

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**EJECUCIÓN DE CHIMENEAS CON EL SISTEMA DE PLATAFORMAS Y  
ESCALERAS METÁLICAS “PEM” EN MINERÍA CONVENCIONAL POSCO MISKI -  
AREQUIPA**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. ALFONSIN QUISPE MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**PUNO – PERÚ**

**2019**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



EJECUCIÓN DE CHIMENEAS CON EL SISTEMA DE PLATAFORMAS Y ESCALERAS  
METÁLICAS “PEM” EN MINERÍA CONVENCIONAL POSCO MISKI - AREQUIPA

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PRESENTADO POR:**

**Bach. ALFONSIN QUISPE MAMANI**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

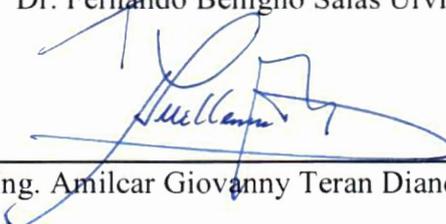
**INGENIERO DE MINAS**

**APROBADO POR:**

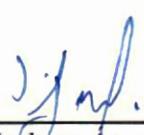
**PRESIDENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Fernando Benigno Salas Urviola

**PRIMER MIEMBRO:**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Amilcar Giovanni Teran Dianderas

**SEGUNDO MIEMBRO:**

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Herbert Ángel Quilca Gallegos

**TEMA : Ingeniería de Minas.**

**ÁREA : Desarrollo de labores mineras y otras excavaciones.**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15-11-2019**

### **DEDICATORIA**

Dedico a mis padres por ser parte fundamental de mi formación moral y profesional sin limitar esfuerzos, ni sacrificios.

A mis hermanos por su constante apoyo y estímulo para mi superación profesional, así como también moral.

A Fany, mi novia que me da su amor desinteresado y su ayuda incondicional.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, el privilegio de contar con mis padres y darme la oportunidad de trabajar en diferentes minas.

A mis padres por su gran apoyo incondicional y por su contribución al crecimiento personal.

A mi alma mater Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno por formarnos con calidad y principios.

A los todos los docentes de esta prestigiosa Facultad de Ingeniería de Minas por compartir su sabiduría, las experiencias sobre todo la calidad para formarnos buenos profesionales.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	3
ABSTRACT .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
ANTECEDENTES .....	4
ÁREA DE INVESTIGACIÓN .....	5
MATERIALES Y MÉTODOS .....	5
<b>BASES TEÓRICAS CHIMENEAS CON PLATAFORMAS Y ESCALERAS METÁLICAS</b>	
MÉTALICAS .....	5
CARACTERÍSTICAS: .....	6
PRODUCTIVIDAD .....	6
VENTAJAS DE PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA (PEM) .....	6
CARACTERÍSTICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CHIMENEAS CON EL SISTEMA PEM .....	7
ELEMENTOS DEL SISTEMA PEM. ....	8
a). Corredizos de una Plataforma Metálica. ....	8
b). Escalera Metálica. ....	8
c). Anclaje Metálico. ....	9
ESTÁNDARES DE TRABAJO PARA LA EJECUCIÓN DE CHIMENEAS CON EL SISTEMA PEM .....	9
a). Requerimientos. ....	9
b). Sección: 1.6x2.00 m .....	9
c). Plataformas y accesorios. (Corredizos, anclajes) .....	9
d). Escaleras metálicas. ....	9
e). Servicios auxiliares. ....	10
f). Taladros de Servicios .....	10
SECUENCIA OPERACIONAL. ....	10
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	10
RESULTADOS .....	10
DISCUSIÓN .....	12
CONCLUSIONES .....	12
BIBLIOGRAFÍA .....	13

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Ubicación de Posco Miski.....	5
Grafico 2: Zona de mineralización - Posco .....	5
Grafico 3: Sistema de chimeneas.....	6
Grafico 4: Versatilidad del sistema PEM .....	6
Grafico 5: Diseño chimeneas desarrolladas en H.....	7
Grafico 6: Vista plataforma en planta.....	7
Grafico 7: Plataforma de trabajo y seguridad, en perfil. ....	8
Grafico 8: Elementos del Sistema PEM .....	8
Grafico 9: Corredizos de metal.....	8
Grafico 10: Escalera de metal.....	8
Grafico 11: Anclaje de metal.....	9
Grafico 12: Taladro de servicio.....	10
Grafico 13: Secuencia de Operación .....	10
Grafico 14: Secuencia de Operación .....	10
Grafico 15: Comparación de avance entre el sistema convencional con madera y el sistema PEM.....	11

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Índice de calidad.....	7
Tabla 2: Resumen de comparación de costos.....	11
Tabla 3: Comparación de costos.....	12

## **Ejecución de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas "PEM" en minería convencional Posco Miski Arequipa.**

### **Execution of chimneys with the system of platforms and metal stairs PEM in conventional mining Posco Miski Arequipa.**

Bach. Alfonsín Quispe Mamani

[Alfa\\_qm@hotmail.com](mailto:Alfa_qm@hotmail.com) 952079044

Universidad Nacional del Altiplano Puno: Av. Floral 1153, Ciudad universitaria.

#### **RESUMEN**

Este sistema de ejecución de chimeneas con plataformas y escaleras metálicas se realiza en la concesión minera Posco Miski Distrito de Mariano Nicolás Valcárcel Urasqui Camaná, este proyecto se ejecuta en septiembre del 2019. Esta es una minería convencional en el que inducimos este nuevo sistema para mejorar los avances y productividad con las chimeneas, este sistema lleva corredizos para la base junto a tablas para que el personal pise y pueda trabajar, anclaje para soportar el peso, se coloca a un taladro de 0.70m esta plataforma estará ubicado a una distancia de 3.00m del frente y el segundo estará a 1.50m del primero. Para la voladura se deja colgado, soportado solo por un anclaje. Los materiales empleados serán: fierro corrugado de 1", fierro angular de 2" ½ \* 2" ½ \* 1/8", fierro de ¾" para la escalera y tablas. El objetivo fue el dar a conocer que este sistema PEM es muy versátil en ejecución de chimeneas con respecto al costo y a diferencia de los de más métodos y gran avance ideal para minería convencional. El método usado es descriptivo, dicho sistema se evalúa en la ejecución de chimenea de 75° en NV -80 y -120 para extracción de mineral y desmonte en Posco Miski, viendo el costo excesivo de consumo de madera, evaluamos la mejor forma de ejecutar chimeneas con mayor vertibilidad y avance. Teniendo como resultados se pueden ejecutar con mayor facilidad y velocidad evitando la fatiga del personal y en un ambiente de trabajo seguro usando dos plataformas, arnés de seguridad y a bajos costos con mayor

productividad y arribando a concluir que se llegó a altos índices de productividad, ideal para minería convencional, usada en muchas minas del Perú por su facilidad de instalación y se construirá todas las chimeneas de esta mina Posco Miski con este sistema PEM que planteamos porque el costo por disparo es S/. 795 y en la convencional S/. 1248 con una diferencia de S/. 453, en seguridad y salud ocupacional este sistema es seguro, a lo largo de su ejecución en diferentes minas no hubo accidentes incapacitantes ni fatalidad.

**Palabras clave:** Producción, versatilidad, corredizos, avance, subnivel, labor, izaje.

#### **ABSTRACT**

This chimney execution system with platforms and metal ladders is carried out in the Posco Miski mining concession of Mariano Nicolás Valcárcel Urasqui Camaná District, this project is executed in September 2019. This is a conventional mining in which we induce this new system to improve the advances and productivity with the chimneys, this system carries slides for the base next to tables so that the staff steps and can work, anchor to support the weight, is placed at a 0.70m drill this platform will be located at a distance of 3.00 m from the front and the second will be 1.50m from the first. For blasting it is left hanging, supported only by an anchor. The materials used will be: 1" corrugated iron, 2" ½ \* 2" ½ \* 1/8" angle iron, ¾" fierce for stairs and boards. The objective was to make known that this PEM system is very versatile in chimney execution with respect to cost and unlike those of more methods and great advance ideal for conventional mining. The method used is descriptive, said system is evaluated in the execution of a chimney of 75 ° in NV -80 and -120 for ore extraction and disassembly in Posco Miski, seeing the excessive cost of wood consumption, we evaluate the best way to execute chimneys with greater vertibility and advance. Having as results they can be executed with greater ease and speed avoiding the fatigue of the personnel and in a safe work environment using two platforms, safety harness and at low costs with greater productivity and arriving to conclude that high productivity rates were reached, ideal For conventional mining, used in

many mines in Peru for its ease of installation and all the chimneys of this Posco Miski mine will be built with this PEM system that we propose because the cost per shot is S /. 795 and in the conventional S /. 1248 with a difference of S /. 453, in occupational health and safety this system is safe, throughout its execution in different mines there were no disabling accidents or fatalities.

**Key Words:** Production, versatility, sliding, advance, sublevel, labor, lifting.

## INTRODUCCIÓN

En la minería sea grande, media, pequeña o minería artesanal se emplean diferentes sistemas para la construcción y ejecución de chimeneas, ello puede ser para ventilación o para extraer mineral – desmonte, es parte del desarrollo de labores mineras dando facilidad en la explotación de las vetas mineralizadas.

En este caso veremos la ejecución de chimenea de 75° de inclinación para instalar sistema de izaje para la extracción de mineral y desmonte en la zona de patricia concesión POSCO MISKI desde los niveles -200 hacia el NV 0.

Para solucionar el problema de extracción mediante los inclinados de 32° con Winches de izaje y carros mineros Z-20 haciendo muy lenta y trabajosa este método de extracción, para ello se planteó lo siguiente:

La ejecución de chimeneas con sistema de plataformas y escaleras metálicas PEM que tiene un amplio uso en las diferentes minas como en las unidades mineras; San Miguel, Cerro de Pasco, Parcoy, Coricancha, Yauliyaco, Chungar, Iscaycruz. Con resultados muy favorables y acogidos cada año aún más en

todas las minas convencionales, creciendo paulatinamente en avances acumulados del PEM en metros lineales, tal es así, que en esta unidad minera adoptamos por primera vez en realizar con este sistema PEM previo análisis exhaustivo en costos y la fácil maniobrabilidad, seguridad y salud ocupacional.

La hipótesis es: Que con el análisis de la utilización del método plataforma y escaleras metálicas P.E.M. como una opción técnica y económica de acuerdo a parámetros de velocidad de minado y seguridad nos determinará la alternativa más favorable de excavación de chimeneas.

El propósito de este nuevo método es bajar los costos y aumentar mayores avances, demostrando mediante esta investigación la comparación del sistema PEM y convencional con madera.

## ANTECEDENTES

En la compañía minera Horizonte solo en 2.5 años se logró ejecutar 4338m de chimenea con este sistema PEM.

En la tesis presentada por Arocutipa-Charrez, (2015), " Alternativas de construcción de chimeneas con el sistema plataformas y escaleras PEM Vs. convencional con puntales de madera, E.E. AESA S.A.C. mina San Rafael", concluye que: “ *En seguridad se identificó los peligros y riesgos para un mejor control de operación en ejecución de chimeneas, lo cual en la mina San Rafael en el tiempo de ejecución de chimeneas con el*

*sistema PEM no hubo accidentes fatales por ser un sistema seguro versátil y de menor costo.”*

Taípe-Rosales, (2004), concluye que: “Como producto de 7 años de experiencia en el desarrollo de más de 10,000 metros de chimeneas PEM, concluimos:

- Se ha demostrado que es un sistema seguro.
- Es de menor costo que todos los sistemas.
- Su rendimiento duplica al convencional.
- Cuenta con las Certificaciones de INDECOPI y de la DGM.

El objetivo de la investigación es 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.

**ÁREA DE INVESTIGACIÓN**

Este importante yacimiento minero está situado en:

Región : Arequipa

Provincia : Camaná

Distrito : Mariano Nicolás Valcárcel - Urasqui

Altitud 600 msnm formación Caravelí, en vetas epitermales en tipo de roca metamórfica – Diorita. Concesión minera POSCO MISKI a 290 Km de Arequipa.

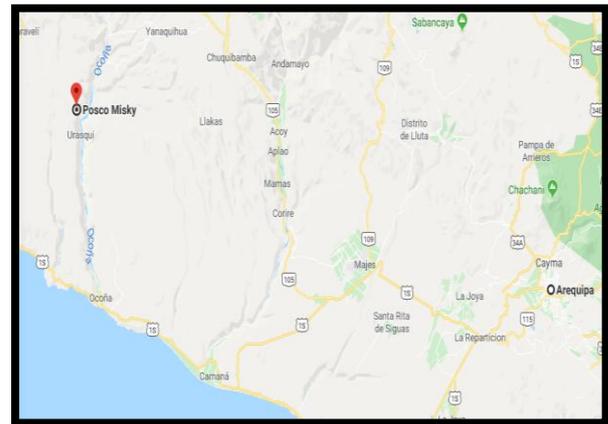


Grafico 1: Ubicación de Posco Miski  
Fuente: [www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com)

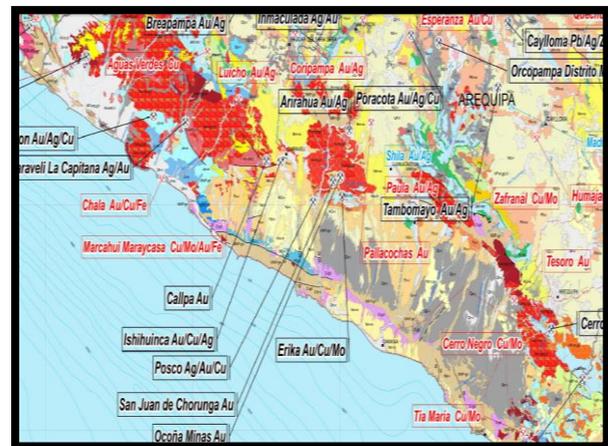


Grafico 2: Zona de mineralización - Posco  
Fuente: [www.ingemet.com](http://www.ingemet.com)

**MATERIALES Y MÉTODOS**

**BASES TEÓRICAS CHIMENEAS CON PLATAFORMAS Y ESCALERAS METÁLICAS**

Carranza-Zárate & Quispe-Salas, (2015),”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 camino.



Grafico 3: Sistema de chimeneas  
Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.



Grafico 4: Versatilidad del sistema PEM  
Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.

**CARACTERÍSTICAS:**

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

- Recuperable.

**PRODUCTIVIDAD**

Carranza-Zárate & Quispe-Salas, (2015), “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.”

**VENTAJAS DE PRODUCTIVIDAD DEL SISTEMA (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.

**CARACTERÍSTICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CHIMENEAS CON EL SISTEMA PEM.**

a). Las chimeneas deben ejecutarse por seguridad y la funcionalidad con dos compartimientos independientes para el acceso del personal y para la evacuación del desmorte producto de la voladura o ejecutar chimeneas en H cada 20 metros comunicando subniveles para el acceso del personal y la ventilación correspondiente.

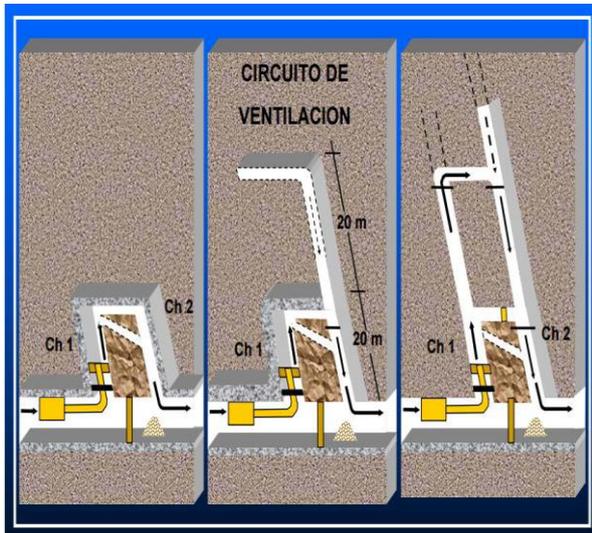


Grafico 5: Diseño chimeneas desarrolladas en H.

Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.

b) Este método es para pilotos de chimenea, pique, inclinados, servicios, drenajes

c) El proyecto tiene que considerar las rocas con un RQD mínimo de 60, según la tabla de clasificación del macizo rocoso representa la calidad regular a buena y según el Q de Barton es 5.91.

**Índice de calidad de roca RQD.**

Tabla 1: Índice de calidad

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) La sección de la chimenea puede ser de 2.00m, recomendando con una inclinación no mayores a 65° de buzamiento.

e) Para la construcción se deberán contar mínimo con dos plataformas cada uno con sus tablas necesarias según la sección de la chimenea el primero para realizar la perforación y el segundo será por seguridad de caída de personas u objetos.

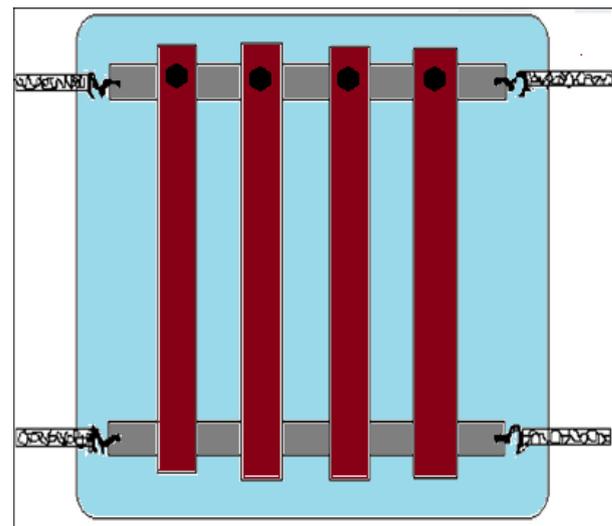


Grafico 6: Vista plataforma en planta

Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.

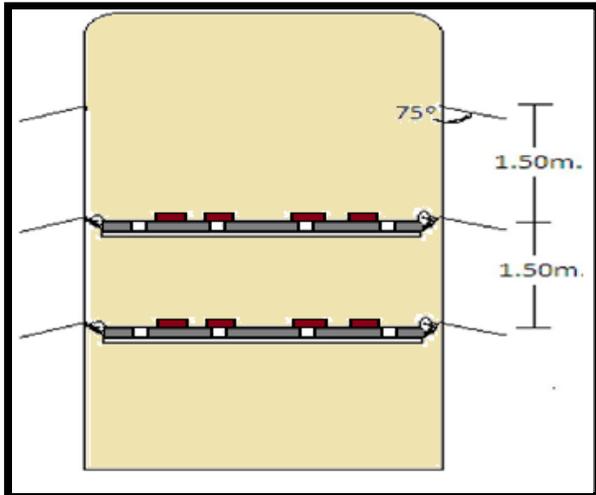


Grafico 7: Plataforma de trabajo y seguridad, en perfil.

Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.

**ELEMENTOS DEL SISTEMA PEM.**

El sistema comprende los siguientes elementos Metálicos.

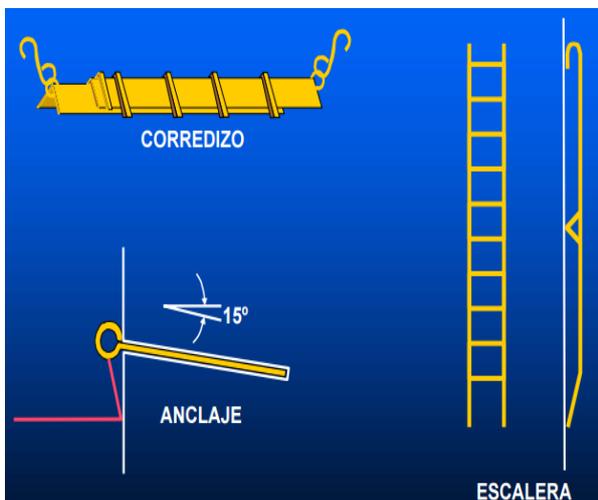


Grafico 8: Elementos del Sistema PEM  
Fuente: Elaboración de ATR Contratistas SAC.

**a). Corredizos de una Plataforma Metálica.**

Los corredizos son el soporte de la plataforma (madera) que esta abrazado en cuatro puntos equidistantes. Se utiliza fierro angular de 2'' ½ \* 2'' ½ \* 1/8''.

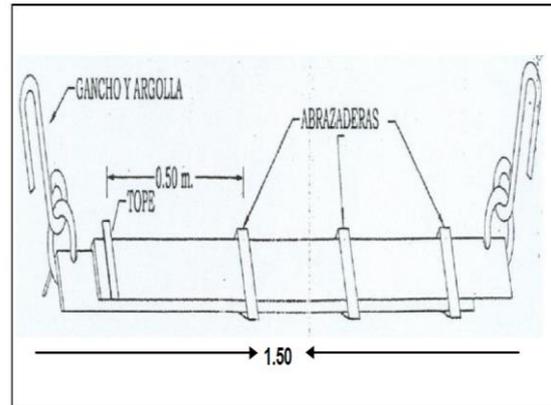


Grafico 9: Corredizos de metal  
Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.



Fotografía 1: De corredizo en POSQO MISKY

**b). Escalera Metálica.**

Fierro corrugado de ¾'' con soldadura de alta resistencia para acceder a la chimenea.

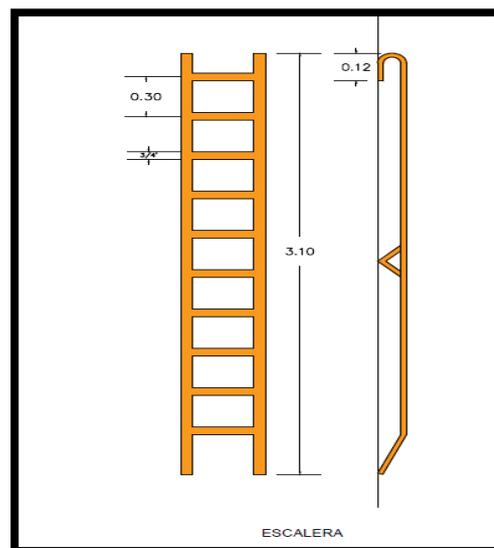


Grafico 10: Escalera de metal  
Fuente: Elaboración propia.

**c). Anclaje Metálico.**

Fierro corrugado de 1” que es para anclar y para asegurar la plataforma es de 0.70m de longitud.

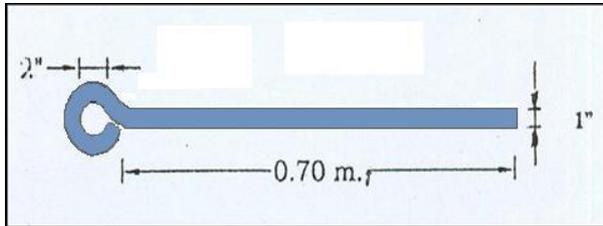


Grafico 11: Anclaje de metal

Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.



Fotografía 2: De anclaje POSCO MISKY

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

**a). Requerimientos.**

- Corredizos de fierro angular de 2” ½ \*2” ½ \*1/8”.
- Anclajes de fierro corrugado de 1”, de 50cm a 70cm de anclaje fuera de la argolla.
- Escaleras metálicas de fierro corrugado de ¾”.
- Longitud de barra de perforación de 2, 4 y 6pies.
- Diámetro de broca 34, 36mm.
- Presión de aire de trabajo no menor a 70 PSI.
- Presión de agua no menor a 3Kg/cm2 y con una caudal mínimo de 1 Lt/seg.

- Uso de guidores de madera para controlar el paralelismo.
- Marcado de malla de perforación.

**b). Sección: 1.6x2.00 m.**

La sección es supervisada cada disparo para evitar sobreroturas o cualquier deformación a las indicaciones del departamento de topografía que las cuales ponen puntodirecion y la gradiente correspondiente para evitar cualquier desviación.

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

- Las plataformas deberán estar en buenas condiciones, compuesta por dos corredizos cada uno. Es necesario tener dos plataformas uno para perforar y el otro para tema de seguridad.
- Los corredizos cuentan con topes y abrazaderas en tres partes equidistantes en las cuales se colocaran las tablas necesarias según la sección.
- Esta plataforma estará colocada a una distancia de 3m del frente de perforación, y la segunda estará a 1.5m por el tema preventivo.

**d). Escaleras metálicas.**

- Las escaleras metálicas se colocaran desde el piso hacia las plataformas ubicadas estratégicamente para no entorpecer la operación.
- Estas escaleras tienen ganchos de 0.12m.
- Las escaleras tienen peldaños de 0.30m.

- Estas escaleras además tendrán espaciadores de caja piso para subir cómodos.

**e). Servicios auxiliares.**

- Las tuberías de agua, aire y de ventilación estarán colocadas a un costado en la perforación.
- Contará con una soga de 1” de diámetro para subir herramientas o accesorios cuyo elemento no debe tener picaduras y estará anclado en la parte superior.

**f). Taladros de Servicios.**

- Estos taladros tendrán una inclinación de 15° con respecto a la horizontal para evitar cualquier accidente. En estas serán colocadas los anclajes con una profundidad de 0.60m promedio.

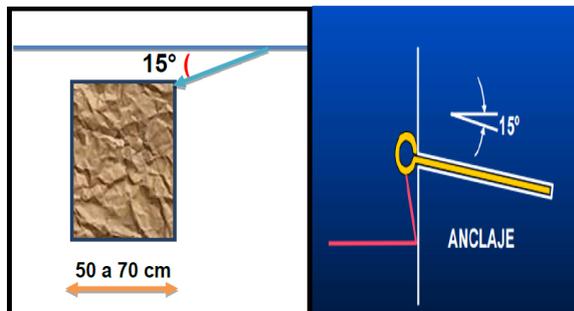


Grafico 12: Taladro de servicio.  
Fuente: José Hans Carranza Zárate

**SECUENCIA OPERACIONAL.**

El ciclo de la operación por guardia de este sistema genera menos tiempo horas hombre-trabajadas por la reducción de los trabajos de madera.

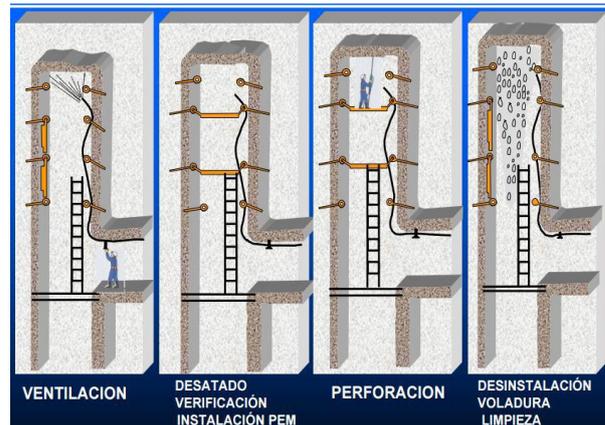


Grafico 13: Secuencia de Operación  
Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.

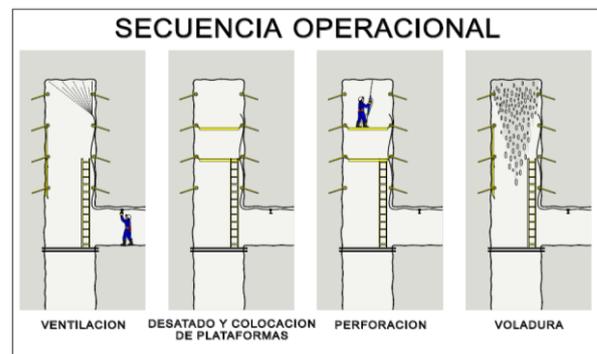


Grafico 14: Secuencia de Operación  
Fuente: Elaboración ATR Contratistas SAC.

**Desatado.-** Una vez realizada la ventilación según el procedimiento de seguridad se realizara el regado de frente para evitar y detectar algún explosivo y ver la calidad de roca para su respectivo desatado o sostenimiento.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**RESULTADOS**

- El avance en comparación con sistema PEM y el convencional es un promedio de 50%. Podemos observar que con el sistema PEM hay mayor avance y productividad, velocidad en construcción que puede casi duplicar en dos días al convencional, todo este resultado fue controlado en POSCO

MISKY los primeros días del mes de setiembre.

- Con sistema PEM avanzamos 15m. en 10 días perforando con 6” a diferencia con la convencional 8m. en 10 días con barreno de 6”, estos resultados generaron confiabilidad de dicho sistema.
- En seguridad y salud ocupacional también se puede ver los beneficios por ser un sistema seguro, con menores índices de accidentabilidad generando confianza al trabajador, a los inversionistas y al equipo de trabajo. Así garantizando la marcha del proyecto y generar mayores beneficios.

Queda demostrado mediante el gráfico 15 que el avance es mucho mayor con PEM a diferencia de la convencional, ahí tomamos como muestra diez días y tenemos un avance de 15m.



Gráfico 15: Comparación de avance entre el sistema convencional con madera y el sistema PEM.

Fuente: Elaboración propia.

- El análisis en costos a diferencia de otros sistemas es bajo porque en este sistema podemos reciclar materiales metálicos para las escaleras, anclajes,

ganchos, etc. Con este sistema ahorramos personal enmaderador, madera, almacenaje, carpintería, transporte, izaje y por lo tanto los costos en este sistema son menores a lo de convencional y a todo otro método de construcción de chimeneas. Este método genera mayor rentabilidad y sostenibilidad de la unidad minera y confiabilidad en la inversión y así seguir explorando nuevas zonas.

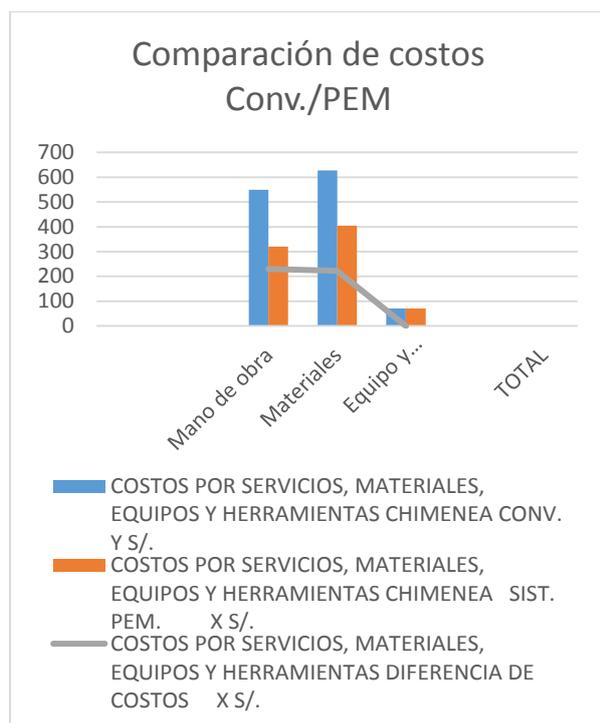
Según el cuadro de comparaciones podemos ver la diferencia en costos tanto en mano de obra y materiales un total de S/. 453 este fue el objetivo para demostrar lo conveniente que es en cuestión de costos, con este método optimizaremos materiales y lo más valioso el recurso humano, distribuyendo mucho mejor los recursos obtenidos en cuestión monetaria, a continuación, vemos el gráfico:

Tabla 2: Resumen de comparación de costos

COSTOS POR SERVICIOS, MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			
ITEM	CHIMENEA CONV. YS/.	CHIMENEA SIST. PEM. X S/.	DIFFERENCIA DE COSTOS X S/.
Mano de obra	550	320	230
Materiales	628	405	223
Equipo y herramientas	70	70	0
<b>TOTAL</b>	<b>1248</b>	<b>795</b>	<b>453</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Comparación de costos



Fuente: Elaboración propia

**DISCUSIÓN**

Fuentes-Flores & Silva-Diaz, (2018), *“Demostrando la hipótesis estudiada que la mejor opción de ventilación es la construcción de la chimenea con el sistema PEM ya que el costo es menor al de la compra del ventilador y no hay depreciación como ocurrirían en la compra del ventilador, otro punto importante es que el ventilador funciona con electricidad y siempre será una inversión pero depende del tonelaje de mineral extraído para que sea rentable”*

Norman-Salome, (2003), *“En el Sistema de Plataformas y Escaleras Metálicas “PEM”, es permisible dos, tres ó cuatro ciclos de perforación y voladura por día, dependiendo de las condiciones de operación y del lugar, con avances de hasta 6 metros por día u 80 metros*

*por mes. Duplica la performance del convencional con madera”*

Las condiciones geo mecánicas del macizo rocoso serán muy determinantes para la ejecución de este sistema PEM.

En el costo de ejecución se puede ver la diferencia PEM & convencional.

Otros métodos mecanizados serán mejores en velocidad.

**CONCLUSIONES**

El costo por disparo por el sistema PEM alcanza S/. 795 y con la convencional es S/. 1248, con una diferencia de S/. 453.

Este sistema tiene mayor avance a un bajo costo, queda demostrado que es mejor que el de convencional, este sistema PEM es recomendable para minería convencional en la ejecución de chimeneas sea para ventilación o extracción de mineral desmonte, es de fácil maniobrabilidad a diferencia con el convencional que usa bastante madera, reduce considerablemente los costos en ejecución de chimeneas como se demostró, tiene un mayor avance en labores como chimeneas, e inclinados no menores de 65 grados, incrementado mayor productividad a menores costos, la instalación y desinstalación es menos trabajosa por el menor peso y por la facilidad de manipular usando la menor cantidad de personal, estos elementos de sistema PEM podrán ser reutilizados para la construcción de otras chimeneas, así dándole un uso correcto y responsable.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Arocutipa-Charrez, F. E. (2015). *Alternativas de construcción de chimeneas con el sistema plataformas y escaleras PEM Vs. convencional con puntales de madera*, E.E. AESA S.A.C. mina San Rafael. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/244/B2-M-18431.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carranza-Zárate, J. H., & Quispe-Salas, M. C. (2015). *Mejoramiento en el diseño de chimeneas en minería subterránea con el uso del sistema PEM en la unidad de producción minera troy SAC*. Universidad Privada del Norte. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11537/7100>
- Fuentes-Flores, E., & Silva-Díaz, F. A. (2018). *Propuesta de análisis técnico comparativo entre la ampliación de una chimenea y un ventilador axial en un sub nivel de una mina subterránea, Cajamarca*. Universidad Privada del Norte. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11537/14092>
- Norman-Salome, P. V. (2003). *Ejecución de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas "PEM"*. Universidad Nacional De Ingeniería. Retrieved from <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/11567>
- Taípe-Rosales, A. (2004). *Ejecución de chimeneas con el sistema "pem."* Retrieved from [https://www.academia.edu/8924783/CURSO\\_DE\\_ACTUALIZACION\\_MINERACURSO\\_DE\\_ACTUALIZACION\\_MINERA\\_DEL\\_28\\_AL\\_30\\_DE\\_ENERO\\_DEL\\_2004\\_DEL\\_28\\_AL\\_30\\_DE\\_ENERO\\_DEL\\_2004](https://www.academia.edu/8924783/CURSO_DE_ACTUALIZACION_MINERACURSO_DE_ACTUALIZACION_MINERA_DEL_28_AL_30_DE_ENERO_DEL_2004_DEL_28_AL_30_DE_ENERO_DEL_2004).