



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

**TESIS**

**“EMPLEO DEL SISTEMA DE PLATAFORMA  
ESCALERA METÁLICA PARA OPTIMIZAR LA  
CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS CONVENCIONALES,  
COMPAÑÍA BREXIA GOLD PLATA S.A.C – 2017”**

**Presentado por:**

**Bach. RONAL RIGAN ROQUE TELADA**

**Para obtener el título profesional de:**

**INGENIERO DE MINAS**

**Pasco – Perú**

**2019**

**DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres y mi hermano Edgar Roque T. por haberme dado el regalo más preciado al igual que la vida mi profesión, por la cual viviré eternamente agradecido.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios, por ser mi guía y compañía en cada momento de mi vida y a lo largo de mi carrera, por ser la fortaleza en los momentos de debilidad y con su benevolencia salir adelante de muchas adversidades de la vida, por enseñarme un proyecto de vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo de felicidad.

A mis docentes de la Universidad Alas Peruanas, a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, agradecerles por prepararme para ser en el futuro una mejor persona, con mucha humildad, un profesional competitivo y sobre todo reconocer en ellos su capacidad e idoneidad.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
INDICE DE CONTENIDO .....	iv
INDICE DE FIGURA.....	viii
INDICE DE TABLA .....	xi
INDICE DE CUADROS .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT.....	xvi

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	17
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.2.1. Espacial.....	18
1.2.2. Temporal.....	29
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	29
1.3.1. Problema General .....	29
1.3.2. Problemas Específicos .....	29
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
1.4.1. Objetivo General.....	30
1.4.2. Objetivos Específicos .....	30
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
1.5.1. Hipótesis General.....	30
1.5.2. Hipótesis Específico .....	31
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN .....	31

1.6.1. Variable independiente .....	31
1.6.2. Variable dependiente .....	31
1.6.3. Operacionalización de Variables .....	32
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	33
1.7.1. Tipo de investigación.....	33
1.7.2. Nivel de investigación .....	33
1.7.3. Método de investigación.....	33
1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	33
1.8.1. Población .....	33
1.8.2. Muestra .....	34
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	34
1.9.1. Para recolectar datos .....	34
1.9.2. Para analizar información .....	34
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	35
1.10.1. Justificación .....	35
1.10.2. Importancia .....	35
1.11. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	36

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....	37
2.2. BASES TEÓRICAS. ....	39
2.2.1. Conceptualización de chimeneas .....	39
2.2.2. Diseño de chimeneas .....	39
2.2.3. Tipos de chimeneas.....	39
2.2.4. Alturas máximas de construcción de chimeneas. ....	40
2.2.5. Método de construcción de chimeneas .....	41
2.2.6. Método mecanizado de construcción Raise Climber.....	41

2.2.7. Método mecanizado Raise Boring.....	44
2.2.8. Método de chimeneas Vertical Cráter Retrat (VCR).....	45
2.2.9. Método convencional de construcción de chimenea .....	48
2.2.10. Método convencional con el uso del Sistema Plataforma Escalera Metalica.....	49
2.2.11. Clasificación geomecánica.....	50
2.2.12. Clasificación de Bieniawski.....	52
2.2.13. Definición de términos básicos .....	53

### CAPÍTULO III

#### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS CONVENCIONALES VERTICALES .....	57
3.2. SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS CONVENCIONALES	58
3.3. INSTALACIÓN DE PUNTALES DE AVANCE.....	61
3.4. INSTALACIÓN DE CAMINOS Y ACCESOS VERTICALES EN CHIMENEAS CONVENCIONALES.....	64
3.5. CHIMENEAS DE DOBLE COMPARTIMIENTO. ....	65
3.6. CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS CON EL EMPLEO DEL SISTEMA PLATAFORMA ESCALERA METÁLICA. ....	67
3.7. OBJETIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS AL EMPLEAR EL SISTEMA PLATAFORMA ESCALERA METALICA. ....	68
3.8. VERSATILIDAD DEL EMPLEO DEL SISTEMA PLATAFORMA ESCALERA METÁLICA. ....	70
3.9. ELEMENTOS DEL SISTEMA PLATAFORMA ESCALERA METÁLICA. ....	71
3.10. SECUENCIA OPERACIONAL.....	74
3.11. RESULTADOS ENTRE CHIMENEAS EMPLEANDO EL SISTEMA PLATAFORMA ESCALERA METÁLICA COMPARANDO CON CHIMENEAS CONVENCIONAL .....	84

## CAPÍTULO IV

## PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL.....	92
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	95
CONCLUSIONES.....	101
RECOMENDACIONES.....	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS.....	105

**ÍNDICE DE FIGURA**

Figura 1. Plano de la ubicación de la Compañía Brexia Gold Plata SAC	19
Figura 2. Plano Geológico Local	21
Figura 3. Plano geológico regional	23
Figura 4. Plano Estructural	25
Figura 5. Plano de Vetas	28
Figura 6. Plano de Vetas Corte Transversal	29
Figura 7. Sistema de chimeneas	41
Figura 8. Sistema Raise Climber	42
Figura 9. Perforación en ángulo de 45°	44
Figura 10. Método de perforación Raise Boring	45
Figura 11. Chimenea obtenida usando el método V.C.R.	46
Figura 12. Disposición de la carga dentro de un taladro	47
Figura 13. Chimeneas en H	61
Figura 14. Instalación de puntales en línea vista planta.	62
Figura 15. Instalación de puntales en línea vista perfil	63
Figura 16. Colocación de plataforma de madera vista planta.	63
Figura 17. Plataforma de descanso	65
Figura 18. Colocación de escalera.	65
Figura 19. Chimenea convencional isométrico	67
Figura 20. Chimeneas desarrolladas en "H".	69
Figura 21. Plataforma de trabajo y seguridad,	70
Figura 22. Chimeneas convencional y uso de Plataformas y escaleras metálicas,	71
Figura 23. Elementos Plataformas y escaleras metálicas	71
Figura 24. Corredizo de plataforma.	72

Figura 25. Plataforma de trabajo y seguridad, en perfil.	73
Figura 26. Corredizo de plataforma.	73
Figura 27. Anclaje metálico.	74
Figura 28. Secuencia operacional.	74
Figura 29. Secuencia operacional.	75
Figura 30. Taladros acumulados	76
Figura 31. Anclajes	76
Figura 32. Plataforma de perforación	77
Figura 33. Plataforma de seguridad	77
Figura 34. Escaleras metálicas	78
Figura 35. Primer descanso	78
Figura 36. Anclajes centrales	79
Figura 37. Escalera de acceso	79
Figura 38. Guarda cabeza	80
Figura 39. Puntales en línea	80
Figura 40. Primer descanso	81
Figura 41. Escaleras de madera	81
Figura 42. Entablado	82
Figura 43. Descanso de acceso al frente	82
Figura 44. Parrilla	83
Figura 45. Ranfla	83
Figura 46. Disparos vs enmaderado	85
Figura 47. Rendimiento de materiales entre chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas	86

Figura 48. Costo de materiales entre chimenea convencional y usando Plataformas y escaleras metálicas	88
Figura 49. Cálculo costos generales entre chimenea convencional y usando Plataformas y escaleras metálicas	90
Figura 50. Cálculo de costos final entre chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas.	91
Figura 51. Curva de Gauss	95
Figura 52. Curva de Gauss	97
Figura 53. Prueba de Muestras Pareadas, rendimiento chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas.	99
Figura 54. Curva de Gauss	100

**ÍNDICE DE TABLA**

Tabla 1. Rendimiento entre chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas	86
Tabla 2. Costo de materiales entre chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas.	88
Tabla 3. Cálculo de costos generales entre chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas.	89
Tabla 4. Prueba de Normalidad	92
Tabla 5. Resumen de procesamiento de casos	93
Tabla 6. Descripción de datos	93
Tabla 7. Prueba de correlación de variables	94
Tabla 8. Prueba de Muestras emparejadas	94
Tabla 9. Descripción de datos Costos de Materiales chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas.	96
Tabla 10. Prueba de correlación entre Costos de Materiales chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas	96
Tabla 11. Prueba de Muestras Pareadas Costos de Materiales chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas	97
Tabla 12. Descripción de datos rendimiento chimenea convencional y usando Plataformas y escaleras metálicas	98
Tabla 13. Prueba de correlación entre rendimiento chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas	99

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Operacionalización de variables .....	32
Cuadro 2. Clasificación RMR.....	52
Cuadro 3. Secuencia operacional mensual con el Plataformas y escaleras metálicas ....	84
Cuadro 4. Secuencia operacional mensual chimenea convencional.....	85

## INTRODUCCIÓN

Para la explotación de un yacimiento de mineral, se requiere la aplicación de una tecnología moderna de alto rendimiento, de bajo costo, que brinde seguridad y que sea adecuada para el tipo de yacimiento.

En el minado de la Compañía Brexia Gold Plata S.A.C se tiene todo un plan de edificación de chimeneas las que se usan para demarcar los blocks de mineralización y/o ser parte de la explotación, otros son utilizados como servicios, caminos (vías de escape), principalmente como ventilación.

El presente trabajo tiene como objetivo el “DEMOSTRAR EL EMPLEO DEL SISTEMA DE PLATAFORMA ESCALERA METÁLICA PARA OPTIMIZAR LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS CONVENCIONALES, COMPAÑÍA BREXIA GOLD PLATA S.A.C - 2017”.

Para su entendimiento, el reciente estudio se ha dividido en 4 capítulos los cuales forma los siguientes:

**El Capítulo I**, se presenta el problema del estudio; en donde se muestra el planteamiento, formulación del problema, con sus respectivos objetivos de estudio, hipótesis, el marco metodológico, en el cual se detalla el tipo, nivel y diseño de investigación, además de las técnicas de recolección de datos y el procesamiento de información, justificación e importancia.

**El Capítulo II**, presenta el marco teórico conceptual del estudio; donde se muestran los antecedentes, información teórica referente a los estudios de la realización utilizando plataformas y escaleras metálicas, siguiendo el orden operacional, sosteniéndose en bibliografías actualizadas y culminando con las definición de términos básicos utilizados en el estudio.

**El Capítulo III**, presenta los resultados e interpretación, de los costos en la edificación de chimeneas con el uso del Sistema de Plataforma Escalera Metálica en comparación con el método tradicional de construcción, obtenidos en la investigación realizada en la Compañía Brexia Gold Plata S.A.C.

**El Capítulo IV**, describe el proceso de contraste de hipótesis.

Al final se complementa con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas según el estilo APA, y los respectivos anexos del presente trabajo de investigación.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación intitulada “EMPLEO DEL SISTEMA DE PLATAFORMA ESCALERA METÁLICA PARA OPTIMIZAR LA CONSTRUCCION DE CHIMENEAS CONVENCIONALES, COMPAÑÍA BREXIA GOLD PLATA S.A.C – 2017”, se ha desarrollado con el objetivo optimizar la construcción de chimeneas convencionales (forma tradicional) con el empleo del Sistema Plataforma Escalera Metálica.

El empleo del Sistema Plataforma Escalera Metálica, es de fácil instalación y desinstalación, su peso y transporte es ligero y óptimo para operar en espacios confinados, empleando el Sistema Plataforma Escalera Metálica. para la construcción de chimeneas convencionales se puede reducir en 47 % menos en empleo de madera (puntales, tablas y listones) y un 10 % menos en su construcción final, en la compañía Brexia Gold Plata S.A.C.

Este estudio se aborda desde el enfoque cuantitativo, del tipo aplicado y un diseño de investigación comparativo.

La experiencia obtenida en diferentes empresas con la ejecución de plataformas y escaleras metálicas en chimeneas convencionales, indica que este método está unido a la productividad del trabajo minero, cuando los planes y proyecciones de la minería tienen como metas la exploración de mayores reservas y la ampliación de producción.

Se detalla la secuencia operacional en el empleo del Sistema Plataforma Escalera Metálica, teniendo en cuenta los PETS, PETAR y estándares de trabajo.

**Palabras claves:** Empleo del Sistema Plataforma Escalera Metálica, reducción de costos generales.

## ABSTRACT

The study work entitled "Use of platforms and metallic stairs for the reduction of costs in the construction of conventional chimneys, Brexia Gold silver SAC company - 2017", has been developed with the objective of comparing the costs in the construction of conventional chimneys (traditional way) and with the use of platforms and metal stairs.

The use of metal platforms and stairs, is easy to install and uninstall, its weight and transport is light and optimal to operate in confined spaces, using platforms and metal ladders for the construction of conventional fireplaces can be reduced by 47% less in use of wood (struts, boards and strips) and 10% less in its final construction, in the Brexia Gold Plata SAC company.

This study is approached from the quantitative approach, the applied type and a comparative research design.

The experience obtained in different companies with the execution of platforms and metal ladders in conventional chimneys, indicates that it is technically linked to the productivity of the mining work, even more so, when the plans and projections of the mining have like goals the search of greater reserves and the increase in mechanized production.

The operational sequence in the use of metal platforms and ladders is detailed for their better execution of chimneys, taking into account the PETS and work standards. PETAR.

**Keywords:** Use of platforms and metal stairs, reduction of general costs.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Se conoce que la edificación de chimeneas convencionales representa un trabajo de alta dificultad, con una predisposición a tener incidentes y accidentes. Ante esta situación, se plantea el desarrollo del presente trabajo de investigación “Empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica para optimizar la construcción de Chimeneas Convencionales”, cuyo propósito es minimizar los costos en su edificación y el aumento del rendimiento.

En la edificación de chimeneas convencionales, el rendimiento en la ejecución se relaciona básicamente con el tiempo de ejecución, debido a que al personal le lleva mayor tiempo picar la patilla. Se sabe que los puntales en línea colocados van a requerir cambios principalmente por el desgaste al momento de introducir el relleno hacia los tajos o la deformación debido a las altas presiones ejercidas en las cajas, esto conlleva a tener costos adicionales de mano de obra en los reemplazos de nuevos puntales. Esta condición es un aspecto requerido por seguridad, por lo que lo mencionado nos lleva a realizar un estudio para contar

con mayor eficiencia y reducción de costo en la construcción de chimeneas empleando el sistema de Plataformas Escaleras Metálica.

La finalidad de la presente investigación es demostrar que la construcción de chimeneas utilizando el Sistema de Plataforma Escalera Metálica; es más viable, porque conlleva a la reducción de costos a diferencia de los métodos tradicionales que se viene empleando en la compañía Brexia Gold Plata S.A.C.

## **1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Espacial.**

El proyecto de investigación se desarrolló en la compañía Brexia Gold Plata S.A.C.

#### **A. Ubicación**

La Compañía Brexia Gold Plata S.A.C. está ubicado en el Distrito Minero de Caylloma alojado en la cordillera occidental de los Andes del Sur del Perú, a 6 km. al Noroeste del pueblo de Caylloma Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa

Las coordenadas geográficas de este lugar son:

- 71° 36' 08" Longitud Oeste y
- 15° 38' 12" Latitud Sur.

Se encuentra a una altitud a una altitud 4650 m.s.n.m. El acceso a la zona de estudio se realiza desde la Ciudad de Arequipa por la carretera Arequipa-Chivay, Chivay-Caylloma, (ver la Figura 1).

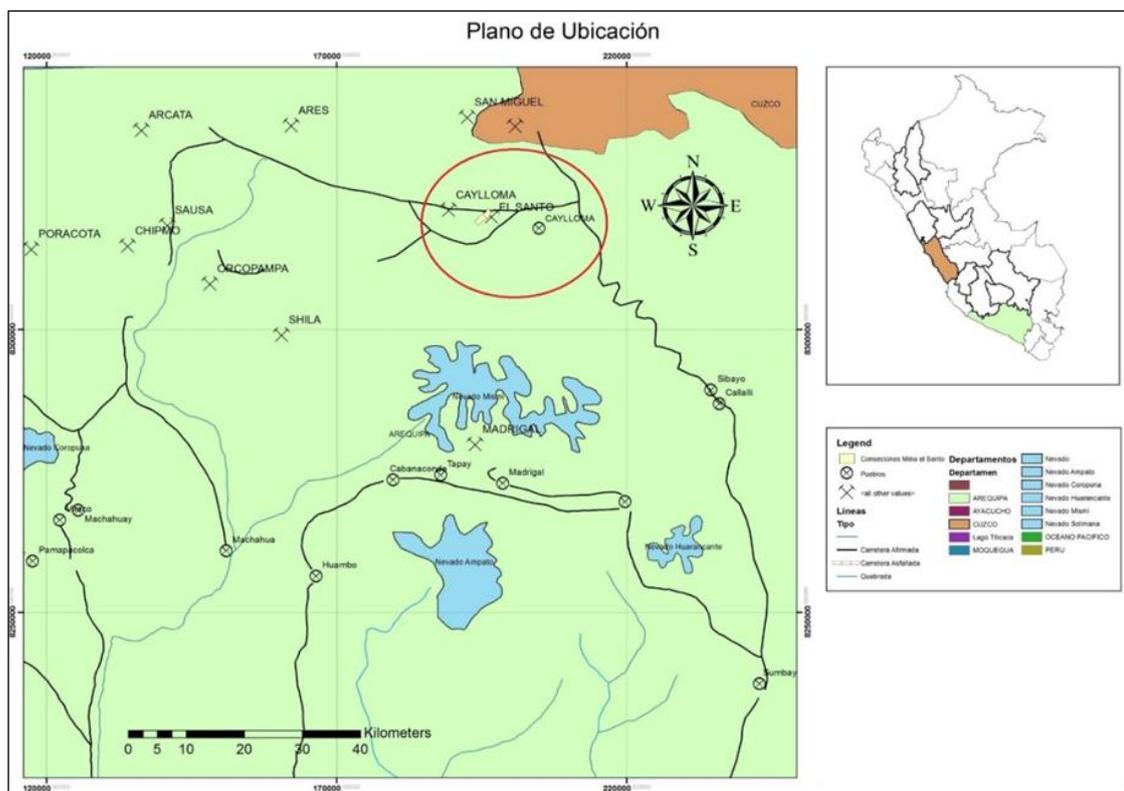


Figura 1. Plano de la ubicación de la Compañía Brexia Gold Plata SAC

Fuente: Superintendencia de Geología de Brexia Gold plata S.A.C

### **B. Accesibilidad**

A la compañía Brexia Gold plata S.A.C. se accede por medio terrestre, tomando la vía Arequipa - Caylloma la cual se encuentra asfaltada hasta el desvío de Chivay - La Pulpera, luego la carretera afirmada hasta el pueblo de Caylloma y posteriormente la mina, tomando un total 7 horas aproximadamente desde Arequipa.

- Lima – Arequipa 1,005 Km Asfaltada
- Arequipa - Yura – Patahuasi - Cruce Chivay - La Pulpera 104 Km Asfaltada
- Cruce Chivay - La Pulpera – Sibayo – Caylloma 121Km Afirmada
- Caylloma – Mina 8 Km. Afirmada

### **C. *Clima***

El clima es frígido y seco, diferenciándose dos estaciones bien marcadas: una humedad durante los meses de noviembre a abril, con abundantes precipitaciones pluviales, con un promedio anual entre 700 y 900 mm; y la segunda el resto del año con ausencia de precipitaciones pluviales y la ocurrencia de fuertes heladas con temperaturas que alcanzan los  $-15^{\circ}\text{C}$ , la temperatura promedio anual oscila entre los  $3-6^{\circ}\text{C}$ , en los meses de agosto y octubre la ocurrencia de fuertes vientos.

### **D. *Geología Local***

Se establecieron las unidades litológicas a partir de los afloramientos encontrados en la zona. Es común encontrar en la concesión Sandra 105 rocas andesíticas de textura afaníticas y pocos afloramientos de aglomerados volcánicos y dacitas, la mayor parte del área se encuentra cubierta por depósitos cuaternarios mientras que en la concesión Sandra 104 las rocas predominantes son las tobas andesíticas, andesitas porfiriticas y afaníticas, aglomerados volcánicos, en la cumbres afloran tobas verdes cloritizadas que están intercaladas con tobas rojas, la capa de cuaternario no se encuentra tan extensa como en la concesión Sandra 105. (ver Figura 2).

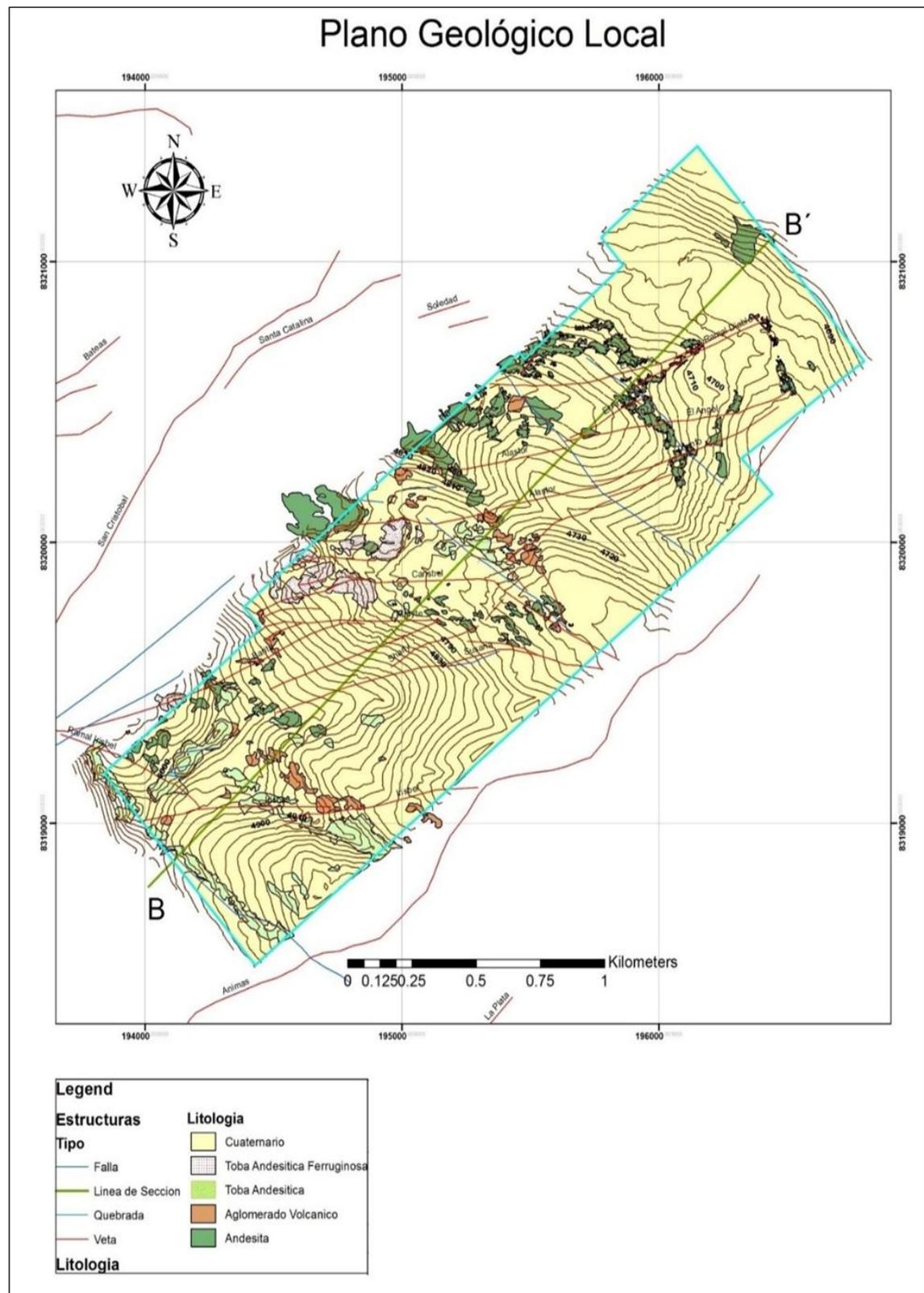


Figura 2. *Plano Geológico Local*

Fuente: Superintendencia de Geología de Brexia Gold plata S.A.C

### ***E. Geología Regional***

En cuanto a la Geología Regional, podemos citar que en el cuadrángulo donde se ubica Caylloma, afloran unidades sedimentarias y volcánicas, cuyos rangos de edad abarca desde el Jurásico hasta el reciente. El Grupo Yura, es la Unidad más antigua que aflora en el área, donde se diferencian las formaciones: Puente, Cachios, Labra, Gramadal y Hualhuani. La Formación Murco, yace en forma concordante, sobre la última formación, en la que se han diferenciado cuatro miembros: A, B, C, D, terminado dicha secuencia sedimentaria mesozoica con la estampa de la Formación Arcurquina.

El Grupo Tacaza, representa a el terciario, diferenciándose, las Formaciones Orcopampa e Ichocollo. Sobreyaciendo, en oposición angular tenemos a la Formación Sencca, concluyendo el Terciario tenemos la Formación Pusa, de ambiente lacustrino.

En el cuaternario se emplazaron los volcánicos andesíticos del Grupo Barroso, seguidos de una actividad glaciaria. En forma de conos de escoria y como última actividad volcánica, se encuentra el Grupo Andagua. (ver Figura 3).

CRONOESTRATIGRAFÍA			LITO ESTRATIGRAFÍA					
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD	ESPESOR (Metros)	COLUMNA	DESCRIPCIÓN		
CENOZOICO	CUATERNARIO	Reciente	Depósitos Recientes	?		Gravas, arenas y limos, inconsolidados. (Conos, aluviales y deslizamientos).		
			Grupo Andagua	?		Conos de escoria de trituración andesítica y aglomerados		
		Pleistoceno	Depósitos Pleistocénicos	+ -100		Gravas, arenas y limos acumulados en forma de aluviales, glaciofluviales, morrénicos.		
			Grupo Barroso	20-150		Andesitas porfíricas grises, que se exponen como domo, Lava-domo, estrato-volcán, y otros aparatos volcánicos.		
		Terciario	Superior	Formación Pusa	+ -100		Intercalaciones delgadas de arenisca fina, de matriz tobácea y lodoitas de origen tobáceo de color crema y amarillenta de naturaleza lacustrina.	
	Formación Sencca			+ -100		Intercalación de tobas dacíticos y riolíticos, de crema a rosadas, de naturaleza explosiva a efusiva, con niveles arena tobáceas y areniscas fluviales.		
	Medio		Grupo Tacaza	Formación Ichocollo	+ -800		Lavas y domos riolíticos a basálticas de gris a oscuras, afiris a porfíricos con niveles de areniscas y brechas andesíticas.	
				Formación Orcopampa	Miembro C	+ -1000		Secuencia lacustrina caracterizada por su estratificación laminar, constituida por areniscas finas gris verdosas a violáceas con fragmentos de naturaleza volcánica, hacia la base se observa areniscas y limolitas amarillentas con intercalaciones de lavas. hacia el techo predominan lavas.
		Miembro B			+ -300		Tobas y conglomerados tobáceos en bancos de 1-3 m, de colores grises amarillentos, con algunas intercalaciones de areniscas verdosas.	
	Miembro A	+ -1000			Areniscas brechas, lavas grises, verdosas y violáceas de composición generalmente andesíticos.			
	MESOZOICO	CRETACEO	Superior	Formación Arcurquina	+ -100		Calizas, caliza arenosa, gris a negro grisáceo, en estratos de 10 a 50 cm.	
			Medio	Formación Murco	Miembro D	+ -500		Areniscas rojizas de grano fino en estratificación laminar, con intercalaciones de limolitas rojizas, hacia al techo se observa areniscas más rojizas y calizas grises.
			Miembro C		+ -200		Areniscas cuarzosas amarillentas de grano fino a medio en bancos de 1 a 5 m con estratificación cruzada, con escasos niveles de areniscas gris rojizas de grano fino.	
			Miembro B		+ -350		Intercalación de areniscas cuarzosas grano medio a fino, en bancos de 1-2 m con areniscas rojizas de grano fino y limolitas rojizas a violáceas.	
Miembro A		+ -200			Limolitas rojizas, violáceas, en estratos de 20-50cm con alternancia de areniscas rojizas grano medio a fino.			
JURASICO		Superior	Grupo Yura	Formación Hualhuani	+ -250		Areniscas cuarcíticas blancas, de grano fino a medio en bancos de 2-3 m.	
				Formación Gramadal	+ -200		Calizas grises y marrones, areniscas en bancos gruesos y fosilíferos.	
				Formación Labra	+ -200		Intercalación de areniscas cuarzosas, gris a gris oscuras, con limolitas gris oscuras.	
				Formación Cachios	+ -400		Limolitas gris oscuras a negras, estratos delgados con intercalaciones de areniscas gris oscuras, de grano fino en estratos delgados.	
				Formación Puente	+ -1000		Areniscas y cuarcearenitas gris oscuras a parduscas, de grano medio a fino intercaladas con limolitas gris oscuras, con un nivel de caliza fosilífera..	
	Medio							

Figura 3. Plano geológico regional

Fuente: Superintendencia de Geología de Brexia Gold plata S.A.C

## ***F. Geología Estructural***

### **Sistema de Fallas**

El área de estudio fue sometida a esfuerzos de cizallamiento debido a la acción de las Fallas Trinidad y Santiago las cuales presentan una dirección NW–SE generando un tren de mineralización donde se emplazan las vetas San Cristobal y Animas (Fallas normales extensionales), posterior a estas, se emplaza la Falla Cuchilladas con rumbo Norte-Sur (Falla dextral) la cual me desplaza a la falla Santiago.

### **Diaclasamiento**

Se encuentra presenta en las diferentes unidades litológicas, destacando las emplazadas en la Formación Sencca, por esfuerzos de tensión, a causa del enfriamiento, lo que originó la disyunción columnar.

El diaclasamiento horizontal a subhorizontal, es originado por alivio de presión de carga seguida de la expansión vertical, lo cual se observan en las andesitas grano fino del Grupo Barroso. (ver Figura 4).

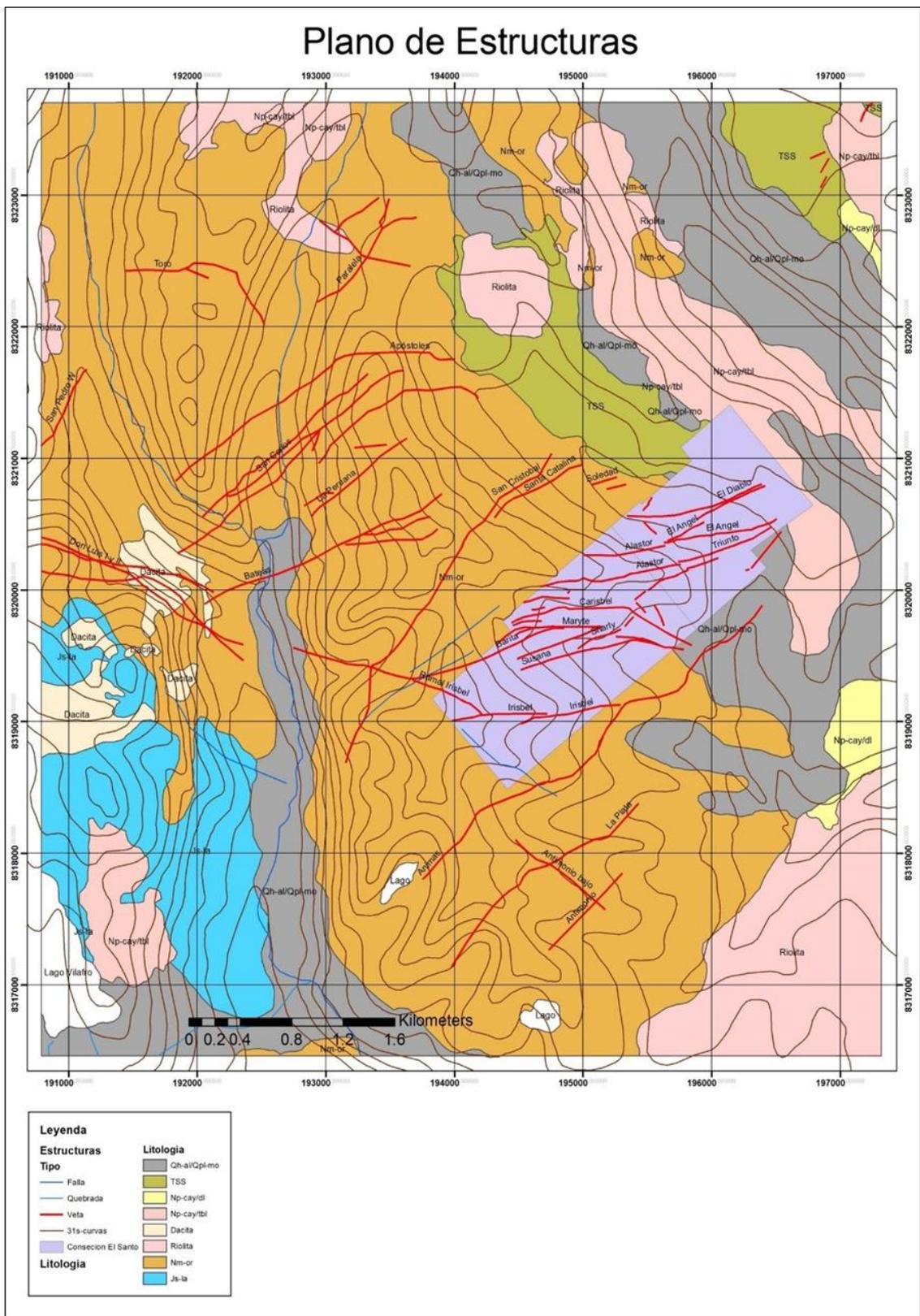


Figura 4. Plano Estructural  
 Fuente: Superintendencia de Geología de Brexia Gold Plata S.A.C

## **G. Geología económica**

### **Mineralogía**

Este yacimiento está definido por sus características geológicas dentro de los depósitos epitermales de intermedia sulfuración. El yacimiento polimetálico el santo se forma en temperaturas que abarcan los 140°-400°C.

El relleno mineral en nuestras vetas está dado por los siguientes metales como Pb-Zn-Cu-Ag, Au y en los minerales de ganga podemos encontrar cuarzo y minerales de Mn (carbonatos y silicatos).

Como roca favorable para la mineralización tenemos las andesitas del Grupo Tacaza por todas estas evidencias podemos definir el Yacimiento el Santo dentro de la categoría de depósito epitermal de intermedia sulfuración.

### **Veta el Diablo**

Estructura Mineralizada con dirección promedio 75°E, su buzamiento subvertical, con potencia variable que va desde los 0.50 - 2.00 metros su textura crustiforme muestra distintos eventos de mineralización, los cuales denotan bandas económicas que alternan con bandas de ganga como son el Cuarzo y la Rodonita.

Sus leyes promedio son: 0.65 g/ton de Au, 2.95 Oz/ton Ag, 0.44% Cu, 3.20% Pb y 4.49% Zn.

### **Veta el Ángel**

Esta estructura mineralizada presenta un afloramiento de 300 m con dirección de 65° E y buzamiento de 78 - 80 NW y potencia variable de 1.5 hasta 5.0 m con estructura difusa con venas de cuarzo

con diseminación de esfalerita y galena y ganga de cuarzo - rodonita. Su ley promedio es: 0.55 g/ton Au, 2.40 Oz/ton Ag, 0.36% Cu, 3.04% Pb, 3.71% Zn.

#### **Veta el Santo**

Estructura mineralizada que presenta un afloramiento continuo de aproximadamente 350 m, con rumbo promedio E - W y una potencia variable de 1 a 2 m de potencia y buzamiento subvertical en zonas, la mineralogía de la veta está dada por bandas de sulfuros intercaladas con bandas de ganga (cuarzo-rodonita) dentro de sulfuros encontramos Galena, Esfalerita, Calcopirita, Bornita y Pirita.

#### **Veta el Sheyla**

Estructura mineralizada con dirección de 69° E y buzamiento al SW con potencia variable a lo largo de su extensión, de esta estructura no encontramos afloramiento superficial se supone que se intercepta con los ramales de la veta del Diablo, en su mineralogía la encontramos conformada por una serie de bandas de sulfuros (galena, esfalerita, calcopirita) y minerales de ganga (cuarzo y rodonita) y oro libre en zona de clavos mineralizados. Su ley promedio es Au 0.54 g/ton, Ag 3.96 Oz/ton, Cu 0.42%, Pb 5.73% y Zn 8.55%.

#### **Veta el Gianina**

Estructura mineralizada con dirección de 74° E con buzamiento hacia el SW, esta veta no se encuentra aflorante en superficie ya que está cubierta por una capa de cuaternario de aproximadamente 20 m de potencia, tiene bandas de sulfuros (galena, esfalerita, calcopirita) y minerales de ganga (cuarzo – rodonita) y oro libre en zonas de clavos

mineralizados, esta veta está controlada por falla en el techo y en el piso las cuales se encuentran a lo largo de toda la estructura. Su ley promedio es: Au 0.29 g/ton, Ag 2.59 Oz/ton, Cu 0.42%, Pb 4.04% y Zn 7.99%. (ver Figura 5)

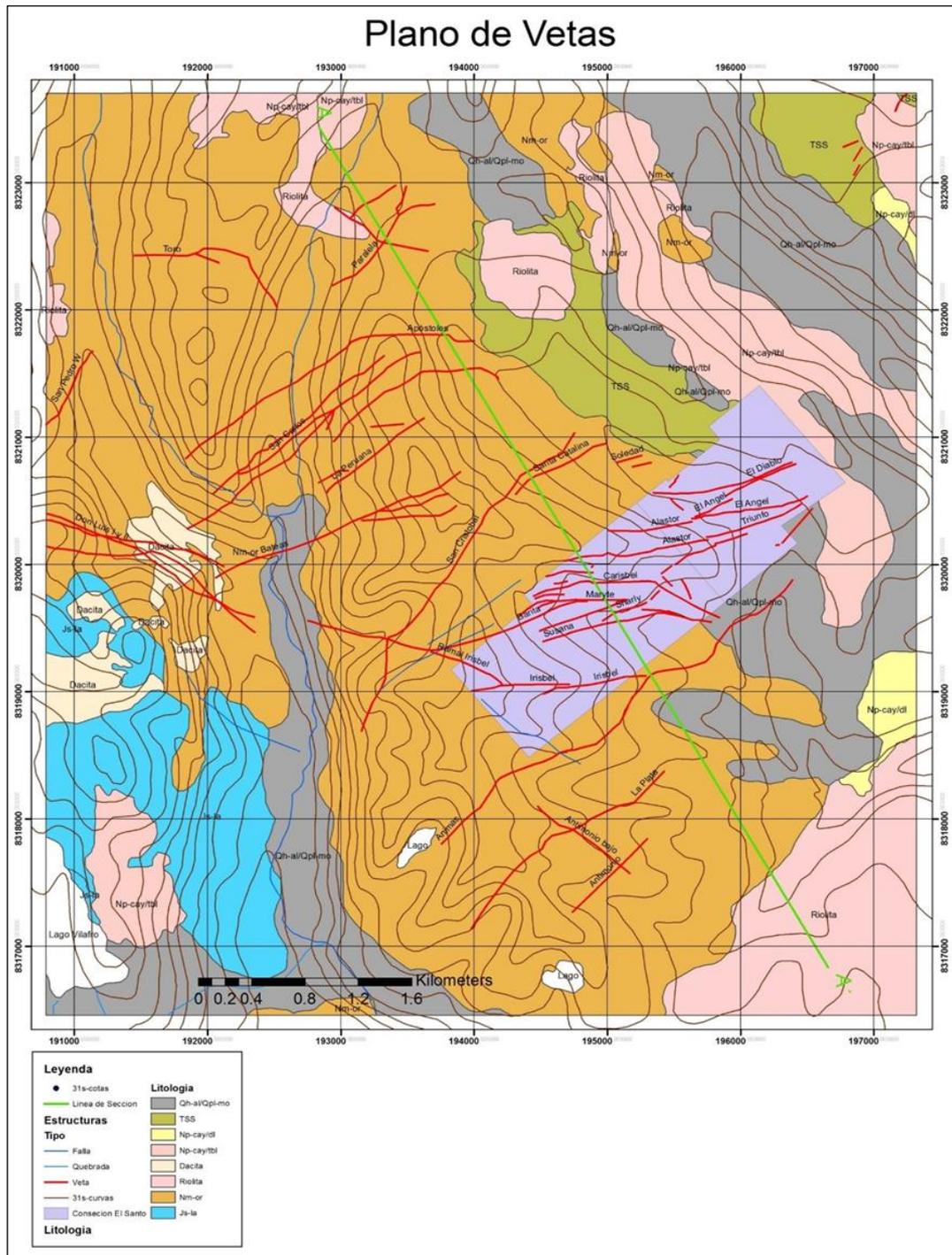


Figura 5. Plano de Vetas

Fuente: Superintendencia de Geología de Brexia Gold Plata S.A.C

En la Figura 6 se muestra las vetas proyectadas en corte transversal.

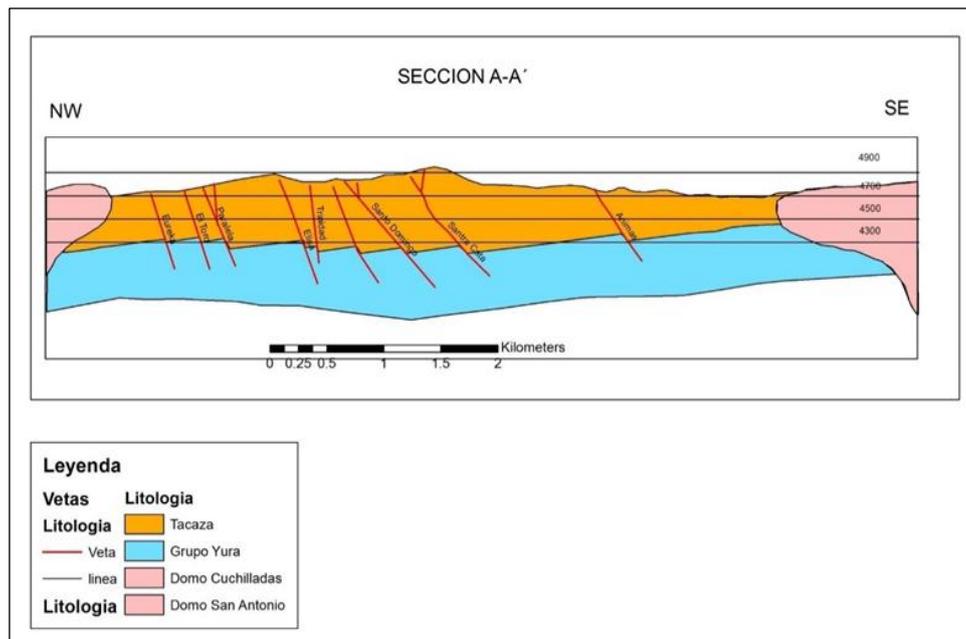


Figura 6. Plano de Vetas Corte Transversal

Fuente: Superintendencia de Geología de Brexia Gold plata S.A.C

### 1.2.2. Temporal.

El proyecto empezó el 15 de abril y terminó el 30 de noviembre del 2017.

## 1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.3.1. Problema General

¿El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica, permite optimizar la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017?

### 1.3.2. Problemas Específicos

A. ¿En qué medida el empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en los costos de construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017?

- B. ¿Cómo Influye el empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica en el rendimiento de la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017?

#### **1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.**

##### **1.4.1. Objetivo General.**

Demostrar que el empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica permite optimizar la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C – 2017

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- A. Probar en qué medida el empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en los costos de construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C – 2017.
- B. Comprobar que el uso del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en el rendimiento de la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C – 2017.

#### **1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **1.5.1. Hipótesis General.**

El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica optimiza la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C – 2017.

### **1.5.2. Hipótesis Específico**

- A. El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en los costos de construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017
- B. El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en el rendimiento de la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C – 2017.

## **1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. Variable independiente**

Sistema de Plataforma Escalera Metálica

### **1.6.2. Variable dependiente**

Optimizar la construcción de chimeneas convencionales

### 1.6.3. Operacionalización de Variables

La operacionalización de la variable independiente y dependiente, se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Variable Independiente</b> (Sistema de Plataforma Escalera Metálica)	Es la ejecución de chimeneas con Plataformas y Escaleras Metálicas (Ing. Adelino Taípe Rosales)	Es un Sistema donde se emplean Escaleras y Plataformas Metálicas para la ejecución de chimeneas en la preparación de tajos y así empezar la extracción del mineral de la Compañía Brexia Gold Plata S.A.C	Avance en chimeneas con el Sistema de Plataforma Escalera Metálica	Sección de chimenea (m <sup>2</sup> )
				Numero de puntales empleados (und)
				Numero de descansos (und)
				Rendimiento de chimenea P.E.M. (m)
			Gestión de riesgos en chimeneas con Sistema de Plataforma Escalera Metálica	Herramientas de gestión (und)
				Monitoreo de aire (m/s)
<b>Variable Dependiente</b> (Construcción de chimeneas convencionales)	Una chimenea es una labor vertical entre dos galerías excavada en sentido ascendente, se hace manualmente, en sentido ascendente por medio de andamios o estructuras que permitan a los mineros excavar hacia arriba hasta conectar las dos galerías. (Jorge Armando Talavera)	En la Compañía Brexia Gold Plata S.A.C la construcción de chimeneas se realizan con la utilización de equipo de perforación, primero en sentido ascendente.	Costo en la construcción de chimenea convencional	Costo de colocación de puntal (\$)
				Costo de entablado de buzón (\$)
				Costo de colocación de descanso (\$)
				Costo de perforación voladura (\$)
			Rendimiento de la construcción de la chimenea convencional	Avance de chimenea convencional (m)
				Costos generales (\$)

Fuente: Elaboración propia

## **1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1. Tipo de investigación**

Según Oseda, Dulio (2008:117), una investigación aplicada es un tipo de estudio, cuya finalidad es de aplicación directa e inmediata. Inquieta la aplicación sobre una realidad circunstancial, antes que el desarrollo de teorías. Este tipo de investigación busca conocer para hacer y para actuar.

### **1.7.2. Nivel de investigación**

El nivel de la presente investigación es **explicativo**. Según Restituto (2002), nos señala que una investigación explicativa, busca especificar los aspectos importantes de los hechos y fenómenos que son sometidos a una experimentación de campo o de laboratorio.

### **1.7.3. Método de investigación**

El método utilizado en la presente investigación, es el **Método Científico** como método general. En la actualidad, según Cataldo (1992), se dice que el estudio del método científico, es objeto de estudio de la epistemología. Infiere igualmente que, el significado de la palabra “método” ha sufrido variaciones, conociéndolo ahora como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador alcanzar sus objetivos.

## **1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **1.8.1. Población**

En el caso de nuestra investigación, la compañía Brexia Gold Plata S.A.C cuenta con 6 chimeneas convencionales para su preparación.

### **1.8.2. Muestra**

Según Dr. Jaime Pacheco es una muestra no probabilístico intencional “se toma una porción de la población de cualquier manera o por razones de comodidad”. Se tomó como referencia de estudio las siguientes chimeneas por presentar las condiciones adecuadas para poder realizar el estudio correspondiente,

CH 1353 de doble compartimiento por sistema convencional y CH 1355 de doble compartimiento con el uso del Sistema Plataforma Escalera Metálica en la unidad de producción de la compañía Brexia Gold Plata S.A.C

## **1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **1.9.1. Para recolectar datos**

Para la recolección de datos, se realizaron las mediciones de la chimenea, donde usaremos el Sistema Plataforma Escalera Metálica, posteriormente ingresamos a un registro para ser procesado. También se hará a través de:

- Datos bibliográficos.
- Reportes de campo.

### **1.9.2. Para analizar información**

Para el análisis de la información obtenida en la presente investigación, se han utilizado diferentes softwares, tanto para realizar cálculos de costos y tiempos en la edificación de chimeneas.

- Softwares Aplicativos:
- Procesador de Texto (Word).

- Hoja de cálculo (excel).
- SPSS (programa estadístico)

## **1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.10.1. Justificación**

Se conoce que empresa minera busca optimizar sus procesos en la ejecución de sus actividades realizadas en mina, como es el reducir los costos y el tiempo de ejecución en un porcentaje aceptable en la edificación de chimeneas de doble comportamiento empleando el Sistema Plataforma Escalera Metálica. La desventaja que representa la madera, es la putrefacción, menor duración, por ello se tiene que cambiar periódicamente para mantener en buenas condiciones las chimeneas (camino principales, vías de escape, servicios)

Para ello se realiza el estudio de la implementación del Sistema plataformas escaleras metálicas, en donde el empleo de madera se reduce drásticamente por lo que se emplea un sistema metálico.

Los resultados de este estudio nos permitirán demostrar la disminución de costos en el empleo de madera (puntales, listones, escaleras, tablas) y el menor tiempo en su ejecución de chimeneas convencionales.

### **1.10.2. Importancia**

En la ejecución de las actividades de la compañía Brexia Gold Plata S.A.C., se busca tener mayor beneficio empleando tecnología de alto rendimiento en la preparación de los blocks para su explotación.

La utilización del sistema plataformas escaleras metálicas es importante, porque expone la factibilidad de la reducción de los costos

operativos en la construcción de chimeneas, en una empresa minera, aplicando mejoras operativas de trabajo en las principales operaciones unitarias de minado, asegurando de esta manera el éxito de todo el ciclo de minado.

Lográndose de esta manera que la empresa minera obtenga una mayor utilidad o rentabilidad.

### **1.11. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Las limitaciones que se presentaron en la presente investigación fueron:

- El Ingreso a las labores de estudio (chimeneas) fue de difícil acceso por ser zona de alto riesgo, presentar gases tóxicos, espacio confinado y por ser trabajo en altura.
- Se cuenta con poco tiempo, porque las condiciones de la labor no permiten la permanencia de más dos personas.
- La falta de apoyo por parte de algunos supervisores de área.
- Al momento de obtener información de la empresa, para la toma de planos y muestras.
- La disponibilidad de tiempo para ejecutar el proyecto.
- No se evidencia estudios ejecutados.
- No se cuenta con antecedentes internacionales sobre el tema de investigación.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

Carranza (2015) tesis pregrado *“Mejoramiento en el diseño de chimeneas en minería subterránea con el uso del sistema P.E.M en la unidad de producción minera Troy S.A.C”* perteneciente a la facultad de Ingeniería de minas, Universidad Privada del Norte, cuyas conclusiones son: en una sección de 1.5 m. x 1.5 m., la diferencia de costos entre chimenea P.E.M y chimenea convencional es de S/. 226.84, donde señala que sus costos de operación con el sistema P.E.M., se redujeron en un 20.2% con respecto a la ejecución de chimeneas con madera.

Marcañaupa y Quispe (2012) tesis de pregrado *“Implementación de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas en la unidad de producción Mally en la Cía. de minas Buenaventura S.A.A”* perteneciente a la facultad de Ingeniería de Minas, Universidad Nacional de Huancavelica, cuyas conclusiones establece entre otros, que en seguridad identificó los peligros y riesgos, que le permitieron un mejor control de operación en la construcción de

chimeneas, puesto que en la unidad de producción Mallay, durante la construcción de chimeneas con el sistema P.E.M., no hubo accidentes fatales, lo cual se logró porque dicho sistema, es un sistema seguro versátil y de menor costo. Asimismo, concluyó que el costo de operación con el sistema P.E.M. de sección (1.50 m. x 1.50 m.) era de 423.88 s/ml, y el costo de construcción de una chimenea convencional con madera de sección (1.50 m. x 1.50 m.), fue de 551.82 s/ml. Por lo que se deduce que con el sistema P.E.M. se reducen los costos de operación en S/. 127.94, es decir en un 23% en relación a la ejecución de chimeneas con madera.

Taípe (2003) Convención minera, "*Especificaciones Técnicas de Chimeneas con el Sistema P.E.M.*", en dicha convención presentó la conclusión que la construcción de chimeneas con el sistema P.E.M. posee una mayor facilidad de adaptación, en cuanto a tiempo se refiere y por lo tanto conlleva a un menor costo de ejecución. Lo afirmado se demostró con lo ejecutado en la mina Sinaycocha el 16 de febrero del 2003, lográndose más de mil metros de avance.

Taípe (2004), Encuentro nacional de contratistas Mineros. "*Calidad y seguridad para una mejor productividad*". 6 y 7 de octubre del 2004, indicó que con la utilización del Sistema P.E.M., logró cero accidentes en la mina Sinaycocha.

## **2.2. BASES TEÓRICAS.**

### **2.2.1. Conceptualización de chimeneas**

Las chimeneas son labores de alto riesgo construidas en roca estéril (desmonte) o mineral cuyo propósito son:

- Para bloquear el tajo de explotación.
- Se utiliza como chimeneas de ventilación y servicio.
- Son usados como chimenea de relleno.

### **2.2.2. Diseño de chimeneas**

En el método convencional, para el diseño de chimeneas se consideran los siguientes:

- Extensión
- Sección
- Buzamiento de la veta y/o inclinación deseada.
- Tipo de roca

### **2.2.3. Tipos de chimeneas**

#### ***A. Según su forma***

- Circulares
- Cuadradas
- Rectangulares

#### ***B. Según su sección***

- Simple: con una Sección de 4' x 4'
- Doble: sección de 4' x 8'
- Triple: sección de 4' x 12'

#### ***C. Según su longitud***

- Cortas: hasta 50 m.

- Largas: de 51 a 100 m.
- De gran longitud:> de 100m.

#### **2.2.4. Alturas máximas de construcción de chimeneas.**

La altura máxima en la edificación de chimeneas está condicionada por diversos factores: estas son:

##### **A. *Chimenea convencional***

De acuerdo al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (DS No 024-2016). Artículo 258° menciona que la perforación de chimeneas convencionales de más de 20 m de extensión, debe ejecutarse empleándose dos divisiones liberadas: una para el paso del personal y otra como echadero. Se excluirá las chimeneas preparadas por medios mecánicos.

Para el caso de chimeneas desarrolladas en "H", la técnica debe hacerse comunicándose cada 20 metros. Por otro lado, la sección es simple o doble, generalmente sobre estructura mineralizada y su inclinación puede ser vertical o inclinada.

Para dar cumplimiento la chimenea por método convencional en general es hasta 50 m de longitud. Para longitudes mayores el método resulta costoso y de bajo rendimiento, además del mantenimiento constante del entablado en el lado del echadero.

Para distancias mayores a 50 m y que alcancen los 100 m se suele elevar chimeneas mellizas (chimeneas en H), que son chimeneas simples de un compartimiento, separadas de 10 a 15 m y que se comunican cada 20 m mediante un subnivel. En este caso una de las chimeneas sirve como camino y el otro como echadero y para

avanzar el camino hacia el subnivel se coloca tapón o ramfla y la carga del disparo es limpiado por el subnivel hacia el echadero.

### 2.2.5. Procedimiento de construcción de chimeneas

Los procedimientos utilizados en la edificación de chimeneas en la mayoría de los casos están relacionados de acuerdo al método de excavación convencional y/o mecanizado como se muestra en la Figura 7. Se considera lo siguiente:

- **Procedimiento convencional de ejecución de chimenea:** se ejecuta colocando puntales a 1 m que son considerados como puntales de avance y se realiza con máquinas convencionales (Stoper / Jackleg).
- **Procedimiento mecanizado de ejecución de chimenea:** La ejecución de una chimenea puede se da con el uso de plataforma trepadora y con equipo Raise Boring. Como se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Sistema de chimeneas

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero

### 2.2.6. Procedimiento mecanizado de construcción Raise Climber

Para la construcción de chimeneas con este método se tiene que considerar lo siguiente:

- El macizo rocoso, tiene que ser de un RMR de 50, RQD de 60 y un Q de 6 que define la calidad del macizo rocoso de regular a buena.

- Para la ejecución de la chimenea las cajas deben ser competentes que serán utilizados como chimeneas de Ore, fill pass.
- Se tiene que tener en cuenta la sección mínima de chimenea de 1,20 x 2,40 m.
- Las chimeneas en ejecución son como mínima de 50 metros.
- Se tiene que tener en cuenta que el buzamiento puede variar de 45° a 90°.
- Para la estabilidad de la labor se tiene que considerar la presencia de agua, que es factor muy importante.

El equipo Alimak está conformada por dos jaulas, una de perforación y otra de seguridad, cuyo izaje se realiza por una cremallera anclada a la pared, debido a su maniobrabilidad, economía y velocidad se aplica para la excavación de chimeneas (ver Figura 8).

El equipo Alimak es muy usado cuando en la mina no cuenta con niveles superiores.

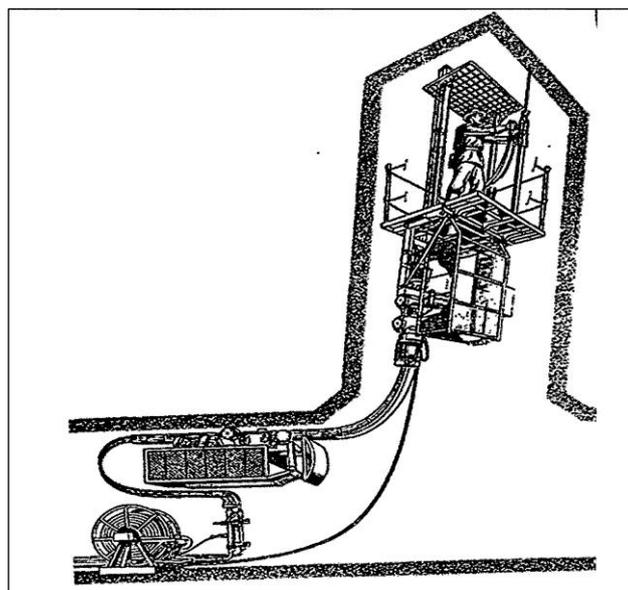


Figura 8. Sistema Raise Climber

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero

Entre las ventajas y desventajas que nos brinda este método tenemos:

#### **A. Ventajas**

- Es muy versátil en el momento de la ejecución de chimeneas de pequeña a gran longitud e inclinación variada.
- La inclinación es variable con la utilización de carriles curvos.
- La preparación inicial de cámaras es amplia y segura, que cuenta con sostenimiento preventivo.
- La construcción de chimeneas se puede ejecutar en diferentes secciones cambiando las plataformas (secciones de 3m<sup>2</sup> a 20m<sup>2</sup>).

#### **B. Desventajas**

- Al concluir la ejecución de las chimeneas, durante el desmontaje es difícil recuperar algunos de sus componentes.
- En la construcción de chimeneas de gran longitud se presenta los siguientes inconvenientes: problemas con la presión de agua y aire, la ventilación se hace deficiente, etc.
- Requiere mano de obra especializada.

Este equipo alimak principalmente está proyectado para la ejecución de chimeneas desde 90° hasta 45°, los cuales se pueden dar con sistema neumático, eléctrico o Diesel. (ver Figura 9)

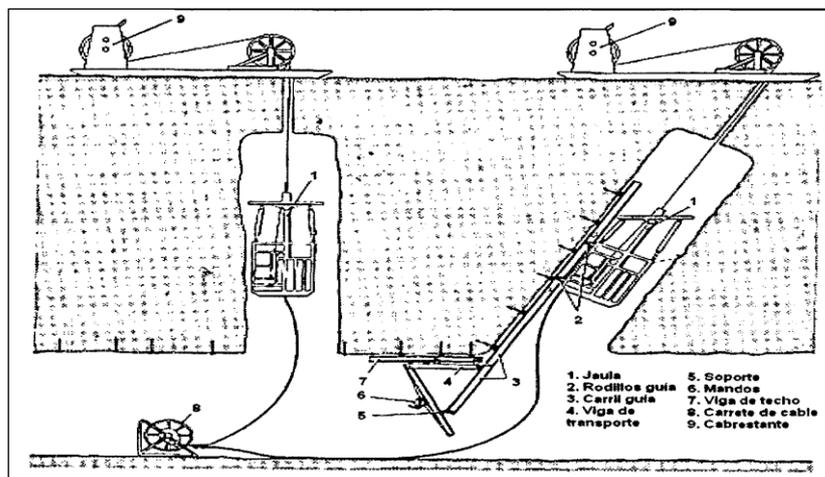


Figura 9. Perforación en ángulo de 45°

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

### 2.2.7. Procedimiento mecanizado Raise Boring

El equipo Raise Boring es una máquina electrohidráulica cuya rotación se da por medio de un motor eléctrico y el poder del equipo es mediante bombas hidráulicas que accionan cilindros hidráulicos.

La ejecución de perforación se da a través de un taladro piloto desde un nivel superior donde se coloca la plataforma del equipo, punto de inicio para comenzar con la perforación hasta un nivel inferior.

Concluido con el taladro piloto se instala el escariador desde el nivel inferior para su ascenso, excavando por corte y cizalle, la chimenea, al diámetro planeado.

El equipo Raise Boring cuenta con un motor eléctrico que puede ser de 150 HP a 500 HP, este intervalo de potencias irá directamente en relación con el diámetro planeado de escariado y la longitud del pique o chimenea.

Para este procedimiento de excavación de chimeneas se requerirá contar con dos zonas de trabajo: nivel superior (inicio) y nivel inferior (final) del proyecto de la excavación.

Los trabajos de excavación son variados en interior mina, iniciando desde los niveles superiores a una superficie de una galería que se encuentra en el nivel inferior, como se observa en la Figura 10.

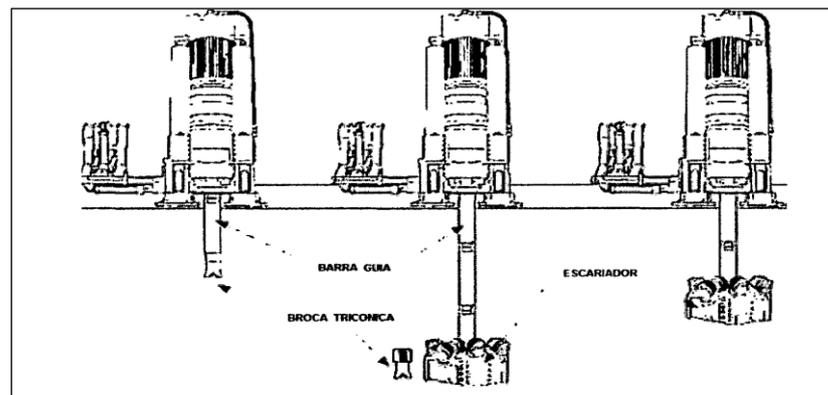


Figura 10. Método de perforación Raise Boring

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero

### 2.2.8. Procedimiento de chimeneas Vertical Cráter Retrat (VCR)

El VCR es una técnica de minado que se enfoca en la teoría de los cráteres que consta en ejecutar el arranque del material utilizando cargas explosivas (ver Figura 11). Estas cargas explosivas se tendrán que ubicar en los taladros verticales o inclinados con un burden adecuada hacia la cara libre.

Esta técnica utiliza diámetros de taladros grandes, iniciados en un nivel superior, el carguío de los taladros y la voladura se da por secciones o tramos, comenzando desde el nivel inferior hacia el nivel superior.

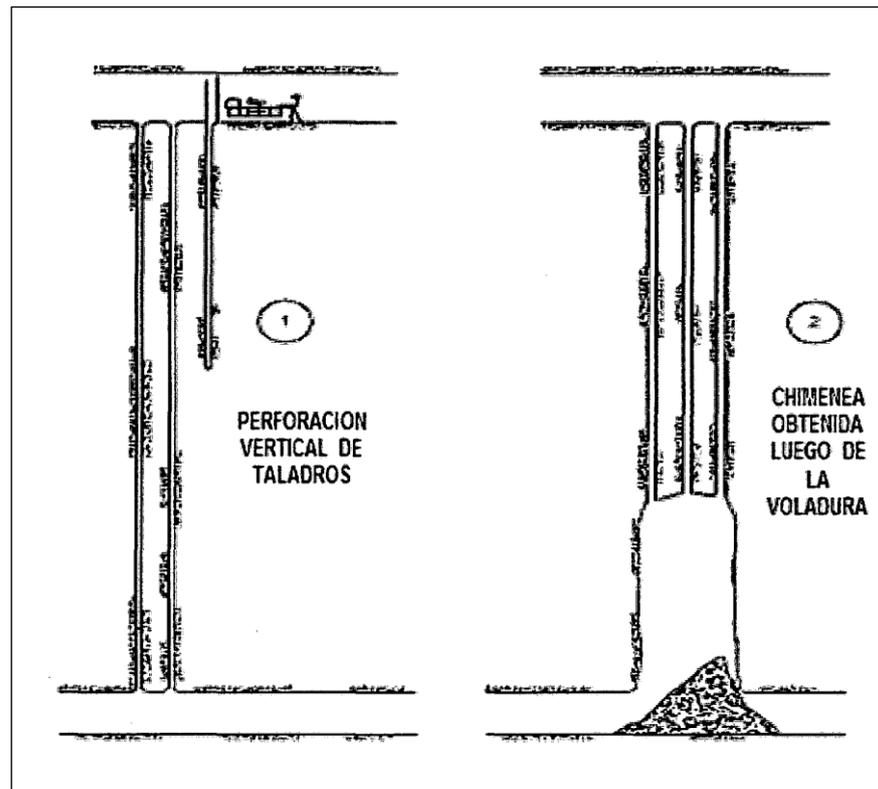


Figura 11. Chimenea obtenida usando el procedimiento V.C.R.

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero

#### A. Procedimiento de trabajo

Contando con el proyecto de planeamiento y establecido la inclinación de los taladros, se inicia con lo siguiente:

- **La Perforación**, se ejecuta con barras (1.5 m y 1.2 m) acoplables en toda la extensión de la chimenea a ejecutar. Durante la perforación tiene que haber una coordinación entre operador y ayudante para el cambio de las barras. Las mallas de perforación utilizan comúnmente diámetros de perforación entre 4" y 6 1/2". Para ejecutar estos taladros largos se necesita un equipo de perforación potente que utilice un sistema Down The Hole (DTH), para obtener una adecuada utilización se le agrega un compresor de alta presión (Booster), que eleva la presión de la red de 90 psi. a 240 psi.

- **Voladura**, se inicia con (ver Figura 12).
  - Medida inicial de los taladros.
  - Tapar / sellar el fondo de los taladros.
  - Cebado y carguío de los taladros.
  - Medida de altura de la carga.
  - Sellado superior.
  - Conexión al tren de encendido en el nivel superior.

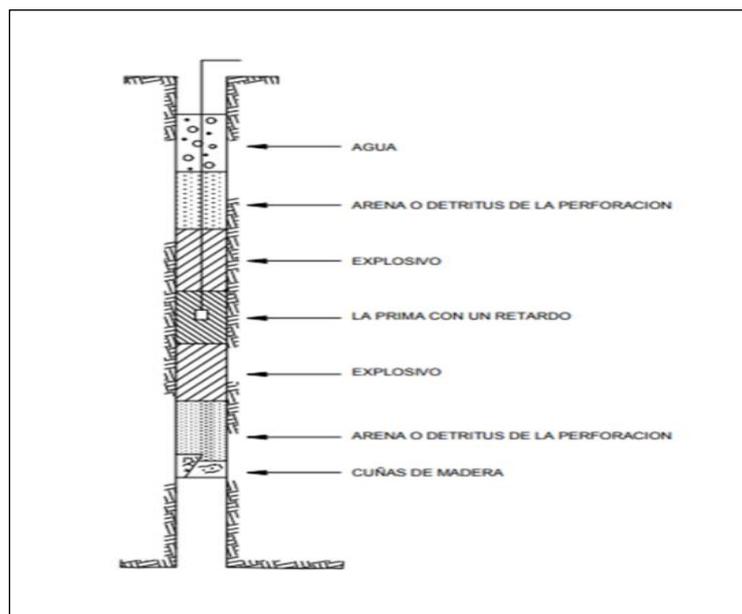


Figura 12. Disposición de la carga dentro de un taladro

Fuente: Minado por chimenea

- **Seguridad**, el personal trabaja en todo momento fuera de la chimenea, con las ventajas que ello involucra.
- **Longitud del desarrollo**, con la técnica V.C.R. se alcanza longitudes de perforación de 50 metros hasta 70 metros, a mayor longitud se tiene la desventaja de que se dé la desviación de los taladros, teniendo como consecuencia al momento de realizar la voladura.

- **Sostenimiento**, cuando se usa la técnica del V.C.R. el sostenimiento de las chimeneas será de acuerdo al uso (chimenea de servicio - tiene que contar con sostenimiento, caminos, ventilación), chimeneas que sirven como cara libre para iniciar los la voladura de los tajeos.

### **2.2.9. Procedimiento convencional de construcción de chimenea**

Con esta técnica de construcción de chimeneas convencionales se realiza colocando puntales de diferentes diámetros, que serán puntales de línea y puntales de avance, esto dependerá del uso que se dará a la chimenea, en chimeneas de un solo compartimiento se colocara puntales a cada 1 m, mientras los puntales de línea se realizan en chimeneas de doble compartimiento a una distancia de 1.3 m a 1.5 m. Para la realizar la perforación se utiliza una sola máquina neumática Stoper/Jackleg, la cual utiliza barrenos integrales de 4, 5 pies y brocas de hasta 38 mm y 36 mm de diámetro.

El promedio de las chimeneas es de 20 m a 50 m de longitud, para la construcción de chimeneas a mayor extensión se tiene que realizar chimeneas gemelas seguridad. La construcción de chimenea generalmente es de simple o doble compartimiento, que son ejecutados en estructura mineralizada o material estéril con inclinaciones variadas.

El abastecimiento de aire comprimido se da con el uso de mangueras de hasta 30 m de 1" de diámetro, cuando la extensión de la chimenea supera los 30 m se instala tuberías de 1", para el abastecimiento de agua se utiliza mangueras de 1/2" de diámetro con longitudes de hasta 30 m y

cuando la extensión de chimenea sobre pasa los 30 m se instalará botellones para aumentar la presión de agua.

#### **2.2.10. Procedimiento convencional con el uso del Sistema Plataforma Escalera Metálica.**

Se ejecutan las chimeneas con el propósito de formar los tajos a explotar, para realizar las chimeneas usando el Sistema Plataforma Escalera Metálica, se realiza la perforación y voladura de estocadas de 2.4 m x 2.4 m con una extensión de 5 m, donde se iniciara con la chimenea de forma vertical y una vez interceptado la veta mineralizada se sigue el buzamiento de la misma veta, la construcción de las chimeneas son ejecutadas de dos formas, una de doble compartimiento hasta los 50 m con sección de 1.2 m x 2.4 m , y de simple compartimiento de 20 m con una sección de 1.5m x 1.5 m.

Estas chimeneas se dan con el objetivo de ser usadas como ventilación o camino.

##### **A. Versatilidad del uso del Sistema Plataforma Escalera Metálica.**

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

##### **B. Beneficios al utilizar plataformas y escaleras metálicas**

- Se tiene mejor condición de trabajo para el personal.
- Proporciona una ergonomía y buen desempeño del personal.

- La seguridad durante la ejecución del trabajo está dada por dos plataformas.
- Mejora las actividades de servicio.
- El rendimiento del trabajo de las horas es efectivo.
- Mayor productividad en personal y equipos.
- Incrementa la eficiencia de los equipos.

**C. El uso del sistema plataforma escalera metálica incrementa la productividad**

- **En el transporte subterráneo:** Los equipos aumenta su disponibilidad disminuyendo el uso de combustible Diesel o mecánico.
- **En los servicios auxiliares.** Es bajo en consumo de madera (puntales, tablas, escaleras, etc.).
- **En la ventilación subterránea.** Con la velocidad de ejecución de chimenea incrementa el caudal de aire natural.

**2.2.11. Clasificación geomecánica.**

El objetivo de las clasificaciones geomecánicas es determinar el macizo rocoso evaluando una cantidad de parámetros a la cual se le da un valor. A través de la clasificación nos permite calcular el tipo de roca a trabajar. Estos han sido usados en las etapas de:

Planificación y construcción de la chimenea con el uso del Sistema Plataforma Escalera Metálica.

- **Periodo de construcción,** nos da a conocer qué tipo de sostenimiento se empleará para estabilizar el macizo rocoso durante la obra.

- **Y durante la obra**, en el proceso de la ejecución de la chimenea se va evaluando el tipo de terreno que se presenta y nos permitirá aplicar el sostenimiento adecuado.

#### **A. Etapa proyecto**

En esta etapa se realizan las siguientes actividades geomecánicas.

- Para el empleo del Sistema Plataforma Escalera Metálica, se efectúa el estudio geomecánica donde indicara los tipos de rocas encontrados durante el proceso de construcción de la chimenea.
- Con el apoyo de geomecánica se tendrá la clasificación de toda la longitud de la chimenea y recomendará el tipo de sostenimiento a utilizar. Es recomendable el empleo de dos sistemas de clasificación como mínimo, los más conocidas son: Bieniawski y el Q de Barton.
- Designar que tipo de sostenimiento se tendrá que colocar por cada tramo, este trabajo se realizará en función de la calidad de roca, también será importante la experiencia del ejecutor.

#### **B. Etapa de construcción de las chimeneas**

Es recomendable conocer los tipos de sostenimiento, según los estudios geomecánicas realizados, generalmente estos son incorporados en el plan de construcción de las chimeneas en estudio.

De acuerdo al análisis geomecánica alcanzados y experiencias del ejecutor, se aplica el tipo de sostenimiento correspondiente.

En la actualidad se emplean dos criterios, el de Bieniawski o RMR y el Q de Barton.

### 2.2.12. Clasificación de Bieniawski.

La clasificación geomecánica de Bieniawski o RMR (acrónimo del inglés rock mass rating) es un sistema de clasificación geomecánica presentado por el Ing. Bieniawski en 1973 y modificado sucesivamente en 1976, 1979, 1984 y 1989. Para definir el RMR de calidad de la roca se utiliza seis parámetros del terreno:

- La resistencia a compresión simple del material.
- El RQD (Rock Quality Designation).
- El espaciamiento de las discontinuidades.
- El estado de las discontinuidades.
- La presencia de agua.
- La orientación de las discontinuidades.

Para la obtención del RMR se evalúan los resultados de las puntuaciones que corresponden a valores de cada uno de los seis parámetros enumerados (ver Cuadro 2). El valor del RMR tiene un intervalo entre 0 y 100, y es mayor cuando mejor es la calidad de la roca. Bieniawski distingue cinco tipos o clase de roca según el valor de RMR.

Cuadro 2. *Clasificación RMR*

Clase	Calidad	Valoración RMR	Cohesión	Ángulo de rozamiento
I	Muy buena	100-81	> 4 kg/cm <sup>2</sup>	>45°
II	Buena	80-61	3-4 kg/cm <sup>2</sup>	35°-45°
III	Media	60-41	2-3 kg/cm <sup>2</sup>	25°-35°
IV	Mala	40-21	1-2 kg/cm <sup>2</sup>	15°-25°
V	Muy mala	< 20	< 1 kg/cm <sup>2</sup>	< 15°

Fuente: Departamento de Geomecánica Compañía Brexia Gold Plata S.A.C

Empleando la clasificación geomecánicas RMR (Bieniawski), se determina lo siguiente:

El 60% de las labores de desarrollo y el 40% de las labores de preparación tienen un intervalo de RMR entre 45 - 65, catalogándose como roca tipo Regular A, clase III - A y su igualdad en el sistema G.S.I. (Geological Strength Index) es F/R, LF/R. El sostenimiento a emplear en este tipo de roca es usar empernado helicoidales sistemático en labores permanente.

### **2.2.13. Definición de términos básicos**

#### **A. Costos**

Es el pago, o valor financiero que se debe cumplir para obtener un objetivo. Los objetivos operativos son: costear los sueldos de mano de obra de producción, adquirir materiales, elaborar un producto, venderlo, brindar un servicio, lograr capital para financiarnos, dirigir la compañía.

#### **B. Corte y Relleno Ascendente Convencional**

Este método se aplica en las minas Brexia Gold Plata donde las vetas tienen un buzamiento entre  $65^\circ$  y  $75^\circ$  con una potencia de veta de 0.8 m en promedio. Se desarrolla a partir de la galería dejando un puente de 3 metros de mineral y el corte es en forma ascendente.

#### **C. Desatado**

El desatado de rocas se realiza de dos maneras: manual para alturas menores de 3.5 m. con el uso de barretillas de 6, 8, 10, 12, pies y siguiendo los PETS (Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro) para desatado de rocas.

**D. Escaleras metálicas y anclajes**

Conformado por fierros corrugados de  $\frac{3}{4}$ " con longitud de 3 m.

**E. Estándar de trabajo**

Es un parámetro específico como modelos, pautas que contienen los requisitos mínimos aceptables para desarrollar actividades de la forma más segura.

**F. Patilla**

Son excavaciones de 2" a más de profundidad, que permiten ser base para los puntales en línea, puntales de avance, poste y para colocar puntales de seguridad. La patilla se realiza mediante el uso de un cincel diamantado y una comba de 6 libras o con el empleo de una máquina perforadora.

**G. Perforación**

" La perforación es la acción de realizar huecos cilíndricos empleando el sistema de roto percusión o rotación por fricción realizada por diferentes tipos de máquinas, con el objetivo de alojar los explosivos y accesorios" (EXSA, 2014, pág. 79)

La perforación en Brexia Gold Plata se realiza con máquinas Jackleg, se trabaja con una longitud de barra de 4,6, y 8 pies y diámetro de la broca de 36 y 38 mm. La perforación se realiza en breasting paralela a la estructura mineralizada y a sección completa de la veta.

**H. Sostenimiento**

De acuerdo a la clasificación geomecánica, sostenimiento es estabilizar secciones abiertas empleando diferentes métodos:

Sostenimiento con cuadro, sostenimiento con malla electrosoldada, Split Set, cimbras, shotcrete, etc. En la compañía Brexia Gold Plata S.A. se emplea los siguientes sostenimientos, cuadros cónicos, malla electro soldada, Split set, cimbras de acuerdo al terreno.

#### **I. Ventilación**

“Toda voladura genera cierto volumen de gases y polvo, que se mantienen en el ambiente durante un tiempo determinado hasta ser disipados mediante la ventilación natural o forzada de las labores disparadas, por lo que sólo se ingresará a una labor disparada después de que se hayan disipado los humos”. (EXSA, 2014, pág. 344)

Después del disparo de la chimenea se tendrá la tercera línea abierta para ser usada como ventilación, por ningún motivo el personal no debe subir a verificar el disparo sin antes haber ventilado. Se tendrá que dejar abierto la válvula de aire.

#### **J. 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.

## **K. Voladura**

La voladura es un proceso tridimensional, en el cual las presiones generadas por explosivos confinados dentro de taladros perforados en la roca, originan una zona de alta concentración de energía que produce.

Se realiza con el explosivo Semexsa 65% (7/8" x 7") en los taladros de producción y para los hastiales y corona se utilizan explosivos de menor energía como el Semexa 45% (7/8" x 8"), la malla de perforación es de acuerdo al tipo de roca y del porcentaje de sobre rotura que se debe evitar.

## **CAPÍTULO III**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

#### **3.1. CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS CONVENCIONALES VERTICALES**

Para la construcción de una chimenea debemos tener como condición mínima una labor de avance que nos servirá como zona de inicio de la chimenea, que se utilizará como base para realizar los trabajos de forma segura.

Las condiciones que deben tener estas labores son las siguientes:

- Señalización en la estocada donde se va ejecutar la chimenea, las tuberías de agua y aire deben contar con su señalización respectiva.
- Las tuberías de agua y aire deben contar con sus respectivas alcayatas, estas son de fierro corrugado.
- De contarse con tubería de aire de 2" de diámetro, estas estarán aseguradas en las uniones entre tubos y serán instaladas en sus respectivas alcayatas de acuerdo al estándar, las alcayatas deben tener una separación de 5 m entre ellos, para disminuir la sinuosidad, las tuberías deben contar con sus respectivas señalizaciones.

- El personal que realiza los taladros de servicio como son agua y aire deben tener conocimiento del estándar, la separación entre taladros es de cada 2 m.
- La cuneta se ubica en la caja piso de la galería, a una distancia de 10 m del tope, cuya profundidad es de 0.15 m; 0.20 m según la sección.
- La gradiente será señalada a 1 m del piso de ambos hastiales
- En una galería o en crucero los refugios se edificarán cada 50 m en la caja techo con una sección de 1.20 m x 1.90 m x 1.60 m.
- Sosténimiento de acuerdo a la evaluación geo mecánica.

### **3.2. SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS CONVENCIONALES**

Para la construcción de chimeneas se deben seguir los siguientes pasos:

- Se tiene que inspeccionar el área de trabajo y herramientas, llenar de forma correcta el IPERC donde se identificara todos los peligros y condiciones en que se encuentra dicha labor. Cumplir con los PETS estrictamente.
- Para realizar la correcta instalación de la máquina perforadora se debe inspeccionar las conexiones y sopletear la manguera de aire para iniciar la perforación.
- Una vez ganado una altura prudente en la chimenea la siguiente etapa de perforación y voladura se realizará colocando la plataforma de perforación y la plataforma de seguridad, el personal debe contar con sus implementos de seguridad (arnés, línea de anclaje) durante la ejecución del trabajo, en la perforación se tiene que tener en cuenta el desatado de rocas sueltas antes, durante y después (cumplir con los PETS de perforación y voladura).

- El avance que se realiza en las chimeneas convencionales inicialmente es de 8.50 m con una sección de 1.20 m x 2.40 m como mínimo, en seguida se procede a arma la tolva de madera y camino.
- Cada dos disparos se realiza el entablado de buzón y se habilita el camino con todos sus elementos.
- La ejecución de perforación se da sobre plataforma armada por seguridad.
- Una vez obtenida una elevación prudente se procederá al armado de tolvas de madera como se menciona en el estándar, sea de un solo compartimiento o doble compartimiento.
  - Construcción de tolvas para la salida de mineral o desmonte.
  - La preparación de chimeneas de doble compartimiento, tiene como objetivo ser usados como camino y echadera de carga.
  - El diseño de chimeneas en "H" sirve para la ventilación, se ejecutará subniveles cada 20 m.
- En chimeneas de doble compartimiento se tendrá en cuenta el sostenimiento, en cajas incompetentes se colocará sobre cuadros.
- Concluido la perforación en la chimenea se procede con el carguío de los taladros, dando la secuencia desde el arranque para no tener fallas en la voladura, antes del chispeo se procederá a proteger los equipos y herramientas, se colocará avisos en las galerías principales.
- Durante el avance en la chimenea, teniendo una altura prudente se procederá a realizar el entablado de buzón y habilitado de camino, se colocara la ranfla para realizar el chispeo y evitar el daño al camino.

- El encargado del chispeo y coordinación con labores cercanas estará a cargo del líder labor.
- El líder de labor se retirara a un lugar seguro para realizar la voladura, por ningún motivo se dejara cerrada la válvula de aire, con el apoyo de su ayudante tendrá que realizar toda esta actividad antes de realizar la voladura.
- Para ejecutar la edificación de chimeneas en "H" (ver Figura 13); esto se edificará con el objetivo de la seguridad del personal, la edificación de chimeneas en H se realizará cuando se ejecute chimeneas de mayores longitudes.
  - Las chimeneas simples se edifican hasta una altura de 20 m (DS 024 – 2016 - EM).
  - Cuando la chimenea simple llega a una altura de 20 m se correrá sub niveles que se unirán a la chimenea paralela.
  - Las chimeneas simples serán unidas a través de un sub nivel, la cual será punto de inicio para por continuar con la construcción de la chimenea.
  - Unido las dos chimeneas a través de un sub nivel, se continuará con la perforación de una chimenea hasta alcanzar la galería superior en donde se finalizará con dicho trabajo.
  - Conectada la chimenea simple con el nivel superior se procederá a la construcción del camino, retirando los puntales de avance en forma ordenada.
  - Finalizado la construcción de la chimenea, sea simple o doble compartimiento se procede con la colocación de parrillas.

El objetivo de las parrillas colocadas es:

- La seguridad del personal durante el tránsito por la galería.
- Sirve para controlar el ingreso de materiales de gran diámetro lo cual evitará el deterioro del entablado del buzón y de la tolva de madera.

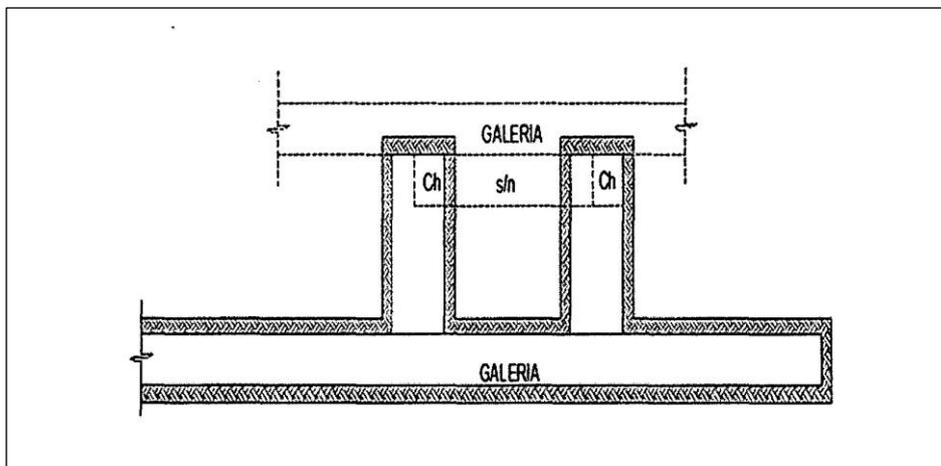


Figura 13. Chimeneas en H

Fuente: Área de operaciones Compañía Brexia Gold Plata S.A.C.

### 3.3. INSTALACIÓN DE PUNTALES DE AVANCE

Se procede de la siguiente manera según los estándares de la mina:

- El personal realizará el picado de patilla usando una comba de 6 libras y punta diamantada, en algunos casos se dará uso a la máquina perforadora, se colocará 2 redondos de 4" de diámetro, tendrá que ser bloqueado los puntales usando la comba de 6 libras, tener en cuenta que esto servirá de base para poder colocar los siguientes puntales de avance.
- Durante el ascenso de la chimenea simple se tendrá que colocar 2 tablas de 2" x 8" x ancho de sección en todo el puntal de avance.
- La colocación de los puntales tendrá que ser perpendicular a las cajas.
- Los puntales de avance en chimeneas simples serán colocados a 1 m y los puntales de línea serán colocados a 1.5 m.

- Los puntales de avance tendrán que ser colocados dejando una luz 0.10 m hacia el hastial para cada lado.
- Una vez colocado el puntal de avance se tendrá que bloquear con la comba de 6 libras de arriba hacia abajo.
- La colocación de la plataforma de perforación será usando tablas de 2" x 8" x ancho de sección y se colocaran perpendicular a los puntales de avance. (ver Figura 15)

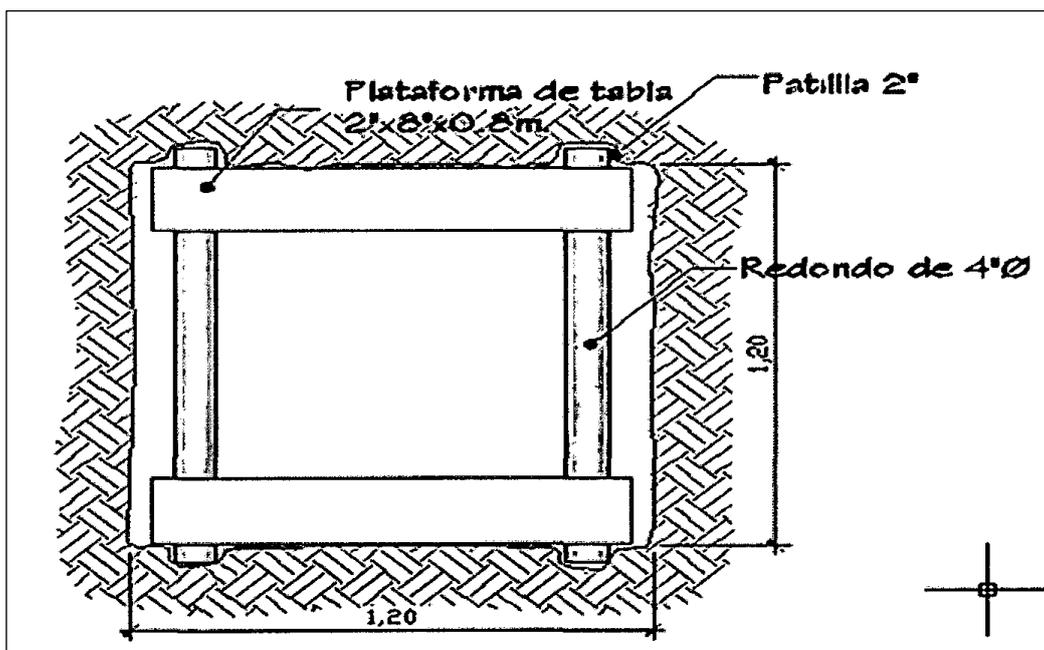


Figura 14. Colocación de puntales y tablas.

Fuente: Área de operaciones Brexia Gold Plata S.A.C

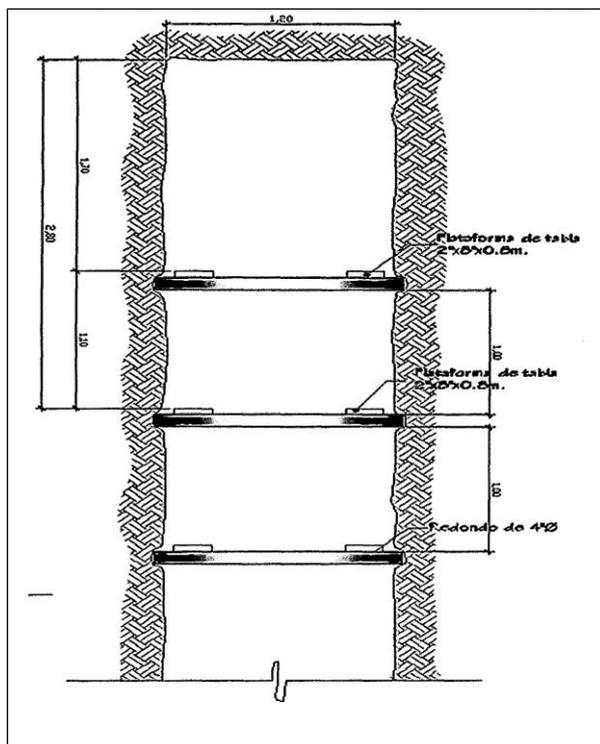


Figura 15. Colocación de puntales de avance.

Fuente: Área de operaciones Brexia Gold Plata S.A.C.

En la Figura 16 se muestra la colocación de plataforma de madera en chimeneas subverticales.

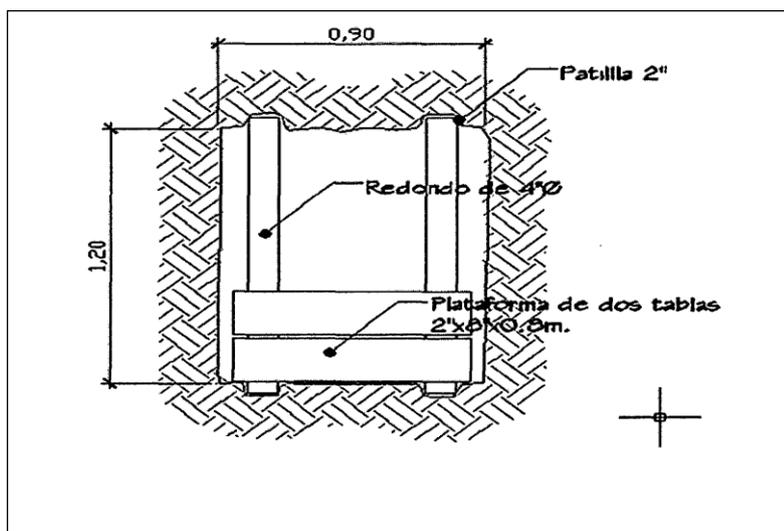


Figura 16. Instalación de plataforma de perforación.

Fuente: Área de operaciones Brexia Gold Plata S.A.C

### 3.4. HABILITACIÓN DE CAMINOS EN CHIMENEAS CONVENCIONALES

Se procede de la siguiente manera según los estándares de la mina:

- La sección de chimenea de un solo compartimiento será de 1.5 m x 1.5 m como se muestra en la Figura 17.
- Las escaleras de 3 m serán colocadas en chimeneas simples y las escaleras de 4 m serán colocados en buzón camino para el correcto colocado de las escaleras (ver Figura 18)
- Los Puntales de avance son de 6" de diámetro, para su colocación debe contar con una patilla de 2" como mínimo y ser bloqueado con una comba de 6 libras.
- Para la instalación de la plataforma de los descansos se usara listones de 3" x 2" x la longitud (esta longitud es variada).
- Los descansos serán instalados a cada 2.50 m.
- El acceso para el personal en los descansos será de 0.6 m x 0.80 m que servirá para el traslado de materiales sin ninguna dificultad.
- Todas las escaleras colocadas en el camino deben tener un ángulo de 80° y debe pasar dos peldaños sobre el descanso superior.
- La instalación de las escaleras debe ser aseguradas con clavos de 6" en forma de L en los extremos y en la base de la escalera.
- En los caminos finalizados las escaleras tienen que ser enumeradas.

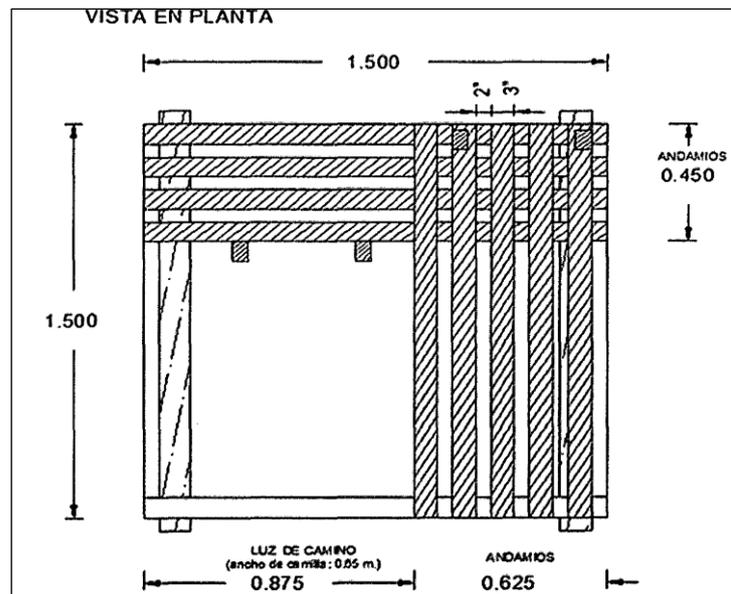


Figura 17. Plataforma de descanso

Fuente: Área de operaciones Brexia Gold Plata S.A.C

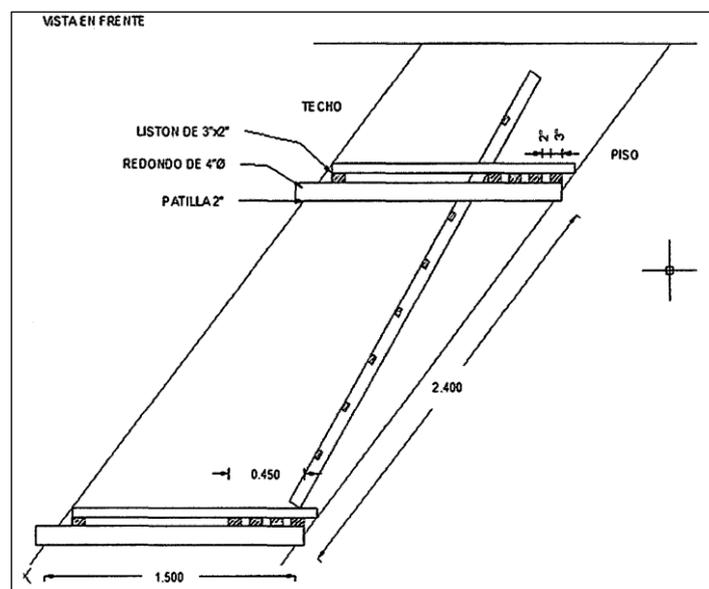


Figura 18. Colocación de escalera.

Fuente: Área de operaciones Brexia Gold Plata S.A.C.

### 3.5. CHIMENEAS DE DOBLE COMPARTIMIENTO

Se procede de la siguiente manera según los estándares de la mina, (ver Figura 19).

- Las chimeneas de doble compartimiento tendrán una sección de 1.20 m x 2.40 m y se avanzara 8 m como mínimo para luego proceder al armado de la tolva de madera y el camino.
- Contando con avance de 8 m se detendrá el avance y se iniciará con el entablado del buzón y habilitado de camino.
- Durante el avance se tendrá que colocarse puntales de 8" diámetro x 1.50 m de longitud que serán denominados puntales de línea.
- En el entablado de buzón se usará Tablas de 2" x 8" x 2.40 m de longitud.
- La colocación de las escaleras cuya longitud serán de 3 m.
- Se tendrá que usar descansos de tablas de 2" x 8" x 1.50 m para la base de la escalera.
- Para la plataforma de perforación se tendrá que asegurar todas las tablas para evitar accidentes.
- Todas las escaleras colocadas en las chimeneas tendrán que ser aseguradas usando clavos de 6" las cuales serán señalizadas para seguridad del personal.

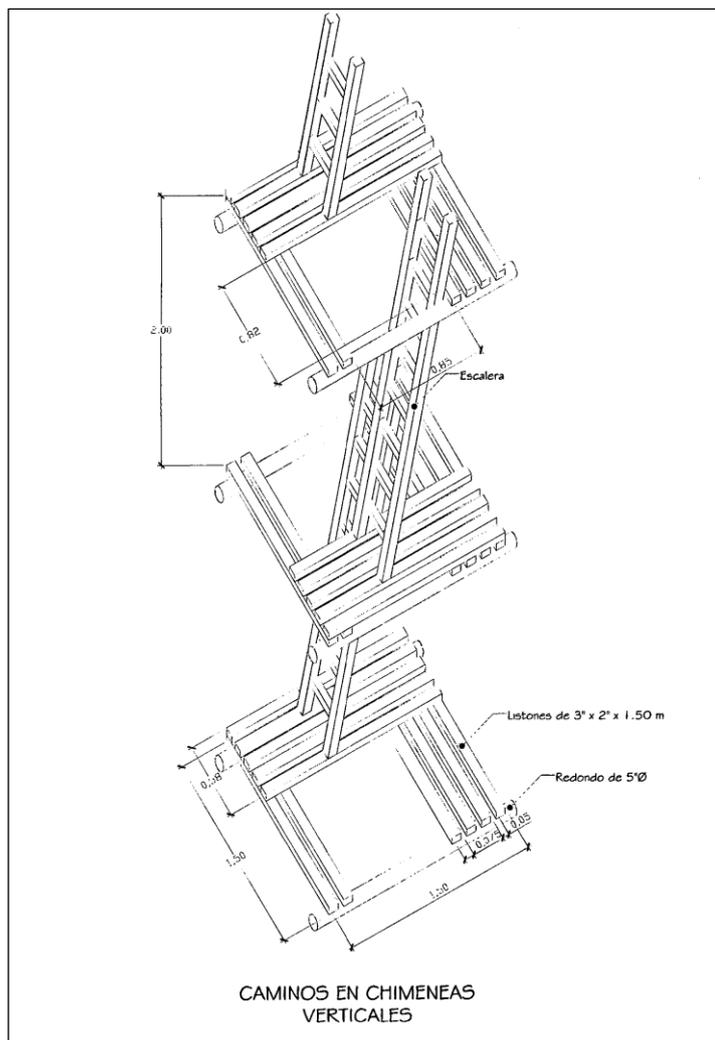


Figura 19. Chimenea convencional isométrico

Fuente: Área de operaciones Brexia Gold Plata S.A.C

### 3.6. CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS CON EL EMPLEO DEL SISTEMA PLATAFORMA ESCALERA METÁLICA

Se denomina chimeneas a labores inclinadas o verticales que se ejecutan usando plataformas y escaleras metálicas, con el propósito de dar rapidez a la preparación de los blocks de los tajos, por la versatilidad del empleo de este sistema de plataformas y escaleras metálicas se construirán chimeneas para ventilación, también se podrá realizar echaderos de Ore pass, Fill pass, chimeneas de servicio, drenaje, pilotos para realizar voladuras de gran volumen. La

preparación para iniciar este sistema de plataformas y escaleras metálicas no requiere cámaras ni labores de gran longitud.

El empleo del Sistema Plataforma Escalera Metálica. El uso de madera es mínimo, por lo que este sistema es metálico.

Durante la ejecución de la chimenea se usa accesorios metálicos, donde se cuenta con plataformas móviles y de fácil transporte.

El Sistema de Plataforma Escalera Metálica tiene mayor rendimiento en avance lográndose realizar hasta dos disparos por día, esto se debe a que no se tiene que picar patilla y colocar puntales para la siguiente voladura.

Este sistema de Plataforma Escalera Metálica es de fácil transporte e instalación por tener elementos metálicos reusables permitiendo ser recuperados al finalizar el trabajo.

La experiencia del empleo del Sistema Plataforma Escalera Metálica, lograda en diferentes minas, ha demostrado que es versátil y maniobrable, sobre todo, brinda condiciones de seguridad al personal, mostrando menor costo en los programas de desarrollo y preparación.

### **3.7. PROPÓSITOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS AL EMPLEAR EL SISTEMA PLATAFORMA ESCALERA METÁLICA**

- El uso de madera a emplear es mínimo debido a que este sistema es metálico.
- El propósito del Sistema Plataforma Escalera Metálica, es el menor consumo de madera y dar velocidad a la preparación de chimeneas para poder formar bloks y así explotar los tajos.
- Reducir costos en el empleo de madera, ejecutar la chimenea empleando menos tareas.

- Tiene mayor eficiencia en los avances, lográndose realizar hasta dos disparos por día.

En la construcción de chimeneas de mayor longitud se tendrá que desarrollar chimeneas paralelas (H), que serán unidos a través de sub niveles cada 20 m (ver Figura 20).

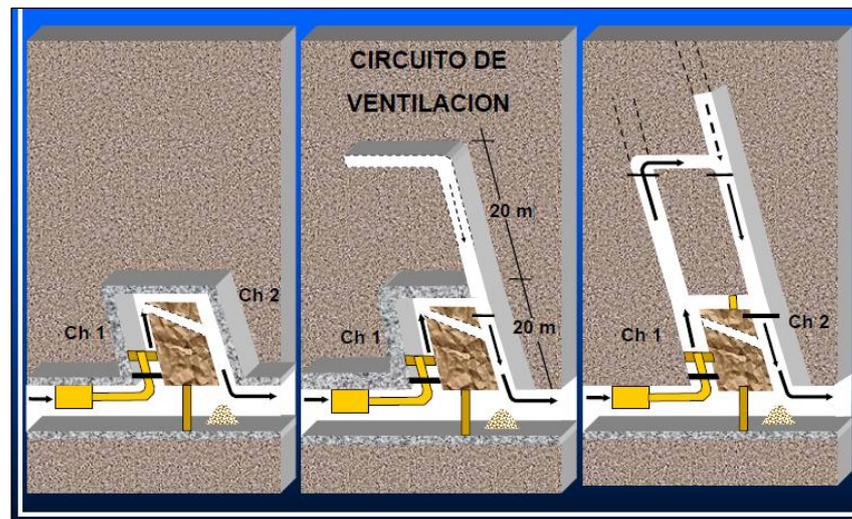


Figura 20. Chimeneas desarrolladas en "H".

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

El empleo del sistema de plataformas y escaleras metálicas siendo versátil se puede ejecutar piques inclinados, chimeneas en rocas estéril, chimeneas sobre vetas, chimeneas para ventilación, chimeneas para servicios, chimeneas drenajes, etc.

Para la ejecución se tiene que tener en cuenta un RQD de 60 que equivale en el sistema Q de Barton a 6, representando en la tabla de clasificación del macizo rocoso una roca buena.

Para realizar la perforación con este sistema de plataforma y escaleras metálicas se tiene que tener dos plataformas, una de perforación y la otra que servirá como plataforma de seguridad, estas serán anclados con fierro corrugado

de 1", cuyo anclaje tendrá que ser colocado con una inclinación de 75°, en cada plataforma se tendrá que colocar tablas dependiendo de la sección. (ver Figura 21).

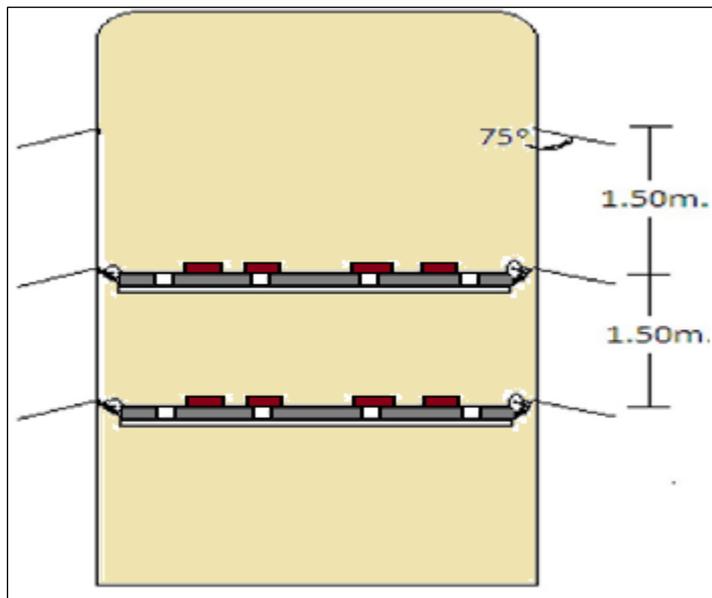


Figura 21. Colocación de Plataformas

Fuente: Elaboración ATR Contratistas mineros.

### 3.8. VERSATILIDAD DEL EMPLEO DEL SISTEMA PLATAFORMA ESCALERA METÁLICA

La versatilidad que nos ofrece el sistema de plataformas y escaleras metálicas son (ver Figura 22):

- Peso liviano.
- Traslado ligero.
- Fácil colocación.
- Maniobrable en espacios confinados.
- Fácil desmóntale.
- Reutilizable y reciclable.

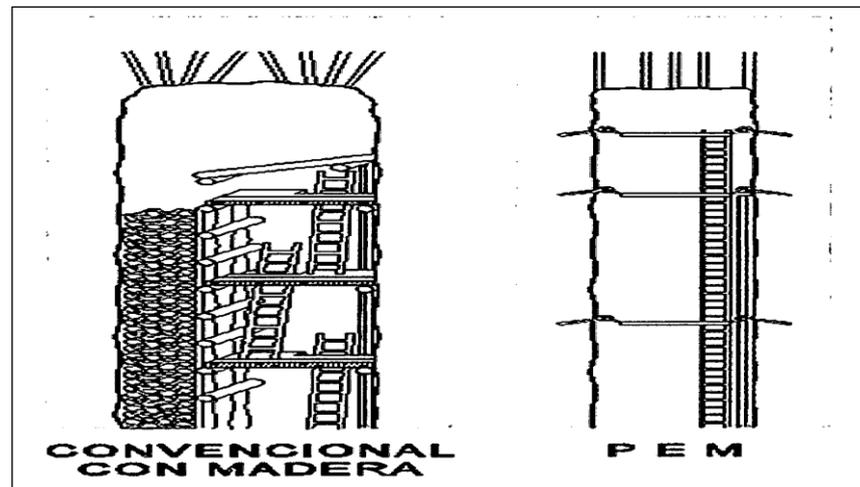


Figura 22. Chimeneas convencional y uso de Plataformas y escaleras metálicas,  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.9. ELEMENTOS DEL SISTEMA PLATAFORMA ESCALERA METÁLICA.

Está compuesto por elementos metálicos fabricados con acero estructural tipo A 36 KFI .

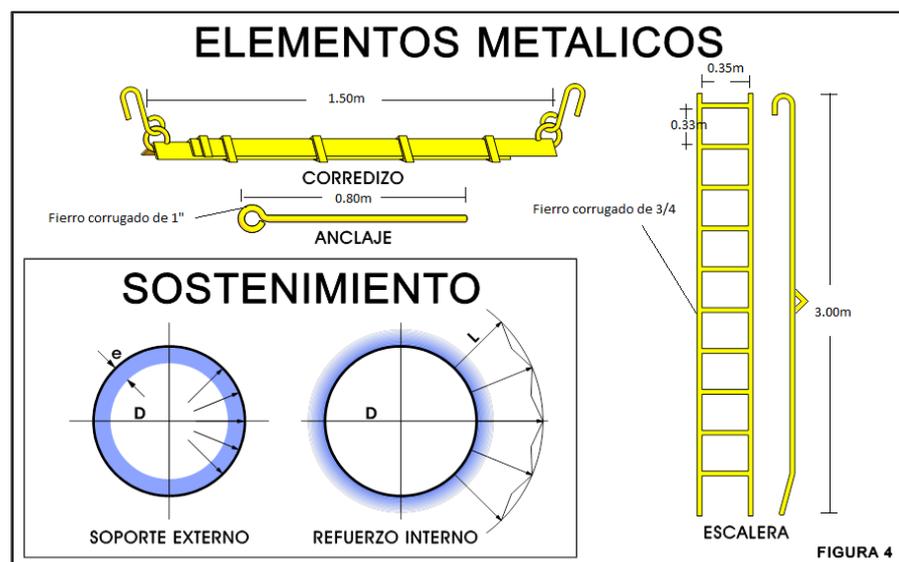


Figura 23. Elementos Plataformas y escaleras metálicas  
Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

#### A. Corredizos y plataforma de operación

- Consta de una de dos plataformas, una de seguridad y otra de perforación, con un peso de 100 kg.

- Se usa 4 juegos, 2 para la plataforma de perforación y 2 de seguridad, son corredizos extensibles fabricados de ángulos de  $\frac{1}{4}$ " x 3". (ver Figura 24).

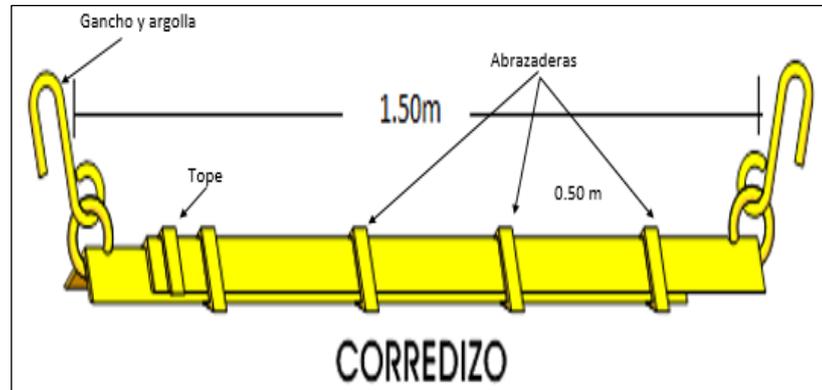


Figura 24. Corredizo de plataforma.

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

- Los anclajes son de fierro corrugado de 1" para cada ciclo de operación se coloca un conjunto de 4 anclajes perforados sub horizontales en los hastiales de la labor con una longitud de 0.8 m.
- La plataforma de perforación en caso sufra algún daño o se rompe durante la ejecución de la actividad el personal cae en la plataforma de seguridad sin sufrir ningún daño. (ver Figura 25)

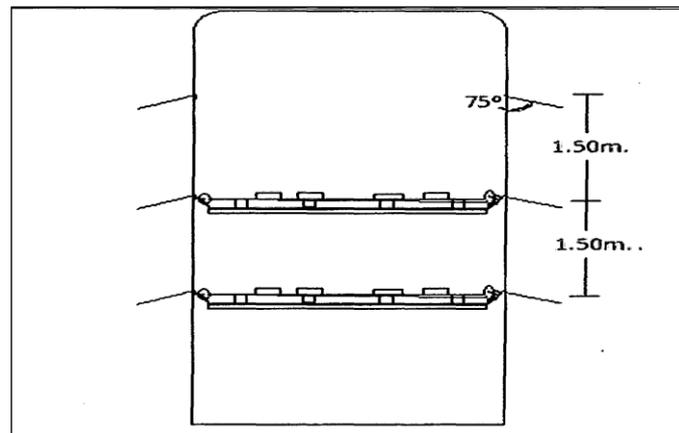


Figura 25. Plataforma de trabajo y seguridad, en perfil.

Fuente: Elaboración propia

## B. Escalera metálica.

- Están fabricadas de fierro corrugado de  $\frac{1}{4}$ " ancladas en los anclajes centrales que tienen una longitud de 3 m, las escaleras metálicas no son retirados para realizar la voladura, cuya medida son de 3 m (ver Figura 26).

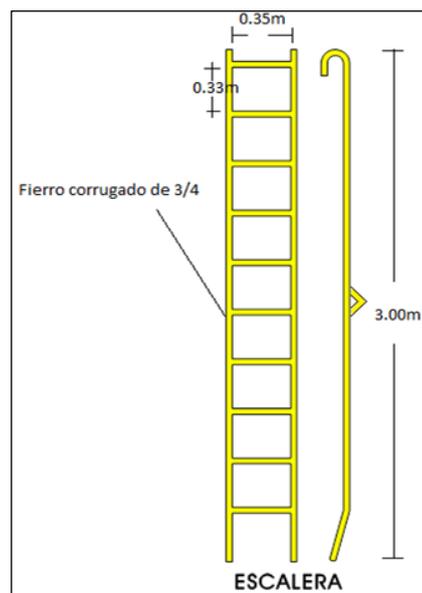


Figura 26. Corredizo de plataforma.

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

### C. Anclaje Metálico.

- Son de fierro corrugado de 1" para cada ciclo de trabajo se coloca 4 anclajes. (ver Figura 27).

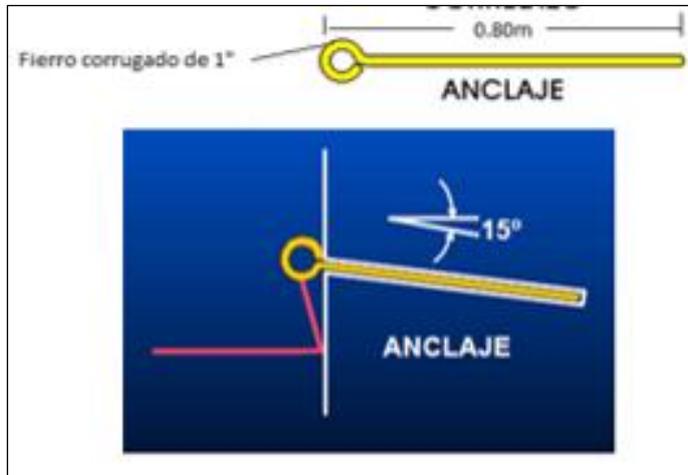


Figura 27. Anclaje metálico.

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

### 3.10. SECUENCIA OPERACIONAL.

Durante la operación de perforación y voladura no se requiere picar patilla ni colocar puntales de línea en la Figura 28 demuestra el orden de operación en una chimenea de plataforma escalera metálica.

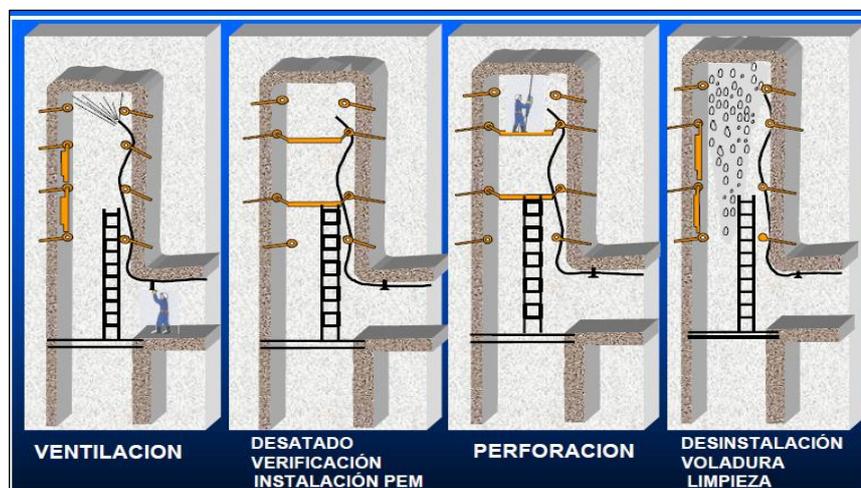


Figura 28. Secuencia operacional.

Fuente: Elaboración propia

El proceso comprende dos etapas que son:

- Perforación y voladura.
- Enmaderado de doble compartimiento.

En la Figura 29 se muestra los procedimientos que se debe realizar en el empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica.

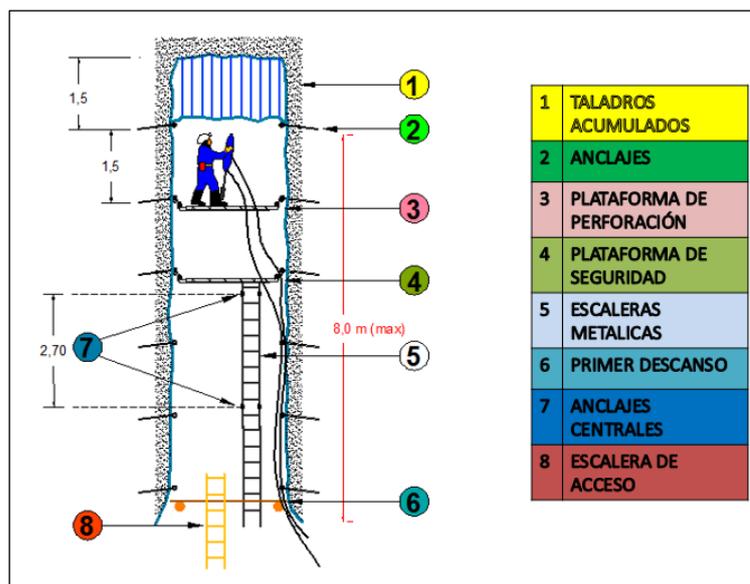


Figura 29. Secuencia operacional.

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

#### A. *Perforación y voladura*

1. Una vez iniciada el avance de la chimenea empleando Sistema Plataforma Escalera Metálica de doble compartimiento, de una sección de 2.10m x 1.50m, la altura máxima desde la corona de la labor base al tope de la chimenea es de 10m, donde se hace un corte temporal al avance para dar inicio a los trabajos de madera del doble compartimiento.

La Figura 30 nos muestra la perforación completa de la chimenea, que queda con taladros acumulados.

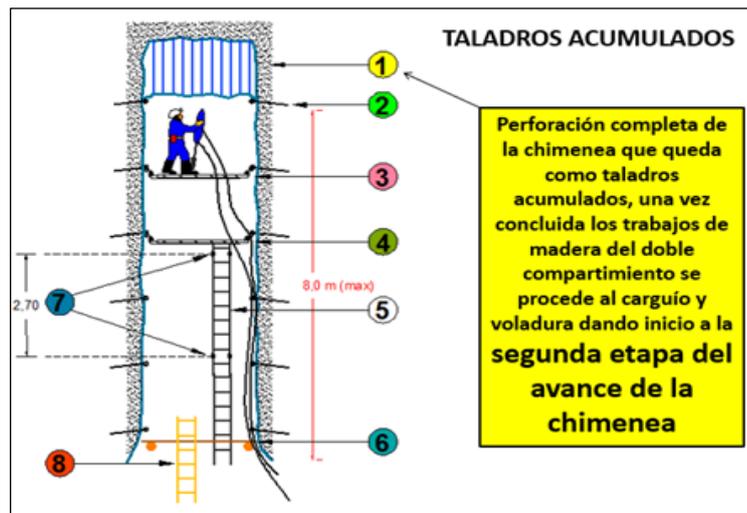


Figura 30. Taladros acumulados

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

2. **Los anclajes**, son de fierro corrugado de 1", para cada ciclo de operación se coloca un conjunto de 04 anclajes perforados sub horizontales en los hastiales de la labor con una longitud de 0.80m (ver Figura 31)

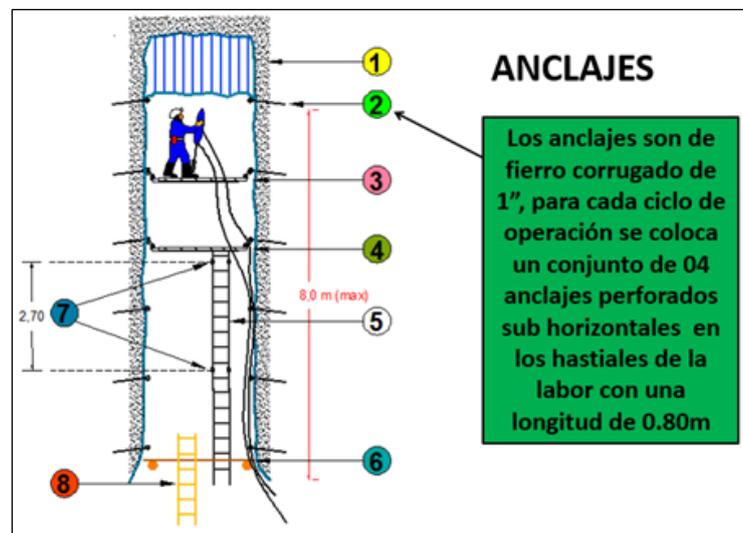


Figura 31. Anclajes

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

3. **Plataforma de perforación**, son corredizos extensibles fabricados de ángulos de  $\frac{1}{4}$ " x 3", sobre esta plataforma es instalada la máquina perforadora (ver Figura 32)

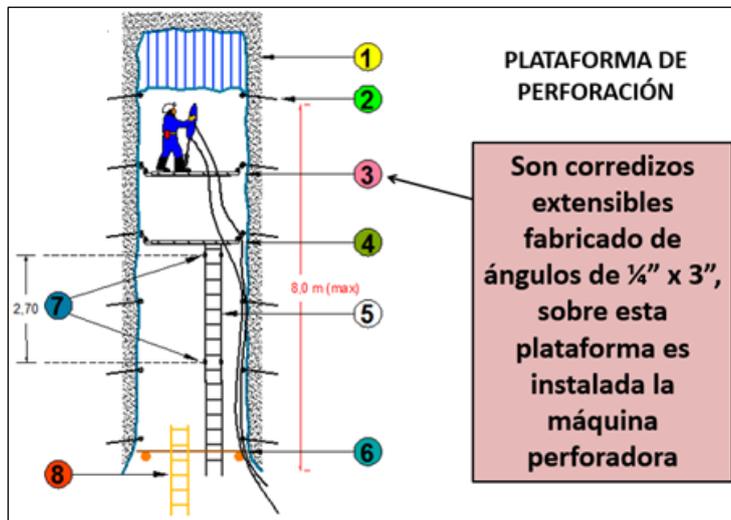


Figura 32. Plataforma de perforación

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

4. **Plataforma de seguridad**, el avance de chimeneas con el Sistema Plataforma Escalera Metálica es vital utilizar la plataforma de seguridad (ver Figura 33), tanto como en el desate de rocas como en la perforación del frente, una vez concluida el carguío del frente se descuelga para la voladura final.

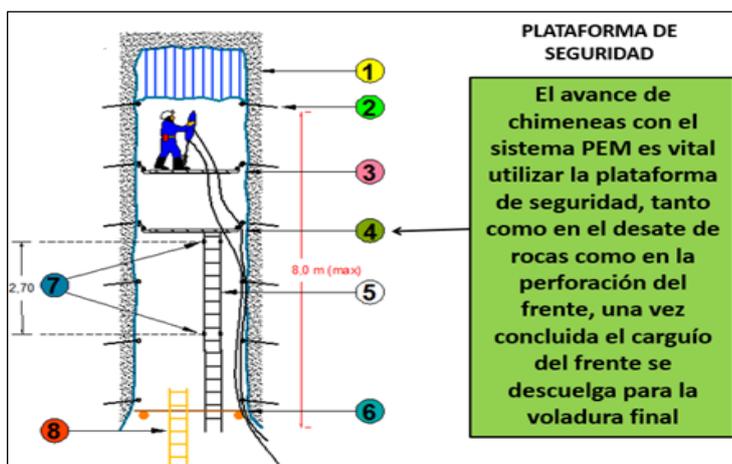


Figura 33. Plataforma de seguridad

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

5. **Escaleras metálicas**, están confeccionadas de fierro corrugado de  $\frac{3}{4}$ " ancladas en los anclajes centrales tienen una longitud de 3m (ver Figura 34).

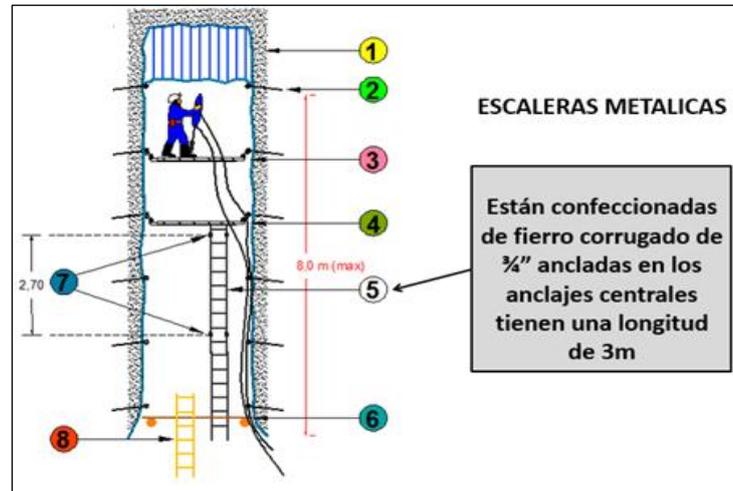


Figura 34. Escaleras metálicas

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

6. **Primer descanso**, este descanso es parte de la chimenea de vital importancia para visualizar el tope de la chimenea y sirve para que los de topografía realicen su trabajo (ver Figura 35).

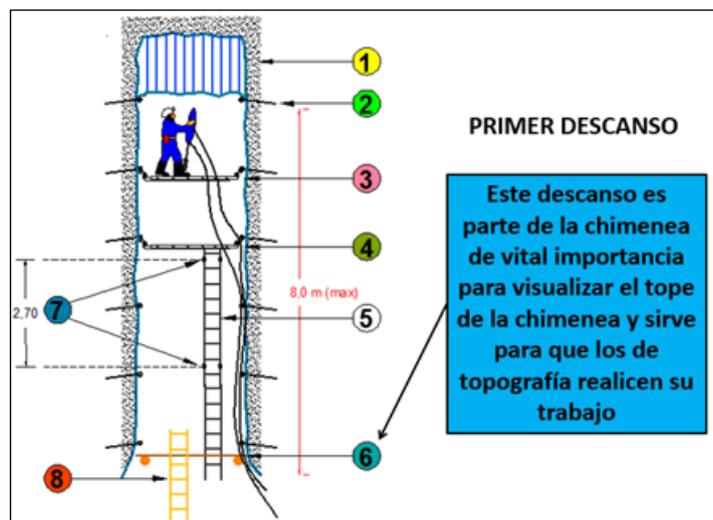


Figura 35. Primer descanso

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

7. **Anclajes centrales**, estos anclajes instalados en la caja piso de la chimenea sirve para anclar a la escalera metálica y que se convierte en la escalera camino temporal solo para el avance de la chimenea de la primera etapa (10m) (ver Figura 36).

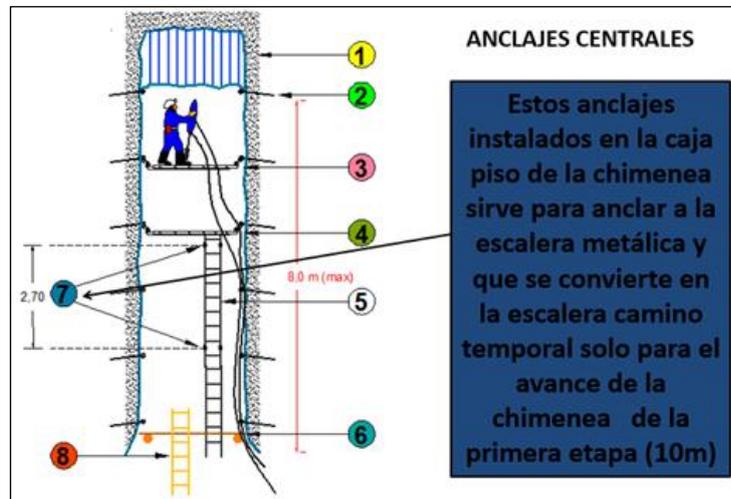


Figura 36. Anclajes centrales

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

8. **Escalera de acceso**, esta escalera de madera es la de acceso a la labor móvil puesto que para la voladura final es retirado (ver Figura 37).

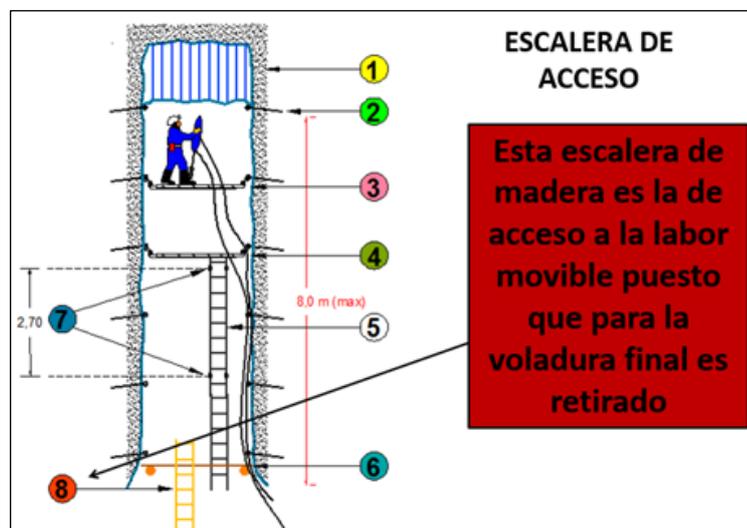


Figura 37. Escalera de acceso

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

## B. Enmaderado del doble compartimiento

1. Guarda cabeza, es la plataforma con tablas que sirve proteger la caída de rocas (ver Figura 38).

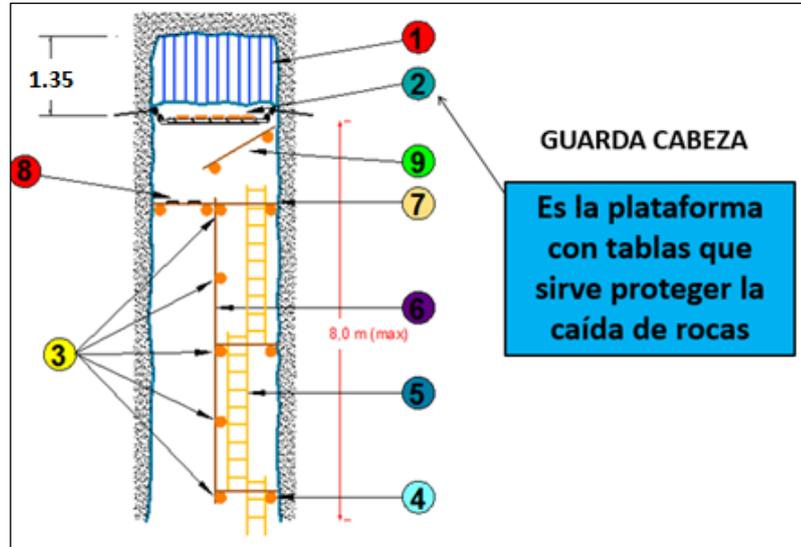


Figura 38. Guarda cabeza

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

2. **Los puntales en línea**, son colocados en la parte central de la chimenea distantes de 1.50m entre los puntales, de un diámetro mínimo de 5" (ver Figura 39).

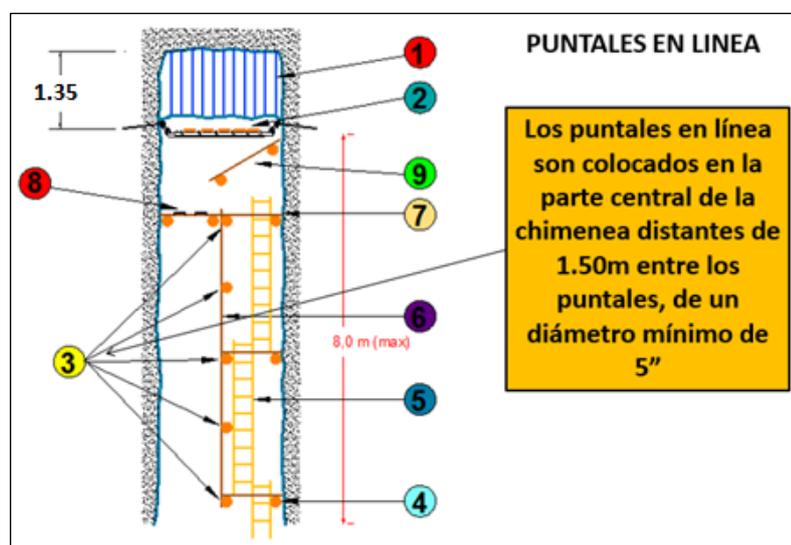


Figura 39. Puntales en línea

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

3. **Primer descanso**, es el inicio del camino de la chimenea diseñados de acuerdo a los estándares establecidos (ver Figura 40)

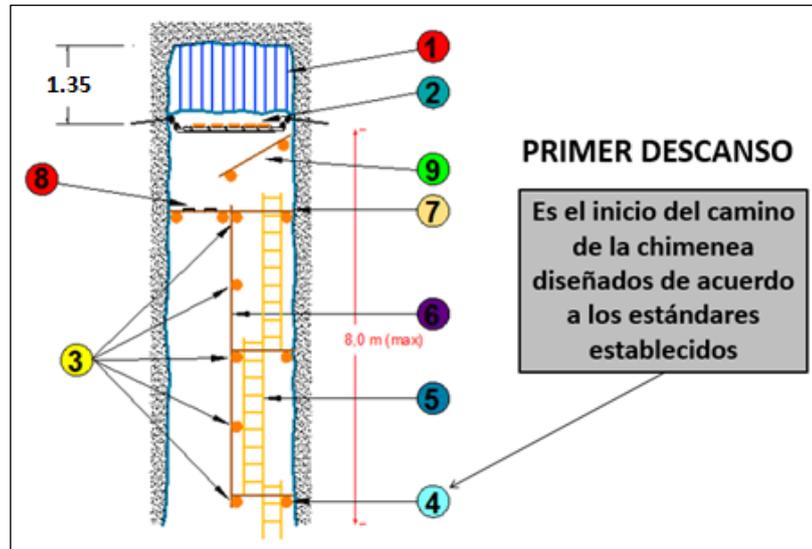


Figura 40. Primer descanso

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

4. **Escaleras**, son de madera de una longitud de 4m, colocados en forma alterna a lo largo de la chimenea (ver Figura 41).

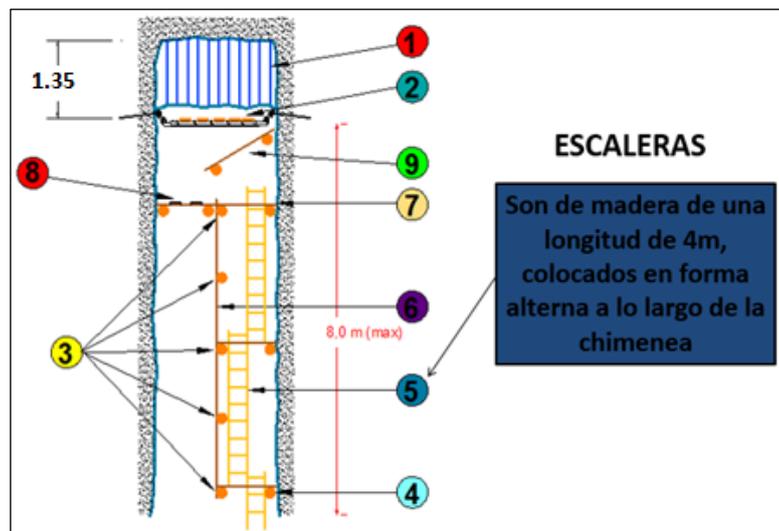


Figura 41. Escaleras de madera

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

5. **El entablado**, se realiza con tablas de 2"x8"x3m, el personal para la ejecución del trabajo tiene que hacer uso de su arnés de seguridad y estar anclado en todo momento (ver Figura 42).

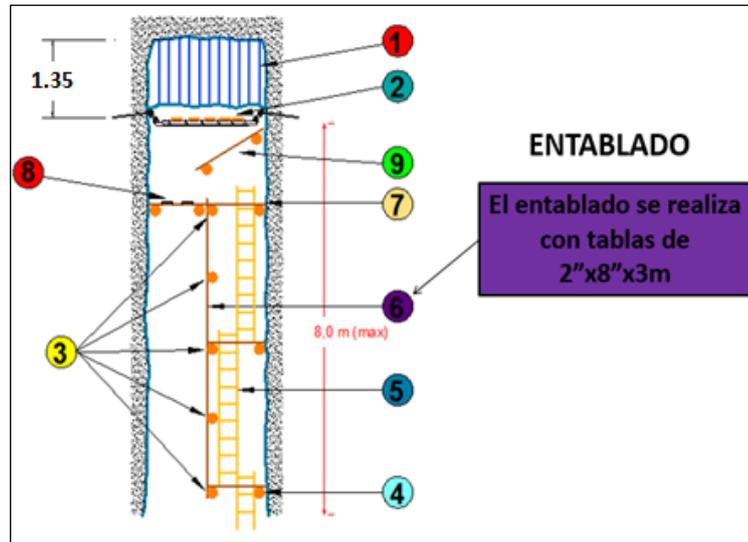


Figura 42. Entablado

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

6. **Descanso de acceso al frente**, es el descanso por donde se ingresa a la chimenea que también sirve para colocar a buen recaudo la máquina perforadora y herramientas después de terminar la perforación (ver Figura 43)

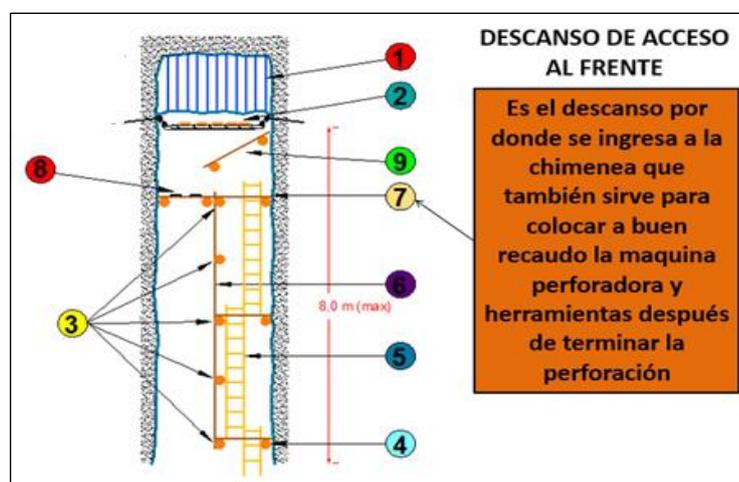


Figura 43. Descanso de acceso al frente

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

7. **Parrilla**, para dar inicio a la segunda etapa de avance de la chimenea es vital colocar la parrilla de rieles de acuerdo a los estándares establecidos (ver Figura 44)

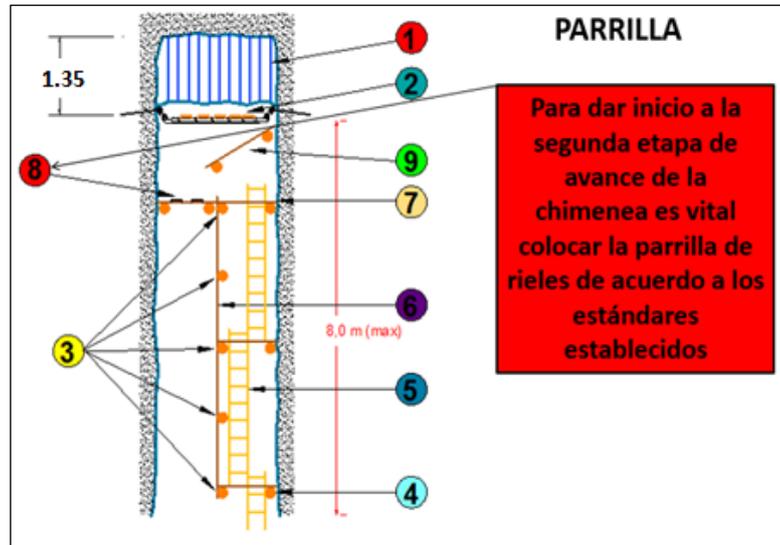


Figura 44. Parrilla

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

8. **Ranfla**, es colocado casi al tope de la chimenea con el objetivo de desviar la carga hacia el chute (ver Figura 45).

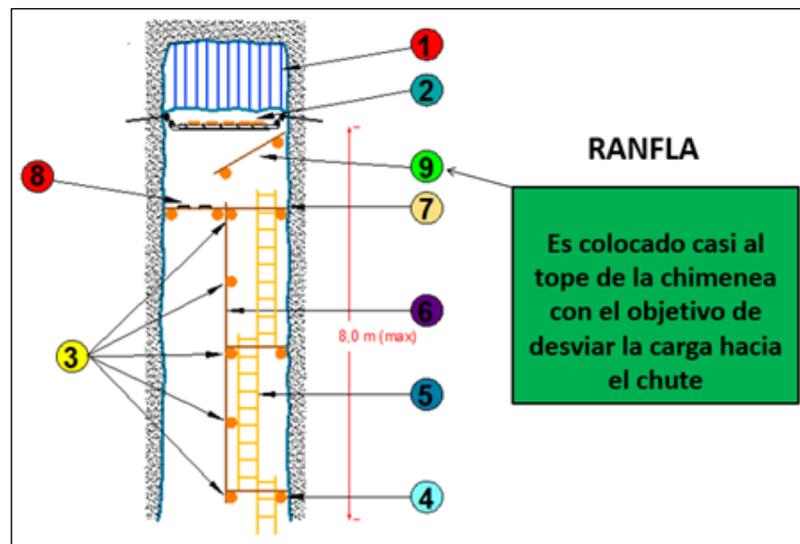


Figura 45. Ranfla

Fuente: Elaboración de ATR contratista minero.

### 3.11. RESULTADOS ENTRE CHIMENEAS EMPLEANDO EL SISTEMA PLATAFORMA ESCALERA METÁLICA COMPARANDO CON CHIMENEAS CONVENCIONAL

Los cálculos obtenidos se presentan en el Cuadro 3, indican los avances por disparo, habilitado de camino y entablado de buzón, empleando el Sistema Plataforma Escalera Metálica, se realiza la perforación y voladura avanzando el primer tramo de 8 m, concluido los 8m el personal comienza con la habilitación del camino y entablado de buzón y se continua con la misma secuencia hasta concluir el proyecto.

Cuadro 3. *Secuencia operacional mensual con plataformas y escaleras metálicas*

DIA	TURNO	ACTIVIDAD	AVANCE	DIA	TURNO	ACTIVIDAD	AVANCE	DIA	TURNO	ACTIVIDAD	AVANCE
1	D	PV	1.35	11	D	PV	1.35	21	D	PV	1.35
	N	PV	1.35		N	PV	1.35		N	PV	1.35
2	D	PV	1.35	12	D	PV	1.35	22	D	PV	1.35
	N	PV	1.35		N	PV	1.35		N	PV	1.35
3	D	PV	1.35	13	D	PV	1.35	23	D	PV	1.35
	N	PV	1.35		N	PV	1.35		N	PV	1.35
4	D	MADE		14	D	MADE		24	D	MADE	
	N	MADE			N	MADE			N	MADE	
5	D	MADE		15	D	MADE		25	D	MADE	
	N	MADE			N	MADE			N	MADE	
6	D	PV	1.35	16	D	PV	1.35	26	D	PV	1.35
	N	PV	1.35		N	PV	1.35		N	PV	1.35
7	D	PV	1.35	17	D	PV	1.35	27	D	PV	1.35
	N	PV	1.35		N	PV	1.35		N	PV	1.35
8	D	PV	1.35	18	D	PV	1.35	28	D	PV	1.35
	N	PV	1.35		N	PV	1.35		N	PV	1.35
9	D	MADE		19	D	MADE		29	D	PV	1.2
	N	MADE			N	MADE			N	MADE	
10	D	MADE		20	D	MADE		30	D	MADE	
	N	MADE			N	MADE			N	MADE	

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 3 nos muestra la secuencia operacional realizada en la construcción de una chimenea convencional, donde en los 10 primeros metros se cumple el ciclo de minado de perforación, voladura y colocación de puntal de línea, el quinto día se realiza el entablado de buzón y habilitado de camino.

Llegando a los 15 m el ciclo de minado varía en que una guardia coloca puntal de línea y la guardia siguiente realiza perforación y voladura, este ciclo continuo hasta la finalización del proyecto.

En el Cuadro 4 se muestra la secuencia operacional mensual realizada con sistema convencional, teniendo como resultado la ejecución de la chimenea en un periodo de 33 días.

Cuadro 4. *Secuencia operacional mensual chimenea convencional.*

DIA	TURNO	ACTIVIDAD	AVANCE												
1	D	PV	1.35	11	D	PV	1.35	21	D	PV	1.35	31	D	PV	1.35
	N	PV	1.35		N	MADE			N	MADE			N	MADE	
2	D	PV	1.35	12	D	PV	1.35	22	D	PV	1.35	32	D	PV	1.35
	N	PV	1.35		N	MADE			N	MADE			N	MADE	
3	D	PV	1.35	13	D	PV	1.35	23	D	PV	1.35	33	D	PV	1.2
	N	PV	1.35		N	MADE			N	MADE			N	MADE	
4	D	PV	1.35	14	D	PV	1.35	24	D	PV	1.35				
	N	PV	1.35		N	MADE			N	MADE					
5	D	MADE		15	D	PV	1.35	25	D	PV	1.35				
	N	MADE			N	MADE			N	MADE					
6	D	PV	1.35	16	D	PV	1.35	26	D	PV	1.35				
	N	PV	1.35		N	MADE			N	MADE					
7	D	PV	1.35	17	D	PV	1.35	27	D	PV	1.35				
	N	MADE			N	MADE			N	MADE					
8	D	PV	1.35	18	D	PV	1.35	28	D	PV	1.35				
	N	MADE			N	MADE			N	MADE					
9	D	PV	1.35	19	D	PV	1.35	29	D	PV	1.35				
	N	MADE			N	MADE			N	MADE					
10	D	PV	1.35	20	D	PV	1.35	30	D	PV	1.35				
	N	MADE			N	MADE			N	MADE					

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 46 se aprecia la diferencia que existe en los procesos (días trabajados, habilitación de camino, número de disparos) entre chimenea convencional y el empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica.

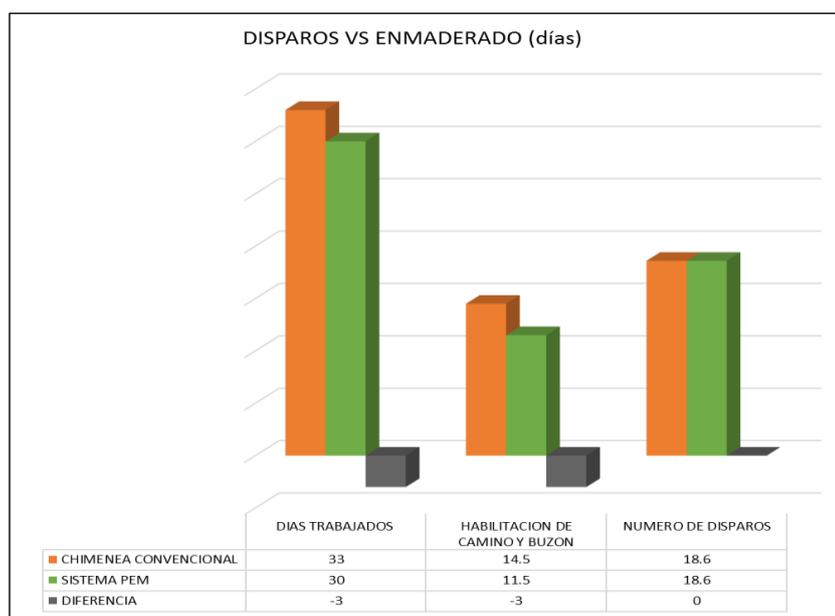


Figura 46. Disparos vs enmaderado

Fuente: Elaboración propia

**A. Rendimiento entre chimenea convencional y empleando el Sistema  
Plataforma Escalera Metálica.**

En la tabla 1 se muestra el rendimiento entre chimenea convencional y el empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica (en días trabajados, habilitación de camino, disparos realizados, puntales, listones, tablas y escaleras) empleadas en la ejecución de la chimenea.

Tabla 1. Rendimiento entre chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas

RENDIMIENTO ENTRE CHIMENEA CONVENCIONAL Y SISTEMA P.E.M.				
	CHIMENEA CONVENCIONAL	SISTEMA PEM	DIFERENCIA	UNIDADES
TOTAL DE AVANCE	49.8	49.8	0	m
DIAS TRABAJADOS	33	30	-3	días
HABILITACION DE CAMINO Y BUZON	14.5	11.5	-3	días
NUMERO DE DISPAROS	18.6	18.6	0	días
NUMERO DE PUNTALES	153	68	-85	und
NUMERO DE LISTONES	104	72	-32	und
NUMERO DE TABLAS	224	112	-112	und
NUMERO DE ESCALERAS	26	17	-9	und

Fuente: Elaboración propia

La Figura 47 muestra las diferencias que existen entre chimenea convencional y el empleo del sistema plataforma escalera metálica como son:

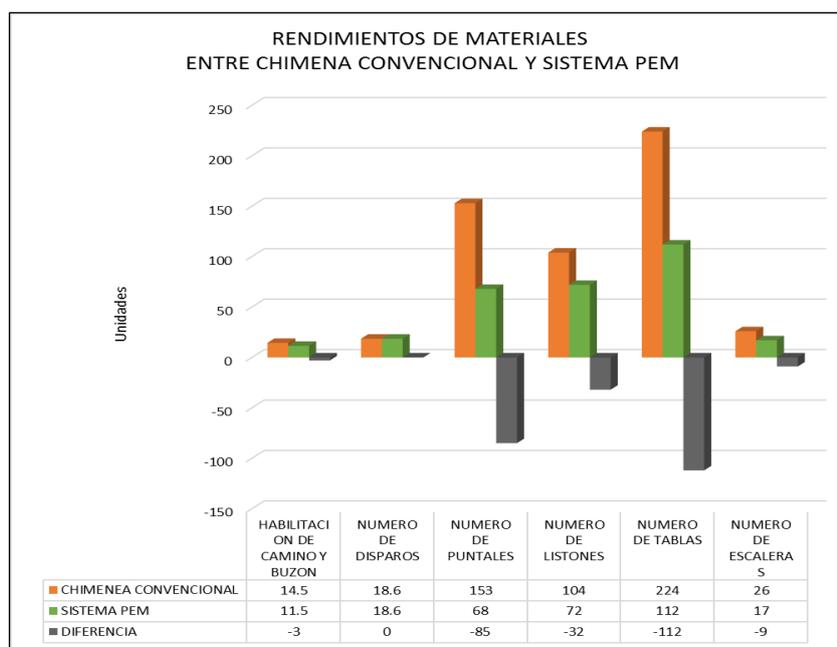


Figura 47. Rendimiento de materiales entre chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas

Fuente: Elaboración propia.

- Los puntales utilizados con la chimenea convencional son de 153, mientras que con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de 68, existiendo una diferencia de 85 puntales, que se ahorra al utilizar este sistema.
- Los listones utilizados con la chimenea convencional son de 104, mientras que con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de 72, existiendo una diferencia de 32 listones, que se ahorra al utilizar este sistema.
- Las tablas utilizadas con la chimenea convencional son de 224, mientras que con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de 112, existiendo una diferencia de 112 tablas, que se ahorra al utilizar este sistema.
- Las escaleras utilizadas con la chimenea convencional son de 26, mientras con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de 17, existiendo una diferencia de 9 escaleras, que se ahorra al utilizar este sistema.
- No existe diferencia en el número de disparos realizados en la ejecución de la chimenea ya que el block es de 50 m.

***B. Cálculo de costos de materiales entre chimenea convencional y empleando el Sistema Plataformas Escaleras Metálica.***

La tabla 2 muestra los costos de materiales obtenidos en la construcción de la chimenea, entre la chimenea convencional y el empleo del sistema plataforma escalera metálica, tienen una diferencia total de \$ 1535.65

Tabla 2. Costo de materiales entre chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas.

COSTOS DE MATERIALES ENTRE CHIMENEA CONVENCIONAL Y SISTEMA P.E.M.							
	CHIMENEA CONVENCIONAL			SISTEMA PEM			DIFERENCIA
	UNIDADES	PU	US\$	UNIDADES	PU	US\$	US\$
NUMERO DE PUNTALES	153	\$7.07	\$1,081.71	68	\$6.76	\$459.68	-\$622.03
NUMERO DE LISTONES	104	\$4.47	\$464.88	72	\$4.47	\$321.84	-\$143.04
NUMERO DE TABLAS	224	\$6.18	\$1,384.32	112	\$6.18	\$692.16	-\$692.16
NUMERO DE ESCALERAS	26	\$11.66	\$303.16	17	\$13.22	\$224.74	-\$78.42
<b>TOTAL DE MATERIAL</b>	<b>507</b>		<b>\$3,234.07</b>	<b>269</b>		<b>\$1,698.42</b>	<b>-\$1,535.65</b>

Fuente: Elaboración propia

La Figura 48 muestra las diferencias de los costos en materiales que existen entre chimenea convencional y el empleo del sistema plataforma escalera metálica, en la construcción de la chimenea, estas diferencias son las siguientes:

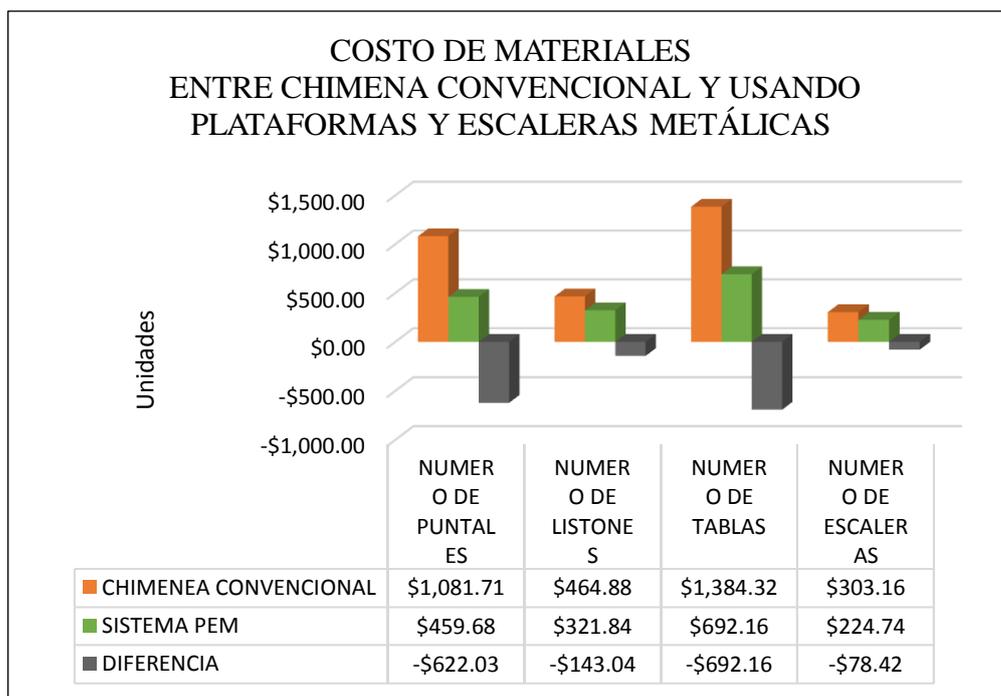


Figura 48. Costo de materiales entre chimenea convencional y usando Plataformas y escaleras metálicas

Fuente: Elaboración propia.

- El costo de puntales utilizados con la chimenea convencional es de \$ 1081.71, mientras que con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de \$ 459.68, existiendo una diferencia de \$ 622.3, que se ahorra al utilizar este sistema.

- El costo de listones utilizados con la chimenea convencional es de \$ 464.88, mientras que con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de \$ 321.84, existiendo una diferencia de \$ 143.04, que se ahorra al utilizar este sistema.
- El costo de tablas utilizados con la chimenea convencional es de \$ 1384.32, mientras que con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de \$ 692.16, existiendo una diferencia de \$692.16, que se ahorra al utilizar este sistema.
- El costo de escaleras utilizados con la chimenea convencional es de \$303.16, mientras con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de \$224.74, existiendo una diferencia de \$78.42, que se ahorra al utilizar este sistema.

***C. Cálculo de costos generales entre chimenea convencional y empleando el Sistema Plataformas Escaleras Metálicas***

En la Tabla 3 se muestra los costos obtenidos por cada actividad que se realiza para la construcción de chimenea, entre chimenea convencional y empleando el Sistema de Plataforma Escalera Metálica, teniendo una diferencia de \$ 3817.73

Tabla 3. Cálculo de costos generales entre chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas.

COSTOS GENERALES ENTRE CHIMENEA CONVENCIONAL Y SISTEMA P.E.M.							
	CHIMENEA CONVENCIONAL			SISTEMA PEM		DIFERENCIA	
		PU	US\$	PU	US\$	US\$	
COSTO DE PERFORACION Y VOLADURA	49.8	\$745.66	\$37,133.87	49.8	\$732.64	\$36,485.47	-\$648.40
COSTO DE PUNTAL EN LINEA	153	\$17.17	\$3,708.72	68	\$17.17	\$1,627.24	-\$2,081.48
COSTO DE ENTABLADO DE BUZON	32	\$7.88	\$1,636.48	16	\$7.88	\$818.24	-\$818.24
COSTO DE COLOCACION DE DESCANSO	26	\$5.04	\$595.92	18	\$5.04	\$412.56	-\$183.36
COSTO DE INSTALACION DE ESCALERAS	26	\$0.87	\$325.78	17	\$0.87	\$239.53	-\$86.25
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>\$43,400.77</b>			<b>\$39,583.04</b>	<b>-\$3,817.73</b>

Fuente: Elaboración propia

La Figura 49 muestra las diferencias de los costos obtenidos por cada actividad que se ejecuta para la edificación de chimenea, que existen entre chimenea convencional y el empleo del sistema plataforma escalera metálica, estas diferencias son las siguientes:

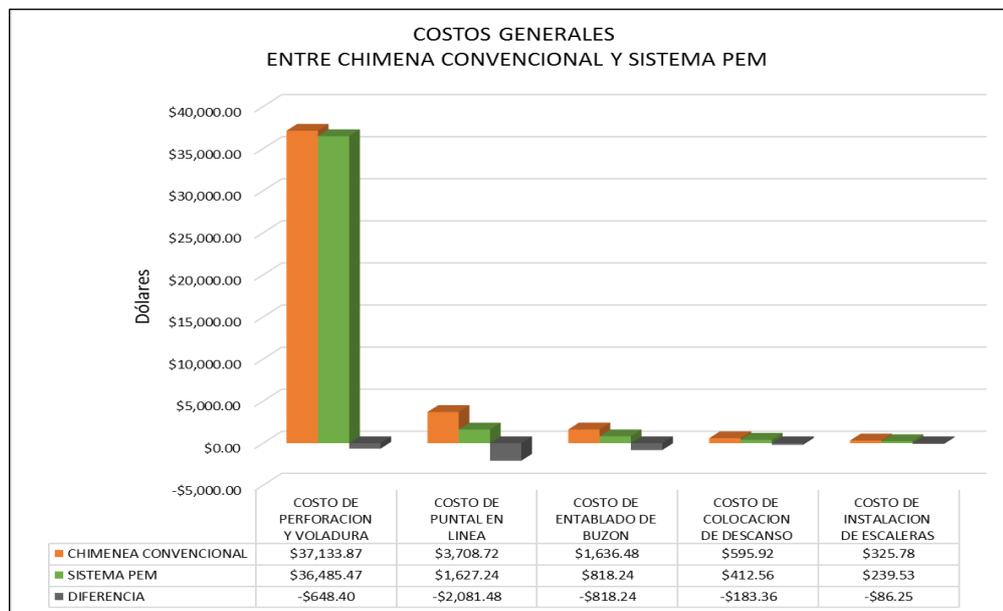


Figura 49. Cálculo costos generales entre chimenea convencional y usando Plataformas y escaleras metálicas

Fuente: Elaboración propia.

- El costo de perforación y voladura obtenidos con la chimenea convencional es de \$ 37133.87, mientras que con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de \$ 36485.47, existiendo una diferencia de \$ 648.40, que se ahorra al utilizar este sistema.
- El costo de puntales en línea obtenidos con la chimenea convencional es de \$ 3708.72, mientras que con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de \$ 1627.24, existiendo una diferencia de \$ 2081.48, que se ahorra al utilizar este sistema.
- El costo de entablado de buzón obtenido con la chimenea convencional es de \$ 1636.48, mientras que con el empleo del sistema

plataformas escaleras metálicas es de \$ 818.24, existiendo una diferencia de \$ 818.24, que se ahorra al utilizar este sistema.

- El costo de colocación de descanso obtenidos con la chimenea convencional es de \$ 595.92, mientras con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de \$ 412.56, existiendo una diferencia de \$ 183.36, que se ahorra al utilizar este sistema.
- El costo de colocación de escaleras obtenidos con la chimenea convencional es de \$ 325.78, mientras con el empleo del sistema plataformas escaleras metálicas es de \$ 239.53, existiendo una diferencia de \$ 86.25, que se ahorra al utilizar este sistema.

#### ***D. Cálculo de costos final entre chimenea convencional y empleando el Sistema Plataforma Escalera Metálica***

En la Figura 50 se muestra el costo final obtenido en la construcción de chimenea, entre chimenea convencional y empleando el Sistema de Plataforma Escalera Metálica, teniendo una diferencia total de \$ 3817.73

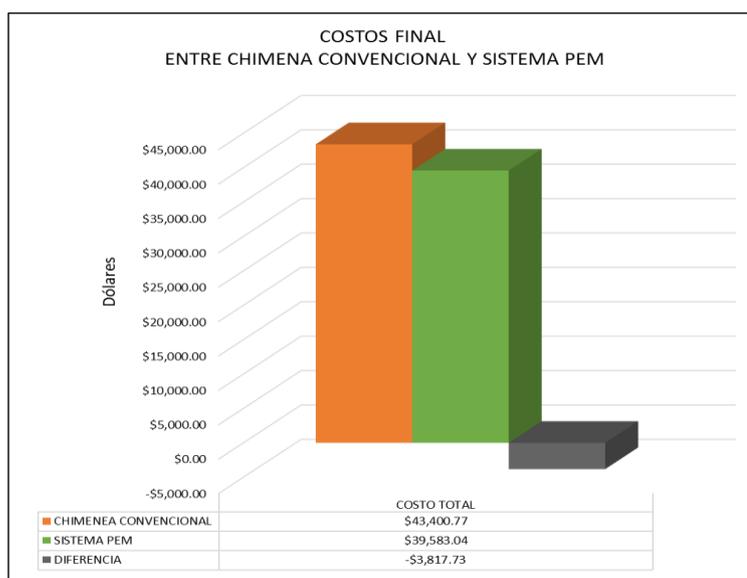


Figura 50. Cálculo de costos final entre chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas.

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV

### PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

#### 4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

- **Hipótesis Alterna**

“El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica optimiza la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017”

- **Hipótesis Nula**

“El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica no optimiza la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017”

Luego de realizar los análisis correspondientes con programa SPSS se tiene la siguiente tabla (ver Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costos_M_construccion_chimenea	0.357	60	0.000	0.778	60	0.000
Costos_M_sistema_PEM	0.383	60	0.000	0.717	60	0.000

Fuente: Elaboración propia SPSS

La Tabla 5 muestra los casos evaluados que son de 66 datos, teniendo una pérdida de 6 datos, esto se debe a que no se reportaron de forma adecuada.

Tabla 5. Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
<b>Costos_M_construccion_chimenea</b>	60	90.9%	6	9.1%	66	100.0%
<b>Costos_M_sistema_PEM</b>	60	90.9%	6	9.1%	66	100.0%

Fuente: Elaboración propia SPSS

También se muestra las estadísticas de los datos evaluados en el estudio (ver Tabla 6)

Tabla 6. Descripción de datos

	Descriptivos			
		Estadístico	Desv. Error	
<b>Costos_F_construccion_chimenea</b>	Media	665.2152	58.54433	
	95% de intervalo	Límite inferior	548.0683	
		Límite superior	782.3622	
	Media recortada al 5%	671.5724		
	Mediana	1002.9127		
	Varianza	205646.324		
	Desv. Desviación	453.48244		
	Mínimo	72.72		
	Máximo	1196.55		
	Rango	1123.83		
	Rango intercuartil	910.45		
	Asimetría	-0.277	0.309	
	Curtosis	-1.917	0.608	
	<b>Costos_F_Sistema_PEM</b>	Media	659.2289	53.92094
95% de intervalo		Límite inferior	551.3334	
		Límite superior	767.1245	
Media recortada al 5%		670.3779		
Mediana		974.4112		
Varianza		174448.054		
Desv. Desviación		417.66979		
Mínimo		94.71		
Máximo		1018.37		
Rango		923.66		
Rango intercuartil		843.21		
Asimetría		-0.490	0.309	
Curtosis		-1.810	0.608	

Fuente: Elaboración propia SPSS

Se realizó la prueba de correlación entre las dos variables (ver Tabla 7)

Tabla 7. Prueba de correlación de variables

		Correlaciones	
		Costos_F_construccion_chimenea	Costos_F_Sistema_PEM
Costos_F_construccion_chimenea	Correlación de Pearson	1	0.096
	Sig. (bilateral)		0.467
	N	66	60
Costos_F_Sistema_PEM	Correlación de Pearson	0.096	1
	Sig. (bilateral)	0.467	
	N	60	60

Fuente: Elaboración propia SPSS

El resultado obtenido en la correlación de variables de Pearson  $r = 0.096$ , corresponde a una correlación positiva alta. También se realizó la prueba de muestras Pareadas como se muestra a continuación (ver Tabla 8).

Tabla 8. Prueba de Muestras emparejadas

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Costos_F_construccion_chimenea	665.2152	60	453.48244	58.54433
	Costos_F_Sistema_PEM	659.2289	60	417.66979	53.92094

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	Costos_F_construccion_chimenea & Costos_F_Sistema_PEM	60	0.096	0.467

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Costos_F_construccion_chimenea - Costos_F_Sistema_PEM	5.98628	586.38794	75.70236	-145.49378	157.46633	0.079	59	0.937

Fuente: Elaboración propia SPSS

Analizando en la Campana de Gauss los resultados obtenidos se muestran en la Figura 51.

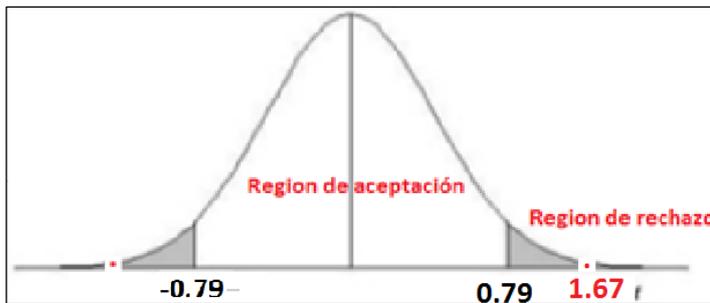


Figura 51. Curva de Gauss

Fuente: Elaboración propia SPSS.

**Conclusión estadística de la hipótesis:** como  $\text{Pearson } r = 0.096$  que es una correlación positiva alta y  $t = 0.79$  se obtiene un valor crítico de 1.67 (anexo) se observa que el valor obtenido está fuera del área de aceptación de la hipótesis nula, concluyendo con la aceptación de la hipótesis alternativa: “El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica optimiza la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017”.

#### 4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- **Hipótesis específica 1**
- **Hipótesis Alterna**

“El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en los costos de construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017”

- **Hipótesis Nula**

“El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica no influye en los costos de construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017”

A continuación, la tabla descriptiva de las variables (ver Tabla 9):

Tabla 9. Descripción de datos Costos de Materiales chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas.

Descriptivos			Estadístico	Desv. Error
Costos_M_construccion_chimenea	Media		48.2532	7.04736
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	34.1514	
		Límite superior	62.3549	
	Media recortada al 5%		43.5528	
	Mediana		21.2100	
	Varianza		2979.918	
	Desv. Desviación		54.58862	
	Mínimo		0.00	
	Máximo		241.36	
	Rango		241.36	
	Rango intercuartil		68.34	
	Asimetría		1.369	0.309
	Curtosis		1.381	0.608
	Costos_M_sistema_PEM	Media		28.3070
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	18.2329	
		Límite superior	38.3811	
Media recortada al 5%			25.2207	
Mediana			0.0000	
Varianza			1520.808	
Desv. Desviación			38.99754	
Mínimo			0.00	
Máximo			127.54	
Rango			127.54	
Rango intercuartil			71.88	
Asimetría			0.902	0.309
Curtosis			-0.738	0.608

Fuente: Elaboración propia SPSS

Calculamos la correlación de Pearson con el programa SPSS como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Prueba de correlación entre Costos de Materiales chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas

Correlaciones			
		Costos_F_construccion_chimenea	Costos_F_Sistema_PEM
Costos_F_construccion_chimenea	Correlación de Pearson	1	0.096
	Sig. (bilateral)		0.467
	N	66	60
Costos_F_Sistema_PEM	Correlación de Pearson	0.096	1
	Sig. (bilateral)	0.467	
	N	60	60

Fuente: Elaboración propia SPSS

El resultado obtenido en la correlación de variables de Pearson  $r = 0.203$ , corresponde a una correlación positiva baja. También se realizó la prueba de muestras emparejadas como se muestra a continuación (ver Tabla 11).

Tabla 11. Prueba de Muestras Pareadas Costos de Materiales chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas

Estadísticas de muestras emparejadas				
		Media	N	Dev. Error promedio
Par 1	Costos_M_construccion_chimenea	48.2532	60	54.58862
	Costos_M_sistema_PEM	28.3070	60	38.99754

Correlaciones de muestras emparejadas			
		N	Correlación
Par 1	Costos_M_construccion_chimenea & Costos_M_sistema_PEM	60	0.203

Prueba de muestras emparejadas							
Diferencia emparejada							
	Media	Dev. Desviación	Dev. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la		t	gl Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior		
Par 1	Costos_M_construccion_chimenea - Costos_M_sistema_PEM	19.94617	60.29670	7.78427	4.36988	35.52246	2.562 59 0.013

Fuente: Elaboración propia SPSS

Analizando en la Campana de Gauss los resultados obtenidos son (ver Figura 52).

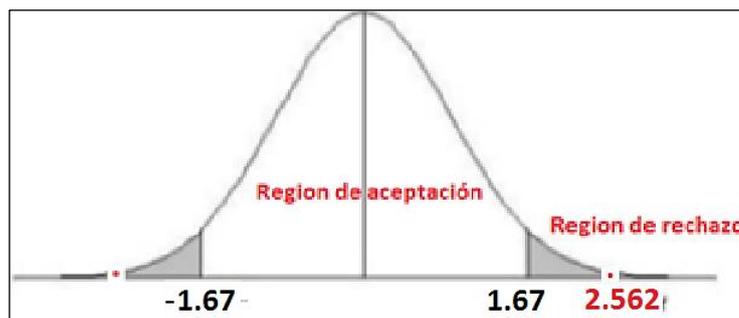


Figura 52. Curva de Gauss

Fuente: Elaboración propia SPSS

**Conclusión estadística de la hipótesis:** como la variable de Pearson  $r = 0.203$ , corresponde a una correlación positiva baja y  $t = 2.562$  se obtiene un valor crítico de 1.67 (anexo) se observa que el valor obtenido está fuera del área de aceptación de la hipótesis nula, concluyendo con la aceptación de la hipótesis alternativa: “El empleo del

Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en los costos de construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017”

- **Hipótesis específica 2**

- **Hipótesis Alterna**

“El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en el rendimiento de la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017”

- **Hipótesis Nula**

“El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica no influye en el rendimiento de la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017”

A continuación, la tabla 12 muestra los datos descriptivos de las variables:

Tabla 12. Descripción de datos rendimiento chimenea convencional y usando Plataformas y escaleras metálicas

<b>Descriptivos</b>			
		<b>Estadístico</b>	<b>Desv. Error</b>
<b>Rendimiento convencional</b>	<b>Media</b>	0.7650	0.08709
	<b>95% de intervalo Límite inferior</b>	0.5907	
	<b>Límite superior</b>	0.9393	
	<b>Media recortada al 5%</b>	0.7750	
	<b>Mediana</b>	1.3500	
	<b>Varianza</b>	0.455	
	<b>Desv. Desviación</b>	0.67462	
	<b>Mínimo</b>	0.00	
	<b>Máximo</b>	1.35	
	<b>Rango</b>	1.35	
	<b>Rango intercuartil</b>	1.35	
	<b>Asimetría</b>	-0.276	0.309
	<b>Curtosis</b>	-1.991	0.608
<b>Rendimiento PEM</b>	<b>Media</b>	0.8300	0.08523
	<b>95% de intervalo Límite inferior</b>	0.6595	
	<b>Límite superior</b>	1.0005	
	<b>Media recortada al 5%</b>	0.8472	
	<b>Mediana</b>	1.3500	
	<b>Varianza</b>	0.436	
	<b>Desv. Desviación</b>	0.66020	
	<b>Mínimo</b>	0.00	
	<b>Máximo</b>	1.35	
	<b>Rango</b>	1.35	
	<b>Rango intercuartil</b>	1.35	
	<b>Asimetría</b>	-0.490	0.309
	<b>Curtosis</b>	-1.819	0.608

Fuente: Elaboración propia SPSS

Calculamos la correlación de Pearson con el programa SPSS (ver Tabla 13)

Tabla 13. Prueba de correlación entre rendimiento chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas

<b>Correlaciones</b>			
		<b>Rendimiento convencional</b>	<b>Rendimiento PEM</b>
<b>Rendimiento convencional</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	1	0.138
	<b>Sig. (bilateral)</b>		0.294
	<b>N</b>	66	60
<b>Rendimiento PEM</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	0.138	1
	<b>Sig. (bilateral)</b>	0.294	
	<b>N</b>	60	60

Fuente: Elaboración propia SPSS

El resultado obtenido en la correlación de variables de Pearson  $r = 0.138$ , corresponde a una correlación positiva baja. También se realizó la prueba de muestras emparejadas como se muestra a continuación (ver Figura 53)

Figura 53. Prueba de Muestras Pareadas, rendimiento chimenea convencional y empleando Plataformas y escaleras metálicas.

<b>Estadísticas de muestras emparejadas</b>				
	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>Desv. Desviación</b>	<b>Desv. Error promedio</b>
<b>Rendimiento Par 1 convencional</b>	0.7650	60	0.67462	0.08709
<b>Rendimiento PEM</b>	0.8300	60	0.66020	0.08523

<b>Correlaciones de muestras emparejadas</b>			
	<b>N</b>	<b>Correlación</b>	<b>Sig.</b>
<b>Rendimiento Par 1 convencional &amp; Rendimiento PEM</b>	60	0.138	0.294

<b>Prueba de muestras emparejadas</b>									
		<b>Diferencias emparejadas</b>					<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>Sig. (bilateral)</b>
	<b>Media</b>	<b>Desv. Desviación</b>	<b>Desv. Error promedio</b>	<b>95% de intervalo de confianza de la diferencia</b>					
				<b>Inferior</b>	<b>Superior</b>				
<b>Par 1 Rendimiento convencional - Rendimiento PEM</b>	-0.06500	0.87654	0.11316	-0.29144	0.16144	-0.574	59	0.568	

Fuente: Elaboración propia SPSS

Analizando en la Campana de Gauss los resultados obtenidos son (ver Figura 54)

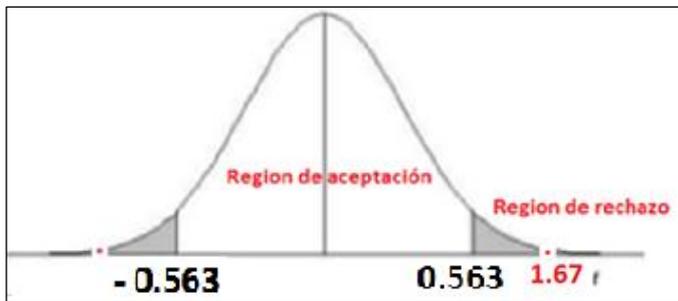


Figura 54. Curva de Gauss

Fuente: Elaboración propia SPSS

**Conclusión estadística de la hipótesis:** como variable de Pearson  $r = 0.138$ , corresponde a una correlación positiva baja y  $t = -0.563$  se obtiene un valor crítico de 1.67 (anexo) se observa que el valor obtenido está fuera del área de aceptación de la hipótesis nula, concluyendo con la aceptación de la hipótesis alternativa: “El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en el rendimiento de la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017”

## CONCLUSIONES

1. Con el uso del Sistema Sistema de Plataforma Escalera Metálica se reduce el empleo de madera (escaleras, listones, tablas y puntales) en un 47%.
2. Al usar el Sistema Sistema de Plataforma Escalera Metálica en comparación con el sistema tradicional con madera, es mucho más versátil, dentro de la minería subterránea.
3. Su instalación y desinstalación no es complicado y no demanda de mucho tiempo, por lo que le hace más práctico y efectivo.
4. Al emplear el Sistema Sistema de Plataforma Escalera Metálica en la construcción de chimeneas, una vez finalizado el proyecto, es reciclado significativamente, para su posterior uso.
5. El costo de operación al usar el Sistema Sistema de Plataforma Escalera Metálica en doble compartimiento de sección (1.20m x 2.40 m) en los 50 m de chimenea es de \$ 39 583.04, mientras tanto con la aplicación tradicional el costo de operación es \$ 43 400.77, teniendo un ahorro de \$ 3817.73.

## RECOMENDACIONES

1. Se tiene que capacitar al personal ingresante para evitar pérdidas, y hacerle conocer la importancia y el objetivo del trabajo con el Sistema Sistema de Plataforma Escalera Metálica.
2. Se tiene que evaluar constantemente el área de trabajo, para poder identificar los peligros y controlar los riesgos que se puede encontrar en la ejecución de chimeneas, con el uso del Sistema Sistema de Plataforma Escalera Metálica.
3. Es necesario hacer el mantenimiento preventivo de las estructuras metálicas constantemente, engrasando las uniones de los corredizos de las plataformas, se debe revestir las estructuras metálicas usadas en las chimeneas con pintura anticorrosiva, para evitar su oxidación y aumentar su vida útil.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Agreda, C. (1996). *Operaciones mineras Unitarias de perforacion y voladura de rocas*.
- Ames, V. (2012). *Perforacion y Voladura de Rocas I*.
- Arocutipa, F. (2015). *Tesis titulado: "Alternativa de Construcción de Chimeneas con el Sistema Plataforma y Escalera Metálica P.E.M Vs. Convencional con puntales de madera, E.E. AESA S.A.C Mina San Rafael"*. Arequipa, Perú.: Facultad de Geología, Geofísica y Minas Escuela Profesional de Ingeniería de Minas. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- ATR Contratista, S. (2008). *Gestion de Seguridad y salud*.
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforación y voladura de rocas en minería*.
- Carranza, J. (2015). *Tesis: "Mejoramiento en el diseño de chimeneas en minería subterránea con el uso del sistema P.E.M. en la unidad de producción minera Troy S.A.C"*. Perú.
- Contratista, A., & S.A.C. (Enero 2008). *Especificaciones técnicas en la ejecución de chimeneas con el sistema PEM*.
- EXSA. (2014). *Manual Practico de Voladura*. Lima.
- Hoek, & Brown. (1985). *Excavaciones subterranas de roca*. Me Graw Hill.
- Lopez, C., Lopez, E., Ortiz, F., & Pernia, J. (2011). *Manual de Perforacion y Voladura de Rocas*. Instituto Geologico Minero España.
- Lopez, J. (2009). *Manual de perforacion y voladura de rocas*.
- Marcañaupa, R. (2012). *Tesis titulado: "Implementación de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas en la unidad de producción Mallay en la*

*Cía. de minas Buenaventura S.A.A* . Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Huancavelica.

Taípe, A. (2003). *Convención minera “Especificación Técnicas De Chimeneas Con El Sistema P.E.M.”. Se mostró que la ejecución de chimeneas con el sistema P.E.M.*

Taípe, A. (2004). *Encuentro nacional de contratistas Mineros. "Calidad y seguridad para una mejor productividad"*.

Taípe, A. (2008). *Chimeneas con el sistema PEM.*

Victor, A., & Gilmar, L. (2006). *Perforacion y voladura de rocas.*

**ANEXOS**

Ilustración 1. P.U de perforación y voladura con el Sistema de Plataforma Escalera Metálica de doble compartimiento

<b>P. U. CHIMENEA 4'X 8' DOBLE COMPARTIMIENTO</b>						
<b>PARAMETROS : limpieza a pulso</b>						
Buzamiento	:	50	Nº de taladros disparados	:	28	
Tipo de roca	:	Dura	Eficiencia de voladura	:	85%	
Densidad	:	2.7 ton/m3	Volumen roto	:	5.56 m3	
Longitud de barreno 5'	:	1.52 m	Rendimiento	:	1.35 m/disp.	
Eficiencia de Perforacion	:	91%	Factor de potencia	:	2.04 Kg/m3	
Longitud taladro	:	1.38 m	Tonelaje roto	:	15.01 tm	
Seccion m2	:	1.2 2.4	Velocidad de perforacion	:	1.1 ft/min	
Factor de esponjamiento	:	30%				
Nº de taladros	:	30				
<b>Tipo de cambio : 3.20 S/./US \$</b>						
<b>COSTOS DIRECTOS :</b>						
<b>1.0 MANO DE OBRA</b>	unidad	nº personal	jornal	nº tareas	costo/disp.	
Perforista	tarea	1.00	60.00	1.00	60.00	
Ayudante	tarea	1.00	55.00	1.00	55.00	
sub total					115.00	
Leyes sociales (107,26 %)					123.35	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>238.35</b>	
<b>2.0 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>	unidad	cantidad	p. u. (S/.)	v. util (dias)	costo/disp.	
Casco minero tipo sombrero	pza	2.00	30.60	360.00	0.17	
Pantalón azul con cinta Reflectiva	pza	2.00	27.00	180.00	0.30	
Polo azul con cinta reflectiva	pza	2.00	21.66	180.00	0.24	
pantalón de jebe	pza	2.00	39.54	120.00	0.66	
Casaca de jebe	pza	2.00	45.82	120.00	0.76	
Correa portalampara	pza	2.00	10.89	150.00	0.15	
Botas de jebe	par	2.00	58.56	90.00	1.30	
Guantes de neoprene	pza	2.00	23.06	30.00	1.54	
Lampara minera wisdom	pza	2.00	270.91	360.00	1.51	
Zapato de cuero	par	2.00	75.26	180.00	0.84	
Tapones de oído	par	2.00	2.51	30.00	0.17	
Guantes de cuero	par	2.00	10.74	60.00	0.36	
Respirador 3M	pza	2.00	71.90	180.00	0.80	
Cartucho 3M 6003 Gas	par	2.00	31.15	60.00	1.04	
Prefiltros 3M 5N11	par	2.00	9.59	30.00	0.64	
Retenedor de Pre-Filtro 3M 501	par	2.00	6.54	180.00	0.07	
Barbiquejo	und	2.00	0.88	60.00	0.03	
Tafilete Negro	und	2.00	11.55	360.00	0.06	
Lente de malla con Liga	und	2.00	23.61	180.00	0.26	
<b>TOTAL IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>					<b>10.89</b>	
<b>3.0 PERFORACION Y ACEROS</b>	unidad	Cantidad	p. u. (S/.)	vida util (ft)	costo/disp	
Perforadora neumatica	pp	135.93	16894.23	100000.00	22.96	
Barreno conico de 3'	pp	75.98	252.58	900.00	21.32	
Barreno conico de 5'	pp	62.01	338.06	900.00	23.29	
Broca de 41 mm	pp	75.98	90.22	300.00	22.85	
Broca de 38 mm	m	62.01	88.30	300.00	18.25	
Manguera de 1"	m	198	19.01	150.00	25.10	
Manguera de 1/2"	m	198	9.08	150.00	11.99	
Aceite + accesorios	gl	0.125	20.60	1.00	0.52	
<b>TOTAL EQUIPO DE PERFORACION</b>					<b>146.29</b>	
<b>4.0 HERRAMIENTAS</b>	unidad	cantidad	p. u. (S/.)	v. util (dias)	costo/disp	
Punta de 3/4" de Ø	pza	0.2	8.44	15.00	0.11	
Pico	pza	0.5	36.18	100.00	0.18	
Comba de 6 lbs	pza	0.5	36.48	150.00	0.12	
Barretilla de 4'	pza	0.5	65.92	60.00	0.55	
Barretilla de aluminio de 6'	pza	0.5	79.22	60.00	0.66	
Llave stilson de 18"	pza	0.2	88.48	150.00	0.12	
Llave crezen de 15"	pza	0.2	85.60	150.00	0.11	
Flexometro de 5 m	pza	0.2	15.58	60.00	0.05	
Alambre nº 16	kg	0.1	4.84	10.00	0.05	
Equipos P.E.M	pza	0.1	17.48		27.46	
<b>TOTAL HERRAMIENTAS</b>					<b>29.42</b>	
<b>5.0 EXPLOSIVOS</b>	unidad	cantidad	p. u. (S/.)		costo/disp	
Prima de 1.50 m	pza	33	0.55		18.15	
Dinamita de 7/8"x7"x75%	cartucho	140	10.79		1510.60	
<b>TOTAL ESPLOSIVOS</b>					<b>1528.75</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS :</b>					<b>1953.70</b>	
<b>UTILIDAD</b>		<b>15%</b>			293.05	
<b>GASTOS GENERALES</b>		<b>47.00%</b>			<b>918.24</b>	
<b>COSTO/DISPARO</b>					<b>3164.99</b>	
<b>AVANCE/DISPARO</b>					<b>1.35</b>	
<b>COSTO/METRO EN S/.</b>					<b>2344.44</b>	
<b>COSTO/METRO EN US \$</b>					<b>732.64</b>	

Ilustración 2. P.U de entablado de buzón en chimenea convencional de doble compartimiento

<b>P. U. ANTABLADO EN CHIMENEAS</b>						
<b>Con tablas de 2" x 8" x 1.50m a cuenta de compañía</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>4 Paños</b>					
<b>Sección</b>	<b>1.5m x 1.40 m</b>					
<b>Tipo de cambio del dólar : 3.2</b>						
<b>COSTOS DIRECTOS :</b>						
<b>1.0 MANO DE OBRA</b>						
<b>A) Preparacion y traslado de madera</b>	<b>unidad</b>	<b>nº personal</b>	<b>jornal</b>	<b>nº tareas</b>	<b>costo/trasl.</b>	
Enmaderador	tarea	1.00	60.00	1.00	60.00	
Ayudante de enmaderador	tarea	1.00	55.00	1.00	55.00	
<b>SUBTOTAL (A)</b>					<b>115.00</b>	
<b>TOTAL A, B</b>					<b>115.00</b>	
Leyes sociales (107,26 %)					123.35	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>238.35</b>	
<b>2.0 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>						
	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>p. u. (S/.)</b>	<b>v. util (días)</b>	<b>costo/inst.</b>	
Casco minero tipo sombrero	pza	2.00	30.60	360.00	0.17	
Pantalón azul con cinta Reflectiva	pza	2.00	27.00	180.00	0.30	
Polo azul con cinta reflectiva	pza	2.00	21.66	180.00	0.24	
Correa portalampara	pza	2.00	10.89	150.00	0.15	
Lampara minera wisdom	pza	2.00	270.91	360.00	1.51	
Zapato de cuero	par	2.00	75.26	180.00	0.84	
Tapones de oído	par	2.00	2.51	30.00	0.17	
Guantes de cuero	par	2.00	10.74	60.00	0.36	
Respirador 3M	pza	2.00	71.90	180.00	0.80	
Cartucho 3M 6003 Gas	par	2.00	31.15	60.00	1.04	
Prefiltros 3M 5N11	par	2.00	9.59	30.00	0.64	
Retenedor de Pre-Filtro 3M 501	par	2.00	6.54	180.00	0.07	
Barbiquejo	und	2.00	0.88	60.00	0.03	
Tafílete Negro	und	2.00	11.55	360.00	0.06	
Lente de malla con Liga	und	2.00	23.61	180.00	0.26	
<b>TOTAL IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>					<b>6.63</b>	
<b>3.0 HERRAMIENTAS</b>						
	<b>unidad</b>	<b>% de uso</b>	<b>p. u. (S/.)</b>	<b>v. util (días)</b>	<b>costo/inst.</b>	
Corvina de 52"	pza	1	230.05	100.00	2.3005	
Azucla de 3.5 lb	pza	0.5	33.97	150.00	0.11	
Formon de 4"	pza	0.2	32.10	100.00	0.0642	
Lampa minera	pza	0.2	19.81	75.00	0.05	
Plomada	pza	0.2	13.47	60.00	0.04	
Punta de 3/4" de Ø	pza	0.2	8.56	15.00	0.11	
Pico	pza	0.2	36.18	100.00	0.07	
Comba de 6 lbs	pza	0.5	36.48	150.00	0.12	
Cinzel con punta de diamante	pza	0.2	31.65	30.00	0.21	
Barretilla de 4'	pza	0.5	65.92	60.00	0.55	
Barretilla de aluminio de 6'	pza	0.5	79.22	90.00	0.44	
Flexometro de 5 m	pza	0.5	15.58	60.00	0.13	
<b>TOTAL HERRAMIENTAS</b>					<b>4.21</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS:</b>					<b>249.19</b>	
<b>UTILIDAD</b>	<b>15%</b>				37.38	
<b>GASTOS GENERALES</b>	<b>47.00%</b>				<b>117.12</b>	
<b>COSTO TOTAL EN S/.</b>					<b>100.92</b>	
<b>COSTO TOTAL EN US \$</b>					<b>31.54</b>	

Ilustración 3. P.U en instalación de descanso en chimenea convencional de doble compartimiento

<b>P. U. INSTALACION DE DESCANSOS</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>5 Descansos</b>					
<b>Tipo de cambio del dólar : 3.2</b>						
<b>COSTOS DIRECTOS :</b>						
<b>1.0 MANO DE OBRA</b>						
<b>A) Preparacion y traslado de madera</b>	<b>unidad</b>	<b>nº personal</b>	<b>jornal</b>	<b>nº tareas</b>	<b>costo/trasl.</b>	
Enmaderador	tarea	1.00	60.00	1.00	60.00	
Ayudante de enmaderador	tarea	1.00	55.00	1.00	55.00	
<b>SUBTOTAL (A)</b>					<b>115.00</b>	
<b>TOTAL A</b>					<b>115.00</b>	
Leyes sociales (107,26 %)					123.35	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>238.35</b>	
<b>2.0 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>						
	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>p. u. (S/.)</b>	<b>v. util (días)</b>	<b>costo/inst.</b>	
Casco minero tipo sombrero	pza	2.00	30.60	360.00	0.17	
Pantalon azul con cinta Reflectiva	pza	2.00	27.00	180.00	0.30	
Polo azul con cinta reflectiva	pza	2.00	21.66	180.00	0.24	
Correa portalampara	pza	2.00	10.89	150.00	0.15	
Lampara minera wisdom	pza	2.00	270.91	360.00	1.51	
Zapato de cuero	par	2.00	75.26	180.00	0.84	
Tapones de oido	par	2.00	2.51	30.00	0.17	
Guantes de cuero	par	2.00	10.74	60.00	0.36	
Respirador 3M	pza	2.00	71.90	180.00	0.80	
Cartucho 3M 6003 Gas	par	2.00	31.15	60.00	1.04	
Prefiltros 3M 5N11	par	2.00	9.59	30.00	0.64	
Retenedor de Pre-Filtro 3M 501	par	2.00	6.54	180.00	0.07	
Barbiquejo	und	2.00	0.88	60.00	0.03	
Tafilete Negro	und	2.00	11.55	360.00	0.06	
Lente de malla con Liga	und	2.00	23.61	180.00	0.26	
<b>TOTAL IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>					<b>6.63</b>	
<b>3.0 HERRAMIENTAS</b>						
	<b>unidad</b>	<b>% de uso</b>	<b>p. u. (S/.)</b>	<b>v. util (días)</b>	<b>costo/inst.</b>	
Corvina de 52"	pza	1	230.05	100.00	2.3005	
Azuela de 3.5 lb	pza	0.5	33.97	150.00	0.11	
Formon de 4"	pza	0.2	32.10	100.00	0.0642	
Lampa minera	pza	0.2	19.81	75.00	0.05	
Plomada	pza	0.2	13.47	60.00	0.04	
Punta de 3/4" de Ø	pza	0.2	8.56	15.00	0.11	
Pico	pza	0.2	36.18	100.00	0.07	
Comba de 6 lbs	pza	0.5	36.48	150.00	0.12	
Cinzel con punta de diamante	pza	0.2	31.65	30.00	0.21	
Barretilla de 4'	pza	0.5	65.92	60.00	0.55	
Barretilla de aluminio de 6'	pza	0.5	79.22	90.00	0.44	
Flexometro de 5 m	pza	0.5	15.58	60.00	0.13	
<b>TOTAL HERRAMIENTAS</b>					<b>4.21</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS:</b>						
					<b>249.19</b>	
<b>UTILIDAD</b>	<b>15%</b>					<b>37.38</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>	<b>47.00%</b>					<b>117.12</b>
<b>COSTO TOTAL EN S/.</b>						<b>80.74</b>
<b>COSTO TOTAL EN US \$</b>						<b>25.23</b>



Ilustración 5. P.U de instalación de puntal de línea en chimenea convencional de doble compartimiento

<b>P. U. PUNTAL EN LINEA CON PATILLA</b>						
<b>Con redondos de 7" a cuenta de compañía</b>						
<b>Rendimiento : 04 puntales</b>						
<b>Tipo de cambio del dólar : 3.2</b>						
<b>COSTOS DIRECTOS :</b>						
<b>1.0 MANO DE OBRA</b>						
<b>A) Preparacion y traslado de madera</b>	<b>unidad</b>	<b>nº personal</b>	<b>jornal</b>	<b>nº tareas</b>	<b>costo/trasl.</b>	
Enmaderador	tarea	1.00	60.00	0.50	30.00	
Ayudante de enmaderador	tarea	2.00	55.00	0.50	55.00	
<b>SUBTOTAL (A)</b>					<b>85.00</b>	
<b>B) Instalacion de puntales</b>	<b>unidad</b>	<b>nº personal</b>	<b>jornal</b>	<b>nº tareas</b>	<b>costo/inst.</b>	
Enmaderador	tarea	1.00	60.00	1.00	60.00	
Ayudante de enmaderador	tarea	2.00	55.00	1.00	110.00	
<b>SUBTOTAL (B)</b>					<b>170.00</b>	
<b>TOTAL A, B</b>					<b>255.00</b>	
Leyes sociales (107,26 %)					273.51	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>528.51</b>	
<b>2.0 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>	<b>unidad</b>	<b>cantidad</b>	<b>p. u. (S/.)</b>	<b>v. util (dias)</b>	<b>costo/inst.</b>	
Casco minero tipo sombrero	pza	3.00	30.60	360.00	0.26	
Pantalon azul con cinta Reflectiva	pza	3.00	27.00	180.00	0.45	
Polo azul con cinta reflectiva	pza	3.00	21.66	180.00	0.36	
Correa portalampara	pza	3.00	10.89	150.00	0.22	
Lampara minera wisdom	pza	3.00	270.91	360.00	2.26	
Zapato de cuero	par	3.00	75.26	180.00	1.25	
Tapones de oido	par	3.00	2.51	30.00	0.25	
Guantes de cuero	par	3.00	10.74	60.00	0.54	
Respirador 3M	pza	3.00	71.90	180.00	1.20	
Cartucho 3M 6003 Gas	par	3.00	31.15	60.00	1.56	
Prefiltros 3M 5N11	par	3.00	9.59	30.00	0.96	
Retenedor de Pre-Filtro 3M 501	par	3.00	6.54	180.00	0.11	
Barbiquejo	und	3.00	0.88	60.00	0.04	
Tafilete Negro	und	3.00	11.55	360.00	0.10	
Lente de malla con Liga	und	3.00	23.61	180.00	0.39	
<b>TOTAL IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD</b>					<b>9.94</b>	
<b>3.0 HERRAMIENTAS</b>	<b>unidad</b>	<b>% de uso</b>	<b>p. u. (S/.)</b>	<b>v. util (dias)</b>	<b>costo/inst.</b>	
Corvina de 52"	pza	1.00	230.05	100.00	2.30	
Azuela de 3.5 lb	pza	0.50	33.97	150.00	0.11	
Formon de 4"	pza	0.20	32.10	100.00	0.06	
Lampa minera	pza	0.20	19.81	75.00	0.05	
Plomada	pza	0.20	13.47	60.00	0.04	
Punta de 3/4" de Ø	pza	0.20	8.56	15.00	0.11	
Pico	pza	0.20	36.18	100.00	0.07	
Comba de 6 lbs	pza	0.50	36.48	150.00	0.12	
Cinzel con punta de diamante	pza	0.20	31.65	30.00	0.21	
Barretilla de 4'	pza	0.50	65.92	60.00	0.55	
Barretilla de aluminio de 6'	pza	0.50	79.22	90.00	0.44	
Flexometro de 5 m	pza	0.50	15.58	60.00	0.13	
<b>TOTAL HERRAMIENTAS</b>					<b>4.21</b>	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS:</b>					<b>542.67</b>	
<b>UTILIDAD</b>					<b>15%</b>	<b>81.40</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>					<b>47.00%</b>	<b>255.05</b>
<b>COSTO/PUNTAL EN LINEA EN S/.</b>					<b>219.78</b>	
<b>COSTO/EN LINEA EN US \$</b>					<b>68.68</b>	

Ilustración 6. Matriz de consistencia

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO : EMPLEO DEL SISTEMA DE PLATAFORMA ESCALERA METALICA PARA OPTIMIZAR LA CONSTRUCCION DE CHIMENEAS CONVENCIONALES, COMPAÑÍA BREXIA GOLD PLATA S.A.C

- 2017"

BACHILLER : ROQUE TELADA, Ronal Rigan

Problema principal	Objetivo general.	Hipótesis general.	Variable independiente	Dimensiones	Indicadores	Método de investigación
¿El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica, permite optimizar la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017?	Demostrar que el empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica permite optimizar la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017	El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica optimiza la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017	Empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica	Chimeneas con el Sistema de Plataforma Escalera Metálica	Sección de chimenea (m <sup>2</sup> )	En la presente tesis se utilizó la metodología <i>Científica</i> (es el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos, de tipo <i>Aplicada</i> y nivel <i>Explicativo</i> )
					Numero de puntales empleados (und)	
					Numero de descansos (und)	
					Rendimiento de chimenea (m)	
				Gestión de riesgos en chimeneas con el Sistema de Plataforma Escalera Metálica	Herramientas de gestión (und)	
					Monitoreo de aire (m/s)	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis Especifico	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	<b>Población:</b> Esta conformada por las chimeneas convencionales con Plataformas y escaleras metálicas de la Compañía Brexia Gold Plata
¿En qué medida el empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en los costos de construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017?	Probar en qué medida el empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en los costos de construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017.	El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en los costos de construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017	Optimizar la construcción de chimeneas convencionales	Costo en la construcción de chimenea convencional	Costo de colocación de puntal	
					Costo de entablado de buzón	
					Costo de colocación de descanso	
					Costo de perforación voladura	
¿Cómo Influye el empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica en el rendimiento de la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017?	Comprobar que el uso del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en el rendimiento de la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017.	El empleo del Sistema de Plataforma Escalera Metálica influye en el rendimiento de la construcción de chimeneas convencionales, Compañía Brexia Gold Plata S.A.C - 2017		Rendimiento de la construcción de la chimenea convencional	Avance de chimenea convencional	<b>Muestra:</b> CH 1353 de doble compartimiento por sistema convencional y CH 1355 de doble compartimiento por el uso de Plataformas y escaleras metálicas.
					Costos generales	