manera permanente durante el ciclo de trabajo, teniendo en cuenta la recomendación de geomecánica y la aplicación de la cartilla geomecánica.

### **2.2.7.3. VERIFICACIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS METÁLICOS (PLATAFORMAS, ESCALERAS Y ANCLAJES).**

El supervisor y el personal a cargo de la labor deberán verificar rigurosamente el estado real de los elementos metálicos, corrigiendo o reemplazando los averiados, ocurridos como producto de la voladura realizada. Una vez Inspeccionado los elementos PEM, se procede a fijar los anclajes en los taladros previamente perforados a los costados de la chimenea, para finalmente presentar la nueva posición de las plataformas de trabajo, de seguridad, descansos y escaleras.

**2.2.7.4. PERFORACIÓN.-** Esta se inicia con la perforación de un nuevo juego de taladros sub horizontales para los anclajes sujetadores de las plataformas y escaleras (4 para la plataforma y 2 para la escalera con inclinación por debajo de la horizontal 15°). Luego se realiza la perforación semivertical de la chimenea.

**2.2.7.5. VOLADURA.-** En esta etapa se emplean un sistema integrado de accesorios no eléctricos, con el inicio desde la base o subnivel de las chimeneas desarrolladas en “H”. Previamente se desinstala todo el juego de plataformas.

**2.2.7.6. LIMPIEZA.-** La limpieza en el nivel de base se efectúa de inmediato, para evitar obstrucciones en la ventilación, atoramiento o campaneos en el flujo del material roto.

## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

- **Atacador:** Varilla recta de eucaliptus que usa el disparador para rellenar el hueco donde está el cartucho.
- **Anclaje.-** Es un elemento metálico resistente, que se emplea para estabilizar taludes tanto en roca como en terreno suelto.
- **Accesorios.-** Parte de una instalación o equipo eléctrico, necesario para su normal funcionamiento.



- **Barreno.-** Herramienta de acero, accesorio de la perforadora, preparada con una cabeza cuadrada en un extremo, que puede ser de dos y hasta de catorce pulgadas de largo y se utiliza para hacer taladros en rocas deleznales.
- **Broca.-** Herramienta de acero asociada a la barra de perforación, que se utiliza para hacer más seguro un taladro en rocas compactas y llevar a cabo una voladura.
- **Barretilla.-** Herramienta manual, de fierro acerado de un metro ochenta de largo con dos pulgadas de diámetro, en uno de cuyos extremos tiene un pico de loro y en el otro, una asa de seguridad; sirve para desquinchar rocas sueltas después de una voladura o para preparar techos en un lugar donde se va a reiniciar una labor.
- **Bypass.-** Inglés. Entrada estrecha, horizontal que se hace como un desvío en una misma labor.
- **Chimeneas.-** Son labores verticales, que enlazan dos galerías de explotación o niveles para el paso de la ventilación. Se perforan por lo general de manera ascendente para mejor manejo del material que se genera desprendiendo debido a la excavación.
- **Cebo.-** Carga de explosivo de alta potencia y sensibilidad, en la que se sitúa el detonante que sirve para aumentar el rendimiento de otros explosivos.
- **Costos.-** Es el sacrificio, o esfuerzo económico que se debe realizar para lograr un objetivo.
- Los objetivos son aquellos de tipo operativos, como por ejemplo: pagar los sueldos al personal de producción, comprar materiales, fabricar un producto, venderlo, prestar un servicio, obtener fondos para financiarlos, administrar la empresa, etc.
- **Camino:** Par de rieles de metal o madera (en los pirquenes) instalados para transporte.
- **Cordón detonante.-** Es un cordón flexible que contiene un alma sólida de alto poder explosivo y resistencia a la tensión.
- **Conductor eléctrico.-** Es un material, usualmente en la forma de alambre

o conjunto de alambres, cables y barras, capaz de conducir la corriente eléctrica. Puede ser descubierto, cubierto o aislado.

- **Capataz:** Jefe de cuadrilla de obreros.
- **Cartucho de explosivo.-** Explosivo debidamente forrado con papel especial y de dimensiones específicas. especial y de dimensiones específicas.
- **Detonador.-** Es todo dispositivo que contiene una carga detonante para iniciar un explosivo, al que normalmente se le conoce con el nombre de fulminante. Pueden ser eléctricos o no, instantáneos o con retardo. El término detonador no incluye al cordón detonante.
- **Dinamita.-** Es un explosivo muy usado en minería subterráneo y obras civiles, posee alto empuje y buen poder rompedor, limitada resistencia al agua. Se utiliza generalmente para realizar voladura en rocas de dureza blanda, en todos los tipos de trabajos de minería superficial y subterránea, como en obras civiles
- **Drenaje ácido de mina.-** Un DAM es un agua de pH bajo, enriquecida en sulfatos y con grandes concentraciones de acidez. La acidez de los DAM es producida por oxidación e hidrólisis de minerales de sulfuros y está representada por acidez mineral (hierro, aluminio, manganeso y otros metales, que depende de la geología del depósito) y acidez del ion hidrógeno.
- **Ergonomía.-** Es la ciencia, llamada también ingeniería humana, que busca optimizar la interacción entre el trabajador, máquina y ambiente y la organización del trabajo con el fin de adecuar los puestos, ambientes y la organización del trabajo a las capacidades y características de los trabajadores, a fin de minimizar efectos negativos y, con ello, mejorar el rendimiento y la seguridad del trabajador.
- **Espacio confinado.-** Es aquel lugar de área reducida o espacio con abertura limitada de entrada y salida.
- **Estándar de trabajo.-** El estándar es definido como los modelos, pautas y patrones que contienen los parámetros y los requisitos mínimos aceptables de medida, cantidad, calidad, valor, peso y extensión

establecidos por estudios experimentales.

- **Escaleras metálicas y anclajes:** Las escaleras son fabricadas de fierro corrugado de  $\frac{3}{4}$ ". Los parantes serán de 3m.
- **Explosivos.-** Son materiales que pueden ser iniciados por un fulminante, los cuales son colocados en taladros para su detonación, que permite romper rocas o mineral, mediante la producción de gases, que dan lugar a una presión que es capaz de romper la roca, por el aumento de volumen del explosivo al convertirse en gas.
- **Enmaderador.-**Trabajador que se encarga de colocar maderas trabajadas en los sitios de la mina que necesitan sostenimiento.
- **Emulnor.-**Es una emulsión encartuchada en envoltura plástica.
- **Enmaderar.-**Sostenimiento de los lugares que tienen rocas deleznales, mediante cuadros o cuarterones de madera, dentro de la mina, por razones de seguridad. También se hacen coche-bombas de madera y todo lo que sea conveniente de madera para las obras de explotación minera.
- **Fulminante.-**Casquillo metálico cerrado en un extremo, el cual contiene una carga explosiva de gran sensibilidad, por ejemplo, fulminato de mercurio. Están hechos para detonar con las chispas del tren de fuego de la mecha de seguridad.
- **Izaje.-**Transportar mineral y personal por medio del Pique Maestro el cual se produce cuando el mineral es transportado por medio de baldes y el izaje del personal por medio de jaulas movidas por el tablero del sistema eléctrico.
- **Geomecánica.-**Estudia el comportamiento del macizo rocoso.
- **Mina.-**Yacimiento de donde se extrae el mineral rentable mediante un sistema productivo. La extracción se efectúa por etapas: primero se hace exploraciones, luego perforaciones diamantinas y, si se encuentra mineral, se procede a hacer una mina. Se construye una galería principal con una entrada que se llama bocamina.
- **Macizo rocoso.-**Conjunto de matriz rocosa y discontinuidades. Presenta carácter heterogéneo, comportamiento discontinuo y

normalmente anisótropo, consecuencia de la naturaleza, frecuencia y orientación de los planos de discontinuidad, que condicionan su comportamiento geomecánico e hidráulico.

- **Ore Pass.**-El echadero de mineral se construye a partir de la Galería principal en el centro del tajo, se corre una chimenea y en el pie de ella se construye una tolva americana por la cual se evacua todo el mineral, en esta chimenea se colocara una parrilla de 8” de abertura de riel a riel.
- **Plataformas.**-Son planchas metálicas en donde se trabaja con 2 plataformas, una de perforación o trabajo y otra de seguridad.
- **Patilla.**-Excavación que se hace en el piso en la caja de piso para alojar el pie del puntal.
- **Plantilla.**-Pequeña tabla de 2” a 3” de grosor que se coloca entre la caja techo y la cabeza.
- **Perforadora.**-Equipo manual o mecánico operado por una fuente de poder o hidráulico, utilizado para perforar agujeros o barrenos destinados a la detonación o a la instalación de pernos de anclaje para la roca.
- **Perforación.**-Es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es abrir en la roca o mineral huecos cilíndricos llamados taladros, que están destinados a alojar o colocar explosivos y sus accesorios en su interior.
- **Perforación neumática.**-Se realiza mediante el empleo de una perforadora convencional; usando como energía el aire comprimido, para realizar huecos de diámetro pequeño con los barrenos integrales que poseen una punta de bisel (cincel); que se encarga de triturar la roca al interior del taladro en cada golpe que la perforadora da al barreno y mediante el giro automático hace que la roca sea rota en un círculo que corresponde a su diámetro; produciéndose así un taladro.
- **Producción.**- Es un sistema de acciones que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de

entrada (conocidos como factores) pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor.

- **Roca.**-Agregado natural de partículas de uno o más minerales, con fuerte unión cohesiva permanente, que constituyen masas geológicamente independientes y cartografiables.
- **Rocas encajonantes.**- Unidad o cuerpo de roca que contiene un recurso mineral como producto de un proceso magmático.
- **Taladro.**-Perforación que se hace en un frente para rellenarlo de anfo o dinamita a fin de realizar una voladura. De acuerdo a su ubicación se denomina alza, rastra y arranque. Hay varios tipos de taladro:taladros verticales, taladros de realce de corona.
- **Voladura.**-Ignición de una carga masiva de explosivos. El proceso de voladura comprende el cargue de los huecos hechos en la perforación, con una sustancia explosiva, que al entrar en acción origina una onda de choque y, mediante una reacción, libera gases a una alta presión y temperatura de una forma substancialmente instantánea, para arrancar, fracturar o remover una cantidad de material según los parámetros de diseño de la voladura misma.
- **Voladura controlada.**-Voladura en la cual cada hoyo es detonado en una secuencia progresiva para reducir las vibraciones y la dirección de proyección.
- **Veta.**- Cuerpo de roca tabular o laminar que penetra cualquier tipo de roca. Se aplica este término particularmente para intrusiones ígneas de poco espesor como diques o silos y cuyos componentes más comunes son cuarzo o calcita. Muchos depósitos de mena importantes se presentan en formas de vetas junto con otros minerales asociados.
- **Ventilación.**- Conducto que une varios niveles, permite el pasaje bocamina.
- **Wastepass.**- Coladero, paso entre niveles, pozo de desescombro, conducto de extracción, chimenea de paso, traspaso del estéril, pique de traspaso, vertical, tiro de escombros.

## CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

### 3.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

“El nuevo diseño de chimeneas en minería subterránea, se mejoraría utilizando el sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas), en la unidad de producción minera Troy SAC”.

### 3.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

#### 3.2.1. VARIABLE DEPENDIENTE

- Y: Sistema de plataformas y escaleras metálicas.

#### 3.2.2. VARIABLES INDEPENDIENTES

- X: Costos entre el sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas) y el sistema convencional con madera.

Tabla N° 02 Definición de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	INDICADORES
Y=plataformas y escaleras Metálicas.	El sistema de Plataformas y Escaleras Metálicas es un método nuevo para ejecución de chimeneas.	Esta referido a la ejecución de chimeneas con plataformas y escaleras metálicas.	El peso de las plataformas y escaleras metálicas: en Kg.
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	INDICADORES
X= Costos entre el sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas) y el sistema convencional con madera.	El <b>costo</b> es fundamentalmente un concepto económico, que influye en el resultado de la empresa.	Esta referido a los costos de operación que demanda la ejecución del sistema PEM	El costo de la ejecución de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas esta dado en: s/

Fuete: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de diseño de investigación del presente estudio es No experimental, Transversal, Descriptivo.

### **4.2. MATERIAL DE ESTUDIO.**

#### **4.2.1. UNIDAD DE ESTUDIO.**

Una chimenea de la unidad de producción minera Troy SAC.

#### **4.2.2. POBLACIÓN.**

Labores subterráneas horizontales y verticales de la unidad de producción minera Troy SAC.

#### **4.2.3. MUESTRA.**

Tres chimeneas en el interior mina en la unidad de producción minera Troy SAC.

### **4.3. TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS**

#### **4.3.1. PARA RECOLECTAR DATOS.**

Para recolectar se realizaron las mediciones de la chimenea, a la cual implementaremos el sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas) y posteriormente ingresadas a una base de datos para su procesamiento, el procedimiento se detalla a continuación:

### a) PROCEDIMIENTO

- En primer lugar, el supervisor y el personal a cargo de la labor deberán verificar rigurosamente el estado real de los elementos metálicos, corrigiendo o reemplazando el elemento averiado.
- De la chimenea que analizaremos, lo primero a realizar, será la toma de medidas, ancho, largo y alto de la chimenea.
- Después de realizar las medidas, se procederá a perforar los puntos ya delimitados dentro de la chimenea.
- Seguidamente procederemos a fijar los anclajes en los taladros previamente perforados a los costados de la chimenea.
- Finalmente se presenta la nueva posición de las plataformas de trabajo, seguridad, descansos y escaleras metálicas.

### b) MATERIALES:

- Barretillas de aluminio y de metal de 4 y 6 pulg.
- Máquina perforadora con su respectiva barra de avance.
- Lubricadora.
- Aceite.
- Soga de Nylon de  $\frac{1}{2}$ " y/o  $\frac{3}{4}$ ".
- Cinta Band It.
- Equipo de comunicación constante.
- Barrenos de 2', 4' y 6' con sus respectivas brocas.
- Gamarrilla.
- Flexometro.
- Guiadores.
- Pintura roja.
- Saca barreno.
- Saca broca.
- Atacadores.



- Comba de 4 Lbs.
- Linternas de largo alcance
- Nivel.
- Wincha.
- Marcadores.

#### **4.3.2. PARA ANALIZAR INFORMACIÓN:**

Se utilizará diferentes programas aplicativos para hallar los datos, cálculos y diferencia de costos en la ejecución de chimeneas, con el uso del sistema convencional con madera vs el sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas).

##### **4.3.2.1. Procesadores de texto:**

###### **Microsoft Word:**

Con este software realizamos la redacción y elaboración del presente trabajo.

###### **Microsoft Excel:**

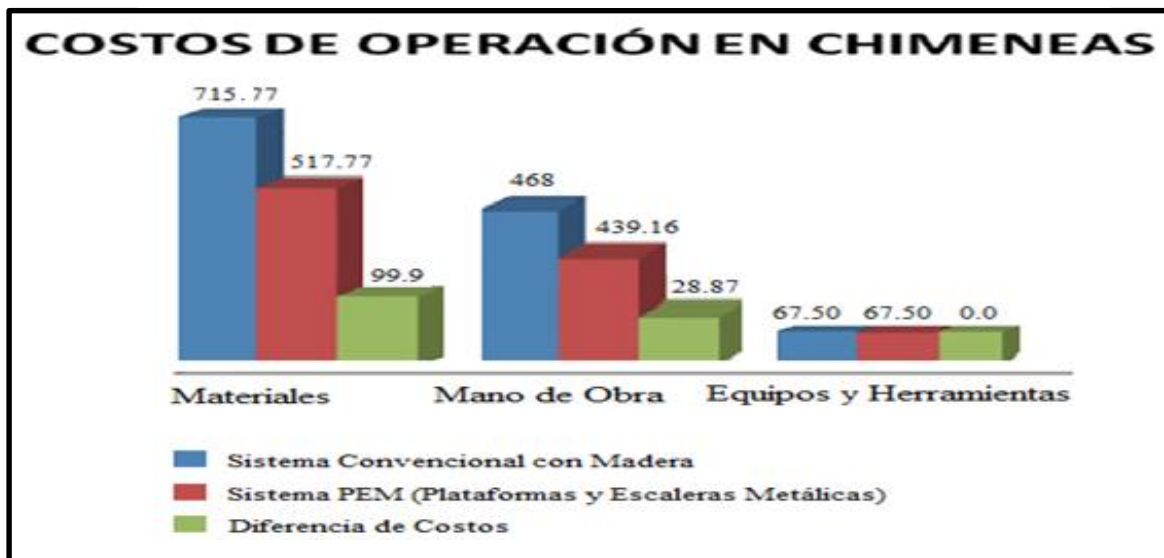
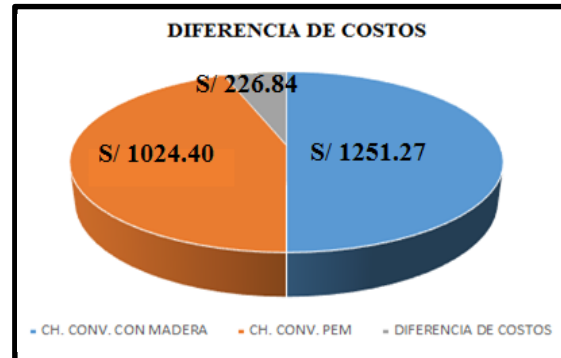
Con este software hallamos datos específicos, cálculos y realizamos la comparación de costos, entre una chimenea trabajada de forma convencional con madera y una chimenea trabajada con el sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas).

(Comparación de costos entre Chimeneas analizadas)

Grafico N° 15 Costos en Excel

COSTOS POR SERVICIOS, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			
ITEMS	Chimenea CONV. Y en S/.	Chimenea PEM. X en S/.	Diferencia de Costos X en S/.
Mano de obra	468	439.16	28.84
Materiales	715.77	517.77	198.00
Equipos y herramientas	67.50	67.50	0.00
<b>TOTAL</b>			<b>226.84</b>

COSTOS DE OPERACIÓN EN CHIMENEAS		
CH. CONV. CON MADERA	S/. 1251.27	100 %
CH. CONV. PEM	S/. 1024.43	100 %
DIFERENCIA DE COSTO EN %	S/. 226.84	20.2 %



Fuente: Elaboración propia

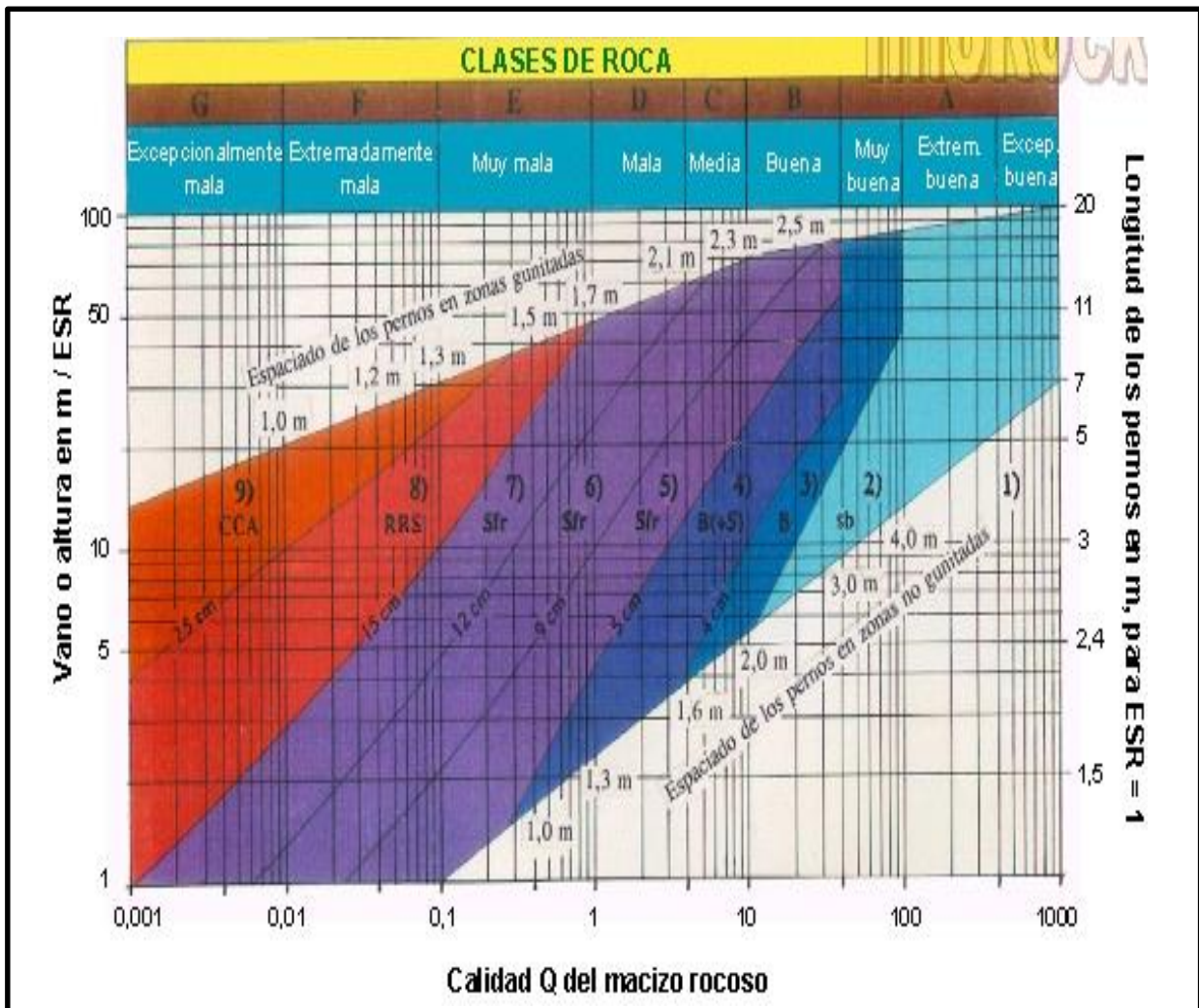
**Tabla Dureza de roca de Bartón:**

Con esta pudimos adquirir los datos del macizo rocoso a través de muestreos constantes en el área proyectada a la labor.

Nos permite conocer con un alto porcentaje la dureza y composición que posee el macizo rocoso, para poder verificar si el sistema que queremos implementar es viable o no.

En este caso, el macizo rocoso mostro que posee una composición buena, lo cual nos permite desarrollar los trabajos necesarios sin ningún inconveniente.

Grafico N° 16 Tabla de dureza del macizo rocoso



Fuente: Elaboración Inforock

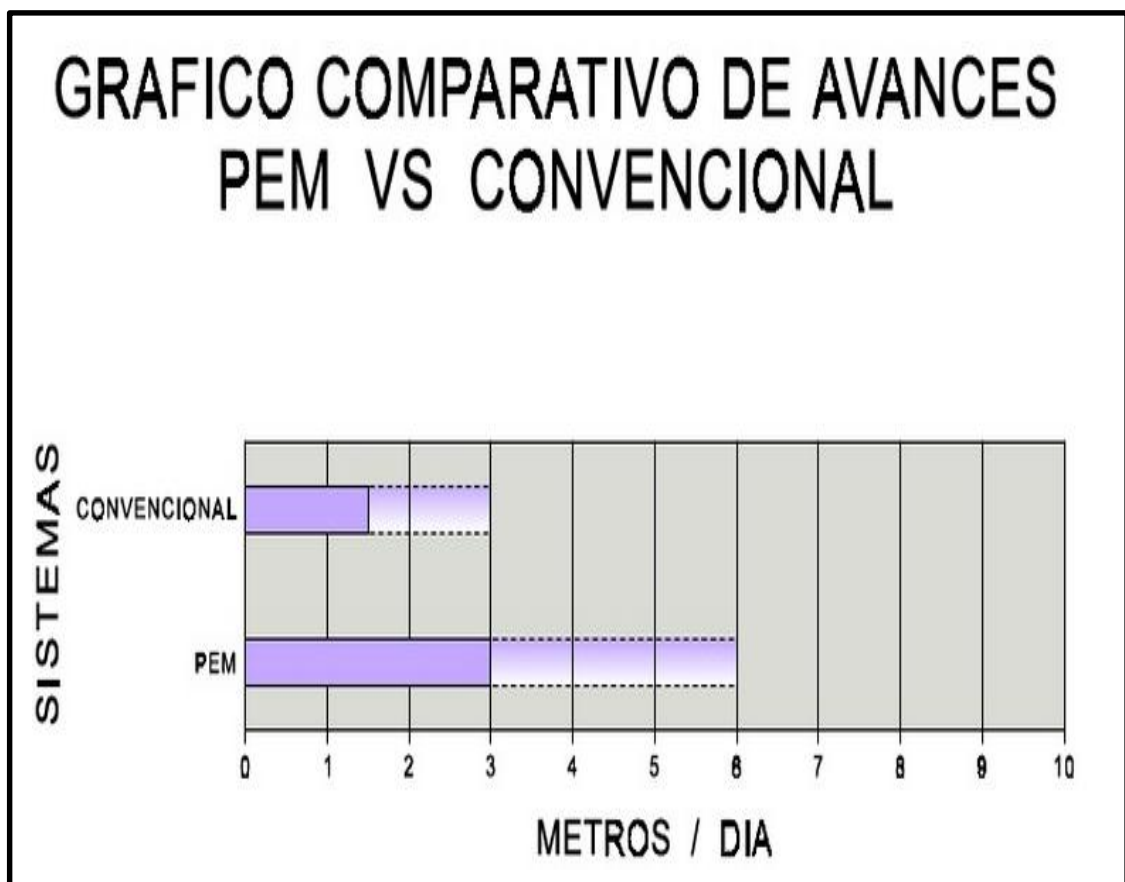
## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

### 5.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1.1. AVANCE DE COMPARACIÓN ENTRE SISTEMA PEM Y METODO CONVENCIONAL CON MADERA

En el grafico podemos observar la diferencia que existe entre el método PEM y el método convencional con madera, el resultado es mas que evidente, con el sistema convencional el avance en obra es mas lento y ofrece una menor producción, a comparación del sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas), que en pocos días casi duplica el avance y por ende la producción.

Grafico N° 17 comparación de avance entre el sistema convencional con madera y el sistema PEM.



Fuente: Elaboración propia

## 5.1.2. ANÁLISIS DE COSTOS

A diferencia de otros, la inversión inicial es baja. Este sistema, que recicla los elementos metálicos y prescinde del personal de enmaderadores, madera, flete, almacenaje, carpintería, transporte interno y subterráneo, izaje y otros, hace que el costo unitario sea por debajo del convencional con madera

A continuación se dan a conocer los costos de operación considerando la ejecución de chimeneas con el sistema tradicional con madera y con el usos del sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas), en la unidad de producción Minera Troy SAC.

Además se muestra el costo de ejecución de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas.

### 5.1.2.1. MÉTODO MANUAL TRADICIONAL

Equipo	: Toyo 280 - L
N° de taladros	: 15
Profundidad del taladro	: 6' = 1,83 m
Avance	: 1,55 m
Sección	: 5' x 5' = 1,5 x 1,5 m

### 5.1.2.2. MÉTODO MANUAL SISTEMA P. E. M.

Equipo	: Toyo 280 - L
N° de taladros	: 14
Profundidad del taladro	: 6' = 1,83 m
Avance	: 1,55 m
Sección	: 5' x 5' = 1,5 x 1,5m.

Los costos de operación derivados de estos dos métodos se aprecian en los siguientes cuadros de datos:

## Precios unitarios de chimenea convencional con madera

Tabla N° 03 Precio unitario con el sistema Convencional

CHIMENEA CONVENCIONAL CON MADERA									
SISTEMA CONVENCIONAL CHIMENEA 01	Altura 20 mt	Largo 1.50 mt	Ancho 1.50 mt	Tipo de roca Buena	Tipo de Minería Subterránea	Ubicación Cajamarca			
MANO DE OBRA	Personal	Horas Trabajadas	S / hora	Sub Total	Descuento 10%	Total			
Perforista	1	3	15.83	47.5	4.75	42.75			
Ayudante de Perforación	1	3	7.5	22.5	2.25	20.25			
Enmaderador	2	6	10.42	62.5	6.25	56.25			
Almacenero	1	6	5.42	32.5	3.25	29.25			
Capataz	1	6	11.25	67.5	6.75	60.75			
Supervisor	1	6	27.08	162.5	16.25	146.25			
Previsionista	1	6	20.83	125	12.5	112.5			
<b>Total</b>						<b>468</b>			
MATERIALES	Medida/Forma	Unidad	PU (S/)	Sub Total	IGV 19%	Total			
Madera para base	redonda 5" X 7"	8	27.5	220	22	198			
Madera para plataforma	tablas 30 cm 1.50mt	6	9.8	58.8	5.88	52.92			
Barilla de acero	½"	5	21.8	109	10.9	98.1			
Brocas descartables	36 mm	25	10.7	267.5	26.75	240.75			
Manguera de 1"	100 m	1	67	67	6.7	60.3			
Acetite para Maquina de perforación	250 ml	1	35	35	3.5	31.5			
Clavos	2"	1 millar	38	38	3.8	34.2			
<b>Total</b>						<b>715.77</b>			
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Descripción	Unidad	PU (S/)	Sub Total	IGV 19%	Total			
Perforadora Jack-Leg	Alquiler	1	75	75	7.5	67.5			
Buggie para construcción	Propio	3	0	0	0	0			
<b>Total</b>						<b>67.5</b>			
El sueldo de los trabajadores está determinado de la siguiente forma: Sueldo del trabajador entre 30 Días laborados entre 8 Horas diarias. con un descuento de 10%									
CARGO	SUELDO								
Perforista	S/ 3800								
Ayudante de Perforación	S/ 1800								
Enmaderador	S/ 2500								
Almacenero	S/ 1300								
Capataz	S/ 2700								
Supervisor	S/ 6500								
Previsionista	S/ 5000								
		DESCRIPCIÓN	VALOR						
		MANO DE OBRA	468						
		MATERIALES	715.77						
		EQ Y HERR	67.5						
		<b>TOTAL</b>	<b>1251.27</b>						

Fuente: unidad de Minera Troy.

## Precio unitario de Chimenea convencional con sistema PEM.

Tabla N° 04 Precio unitarios con el sistema PEM

CHIMENEA CON EL USO DEL SISTEMA PEM									
SISTEMA PEM	Altura	Largo	Ancho	Tipo de roca	Tipo de Minería	Ubicación			
CHIMENEA 01	20 mt	1.50 mt	1.50 mt	Buena	Subterránea	Cajamarca			
MAÑO DE OBRA		Personal	Horas Trabajadas	5 / hora	Sub Total	Descuento 10%	Total		
Perforista	1	15.83	47.5	4.75	42.75				
Ayudante de Perforación	1	7.5	22.5	2.25	20.25				
Instalador PEM	1	9.17	18.3	1.83	16.50				
Ayudante de instalación PEM	1	6.04	12.1	1.21	10.88				
Almacenero	1	5.42	32.5	3.25	29.25				
Capataz	1	11.25	67.5	6.75	60.75				
Supervisor	1	27.08	162.5	16.25	146.25				
Previsionista	1	20.83	125	12.5	112.5				
<b>Total</b>					<b>439.125</b>				
MATERIALES		Medida/Forma	Unidad	PU (S/)	Sub Total	IGV 19%	Total		
Aceero Estructural A 36	10" X 4"	2	36.5	73	65.7				
Banilla de acero	1/2"	5	21.8	109	98.1				
Madera para plataforma	tablas 30 cm 1.50mt	6	9.8	58.8	52.92				
Brocas descartables	36 mm	25	10.7	267.5	240.75				
Manguera de 1"	100 m	1	67	67	60.3				
Acete para Maquina de perforación	250 ml	1	35	35	31.5				
Clavos	2"	1 millar	38	38	34.2				
<b>Total</b>					<b>517.77</b>				
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS		Descripción	Unidad	PU (S/)	Sub Total	IGV 19%	Total		
Perforadora Jack-Leg	Alquiler	1	75	75	67.5				
Bugle para construcción	Propio	3	0	0	0				
<b>Total</b>					<b>67.5</b>				

El sueldo de los trabajadores está determinado de la siguiente forma: Sueldo del trabajador entre 30 Días laborados entre 8 Horas diarias. con un descuento del 10%

DESCRIPCIÓN	VALOR
MAÑO DE OBRA	439.125
MATERIALES	517.77
EQ Y HERR	67.5
<b>TOTAL</b>	<b>1024.395</b>

CARGO	SUELDO
Perforista	S/ 3800
Ayudante de Perforación	S/ 1800
Instalador PEM	S/ 2200
Ayudante de instalación PEM	S/ 1450
Almacenero	S/ 1300
Capataz	S/ 2700
Supervisor	S/ 6500
Previsionista	S/ 5000

Fuente: unidad de producción Minera Troy.

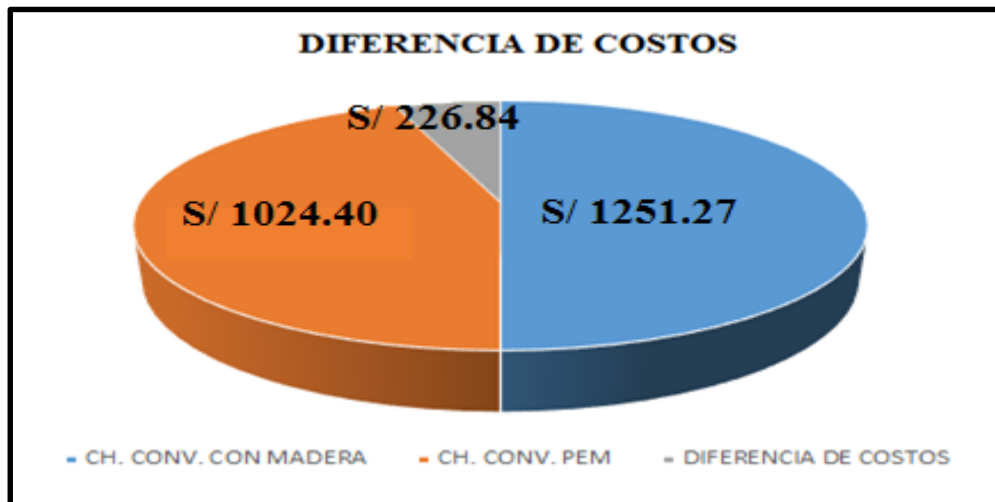
La diferencia de costos totales de las Tablas N° 03 y N° 04 tenemos en la siguiente Tabla.

Tabla N° 05 Diferencia de costos de Operación

Fuente: Elaboración propia

<b>CH. CONV. CON MADERA</b>	S/. 1251.27
<b>CH. CONV. PEM</b>	S/. 1024.40
<b>DIFERENCIA DE COSTOS</b>	S/. 226.84

Grafico N° 18 Comparación y diferencia de costos



Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla N° 05 y la figura N° 18 en donde se detalla la diferencia de los costos de operación en secciones de 1.50 x 1.50m en ambos métodos de los cuales se muestra la diferencia de costos de S/ 226.84. Se puede decir que los costos de operación con el sistema PEM reducen en un 20.2 %, en relación a la ejecución de chimeneas con madera.

## 5.2. ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE CHIMENEAS CONVENCIONALES (GRUPO DE CONTROL Y GRUPO EXPERIMENTAL)

Habiéndose procesado los resultados de los costos de operación en la ejecución de chimenea convencionales con madera y PEM, realizadas en el año 2015 y a partir del mes de marzo se realiza la comparación de resultados de los costos de producción, ya que la presente investigación comienza recién febrero en la unidad de producción Minera Troy SAC.



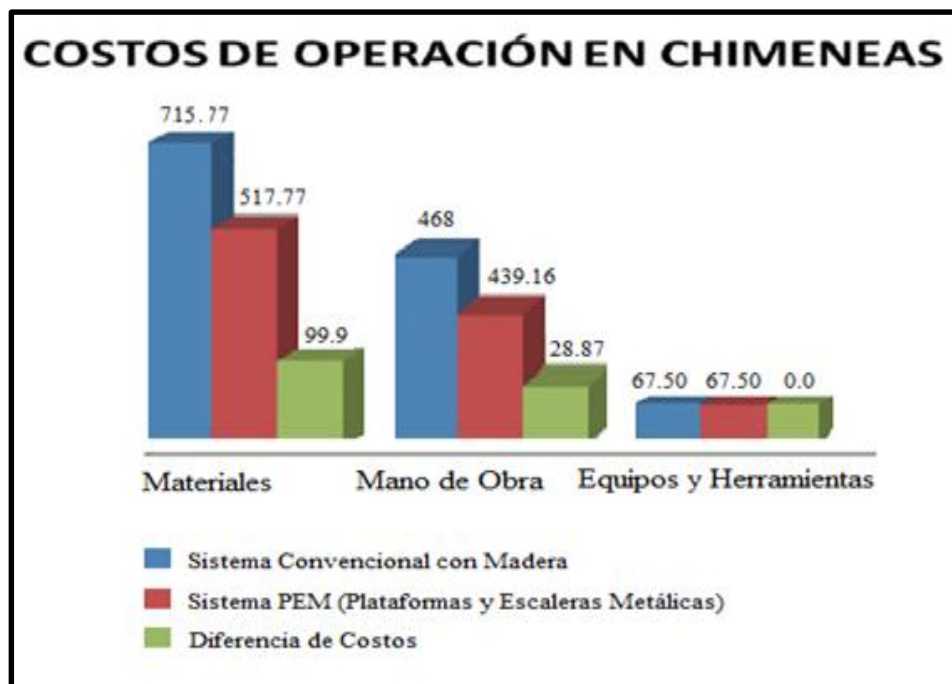
Tabla N° 06 Muestra de estudio

ITEMS	Mano de obra	Materiales	Equipos y herramientas	Total
Chimenea Conv. Con madera S/	468	715.77	67.50	1251.27
Chimenea PEM S/	439.13	517.77	67.50	1024.40
Diferencia de Costos S/ en S/.	28.87	198	0	226.87

Fuente: Elaboración propia.

### Diferencia entre sistemas

Grafico N° 19 Diferencias entre Sistemas



Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N° 06 y la figura N° 19 se puede observar que los costos de operación en la unidad de producción Minera Troy SAC, en el grupo experimental, disminuyen considerablemente a comparación del grupo de control. En donde la chimenea PEM reduce los costos en porcentajes en comparación a chimenea con madera.

## CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

- Se ha detallado la secuencia de operacional del sistema de plataformas y escaleras metálicas para su mejor ejecución de chimeneas, teniendo en cuenta los PETS y estándares de trabajo.
- El costo de operación con él sistema PEM de sección (1.50m x 1.50m) es de 1024.40 S/ml, y el costo de chimenea convencional con madera de sección (1.50m x 1.50m) es de 1251.27 S/ml. En donde el sistema PEM reduce los costos de operación en 226.87 S/. La ejecución de chimeneas con el sistema PEM reduce el costo en un 20.2 % en relación a la ejecución de chimeneas con madera, por ende es viable.
- Las condiciones geo mecánicas será muy importante para la ejecución de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas.

## CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

- El sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas), a comparación del sistema convencional con madera, es mucho más versátil e innovador en labores verticales (chimeneas y piques), dentro de minería subterránea.
- El usos del sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas), reduce los costos notablemente en la ejecución de chimeneas, hemos demostrado con cifras reales, que esté sistema es de menor costo que el sistema convencional con madera reduciendo los costos hasta un 23% en pocos días de implementado.
- En comparación al desarrollo de las labores con el uso del sistema convencional con madera, el sistema PEM nos brinda mayores avances en obra, incluso duplicando el avance en las labores, por chimenea, obteniendo en pocos días de implementado un incremento de hasta 50 % en la productividad, brindandonos un mayor avance en la ejecución de la obra y por ende mayores ingresos.
- Por ser un sistema metálico, no demanda del uso excesivo de madera, previniendo así la depredación forestal y ayudando de alguna manera con la conservación del medio ambiente.
- Su instalación y desinstalación no es complicado y no demanda de mucho tiempo ni de mucho personal, por lo que lo hace más práctico y efectivo.
- El sistema de plataformas y escaleras metálicas después de su uso será reciclado significativamente, para su posterior uso.

## CAPÍTULO 8. RECOMENDACIONES

- Es necesario verificar que el material a utilizar en el nuevo sistema PEM, sea de la mejor calidad y de un proveedor confiable.
- Para evitar pérdidas de tiempo con el personal nuevo ingresante, se debe capacitar por un periodo mayor. Especialmente haciéndole conocer el objetivo y la secuencia del trabajo de las chimeneas PEM, para obtener una mayor secuencia operacional. Esto se debe trabajar de la mano con la Oficina de logística la cual debe abastecer de materiales con la debida anticipación, para no retrasar el avance programado del mes.
- Tendremos que evaluar constantemente el área de labor, para poder identificar los peligros, evaluar y controlar los riesgos que podamos encontrar en la ejecución de chimeneas, con el sistema de plataformas y escaleras metálicas en la unidad de producción Minera Troy SAC.
- Es necesario hacer el mantenimiento preventivo de las estructuras metálicas constantemente, (engrasado en las uniones de los corredizos de las plataformas); Se debe revestir las estructuras metálicas usadas en las chimeneas PEM con pintura anticorrosiva, para evitar su oxidación y aumentar su vida útil.

## REFERENCIAS:

- Taipei Rosaes, Adelino (2004). Ejecución de chimeneas con el sistema PEM, curso de actualización minera del 20 al 30 de enero del 2004, Hca.
- ATR contratistas SAC. (2008). Especificaciones Técnicas En La Ejecución de Chimeneas con el Sistema PEM.
- Emilio García, B (2008) Gestión de seguridad y salud ocupacional en minería subterránea con el uso del sistema PEM.
- Ahumada Urrea, Carlos A. (2012) Optimización de voladura en desarrollos verticales, Mina el Teniente.
- Consorcio Minero Horizonte (2009) Pruebas con taladros para chimeneas verticales.
- ATR Contratistas SAC. (2008-2009). Gestión de Seguridad y Salud.
- Empresa KAISEN SRL. (2012) La mejora Continua Aplicada en la Calidad, Productividad y Reducción de Costos.
- López J, Carlos; López J, Emilio; García B, Pilar (2012). “Manual de perforacion y voladura de rocas”.
- López J, Carlos; López J, Emilio; García B, Pilar (2012). “Manual de voladura en túneles”.
- López J, Carlos; López (2013). “Manual de túneles y obras subterranas”.
- Dirección General de Minería (2008).Reglamento de Seguridad e Higiene Minera. D.S.Nº 005-2010-EM.
- Taipei Rosales A. (2008). Conferencia “Chimeneas con el sistema pem”, Instituto de Capacitación Minera.
- Unidad de Producción Minera Sinaycocha (2008) Desarrollo Operacional en labores de minería subterránea con el sistema convencional y el sistema PEM.
- Víctor A. Gilmar L. (2006) Perforación y voladura de rocas, Primera Edición.

## ANEXOS Anexo N° 01 Matriz de Consistencia

### TÍTULO: MEJORAMIENTO EN EL DISEÑO DE CHIMENEAS EN MINERÍA SUBTERRÁNEA CON EL SISTEMA DE PLATAFORMAS Y ESCALERAS METÁLICAS EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN MINERA TROY SAC.

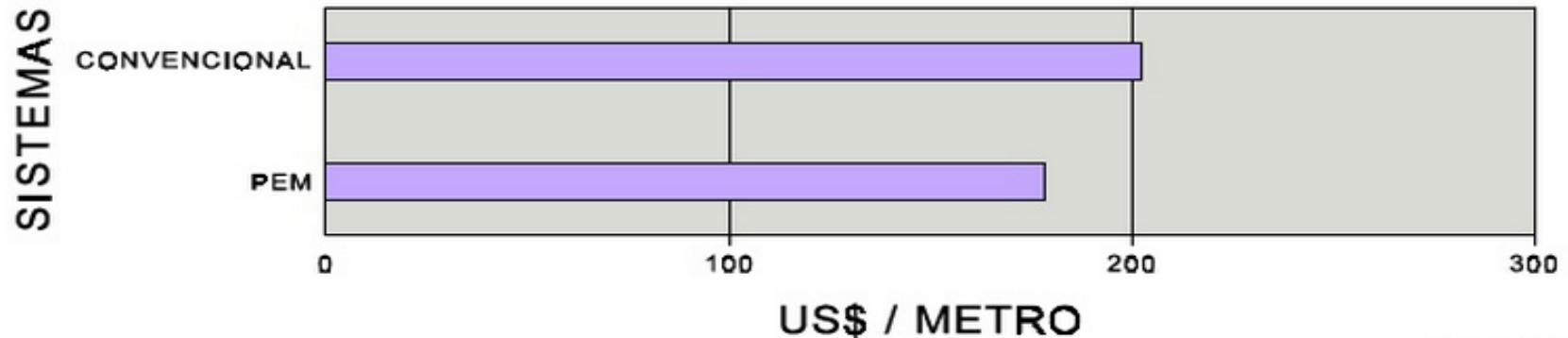
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPOTESIS Y VARIABLE	METODOLOGIA
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>¿De que manera se mejoraría el diseño de chimeneas en minería subterránea con el uso del sistema (PEM) en la unidad de producción minera Troy SAC?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Mejorar el diseño de chimeneas en minería subterránea, con el sistema (PEM), en la unidad de producción minera Troy SAC.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>Demostrar que la ejecución de chimeneas con el sistema PEM (Plataformas y escaleras metálicas) es más versátil y de menor costo en relación al método convencional con madera.</p>	<p><b>1. ANTECEDENTES</b></p> <p>-inicialmente fue empleado en la mina San Miguel de Cerro de Pasco, con un avance de 150 metros sobre veta para integrar 4 niveles.</p> <p>-Posteriormente, se desarrolló en la mina Cerro de Pasco de Centromin Perú, y llegó a acumular aproximadamente 1.200 metros de avances.</p> <p>-En el año 2002, el sistema PEM fue introducido en las minas de Coricancha, Yauliyacu, Chungar e Iscaycruz, con resultados satisfactorios.</p> <p>-Taípe Rosales A. (2003), convención minera 2003, “Especificación técnicas de chimeneas con el sistema PEM”. Mostró que la ejecución de chimeneas con el sistema PEM es más versátil y de menor costo. Se ejecutó en la mina Sinaycocha el 16 de febrero del 2003, lográndose más de mil metros de avance.</p> <p>-Taípe Rosales A. (2008) Manual de gestión de seguridad y salud, ATR contratistas SAC.</p> <p>-En la mina Horizonte se logró un avance total de 4.338 metros, en 2,5 años.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p>“El nuevo diseño de chimeneas en minería subterránea, se mejoraría utilizando el sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas), en la unidad de producción minera Troy SAC”.</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACION:</b></p> <p>Aplicada.</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACION:</b></p> <p>Explicativo.</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>No experimental, Transversal, Descriptivo.</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA.</b></p> <p><b>Población:</b></p> <p>.-Labores subterráneas horizontales y verticales de la unidad de producción minera Troy SAC (Chimeneas).</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>.-Muestra N°1 Chimenea 02 de 03 de la Unidad producción Minera Troy SAC.</p>

<p><b>2. MARCO REFERENCIAL:</b></p> <p><b>TEORICO</b></p> <p>.-Chimenea convencional con el sistema de plataformas y escaleras metálicas.</p> <p>.-Productividad</p> <p>.-Características para la ejecución de chimeneas con el sistema pem.</p> <p>.-Elementos del sistema pem.</p> <p>.-Estándares para la ejecución de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas.</p> <p>.-Pets (procedimiento escrito de trabajo seguro)</p> <p>.-Secuencia operacional del sistema de plataformas y escaleras metálicas.</p>	<p>Las condiciones geo mecánicas será muy importante para la ejecución de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas. El sistema de plataformas y escaleras metálicas será reciclado significativamente.</p> <p style="text-align: center;"><b>VARIABLES</b></p> <p><b>Variable Independiente:</b></p> <p><b>Y:</b> Sistema (PEM), plataformas y escaleras metálicas.</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p><b>X:</b> Costos entre el sistema PEM (plataformas y escaleras metálicas) y el sistema convencional con madera.</p>	<p><b>TÉCNICAS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS</b></p> <p>Los datos bibliográficos y reportes de trabajo.</p> <p><b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.</b></p> <p>Se utilizará los diferentes programas para los cálculos de costos, análisis de costos de la ejecución del sistema (PEM) de la chimenea estudiada.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwares Aplicativos:</li> <li>• Procesadores de Texto.</li> <li>• La hoja de cálculo Excel.</li> <li>• Tabla de barton.</li> </ul>
---	--	--

Anexo N° 02 Cuadro comparativo de costos sistema PEM vs sistema Convencional con madera

## CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS PEM VS CONVENCIONAL CON MADERA

SISTEMA DE AVANCE Descripción	PEM		CONVENCIONAL	
	Sub-Total US\$/ml	Total US\$/ml	Sub-Total US\$/ml	Total US\$/ml
Costo de mano de obra	83.88		58.37	
Costo de perforación	22.98		22.99	
Costo de voladura	32.45		32.45	
Costo de equipo PEM	18.27		-	
Costo de maderamen	-		48.85	
Sub-Total Costos Directos		137.39		180.47
Sub-Total Costos Indirectos		41.22		41.21
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>178.80</b>		<b>201.88</b>





### Anexo N° 3: TABLA DE CUANTILES DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA T DE STUDENT

(a) El área de las dos colas está sombreada en la figura.

(b) Si  $H_A$  es direccional, las cabeceras de las columnas deben ser divididas por 2 cuando se acota el P-valor.

gl	ÁREA DE DOS COLAS						
	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001	0,0001
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619	6366,198
2	1,886	2,920	4,303	6,695	9,925	31,598	99,992
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924	28,000
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610	15,544
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869	11,178
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959	9,082
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408	7,885
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041	7,120
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781	6,594
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587	6,211
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437	5,921
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318	5,694
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221	5,513
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140	5,363
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073	5,239
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015	5,134
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965	5,044
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922	4,966
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883	4,897
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850	4,837
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819	4,784
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792	4,736
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767	4,693
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745	4,654
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725	4,619
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707	4,587
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690	4,558
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674	4,530
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659	4,506
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646	4,482
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551	4,321
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460	4,169
100	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626	3,390	4,053
140	1,288	1,656	1,977	2,353	2,611	3,361	4,006
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291	3,891

Fuente: Dpto. Estadística i Inv. Operativa Universitat de Valencia.

#### ANEXO N° 4: PANEL FOTOGRÁFICO

Foto N°01 Entrada principal Minera Troy SAC.



Fuente: tomado en exterior mina Troy SAC.

Foto N° 02 Transporte de minerales en carros mineros.



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC.

Foto N°03 Exploración al interior de minas Troy.



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC.

Foto N°04 Reconocimiento de chimeneas al interior de minas Troy.



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC.

Foto N°05 Reconocimiento de chimeneas al interior de minas Troy.



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC.

Foto N°06 Toma de muestras para el estudio de dureza del macizo rocoso.



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC.

Foto N° 07 Chimenea convencional con madera.



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC.

Foto N° 08 Descarga de materia de chimenea.



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC.

Foto N°09 Chimenea vista exterior, la humedad deteriora la madera.



Fuente: tomado en exterior mina Troy SAC.

Foto N°10 Chimenea deteriorada por el uso de madera con el sistema tradicional.



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC.

Foto N°11 Chimenea deteriorada por el uso de madera con el sistema tradicional. (Perdida de material, tiempo y producción, por ende pérdida de ganancia)



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC.

Foto N° 12 Perforación e Instalación del sistema PEM, Minera Troy.



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC.

Foto N° 13 Escaleras metálicas ancladas en una chimenea PEM, Minera Troy.



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC.

Foto N° 14 Anclaje, Plataforma y Corredizo en una chimenea PEM, Minera Troy.



Fuente: tomado en interior mina Troy SAC