



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Incremento de la altura de corte del Tajo 120,
en la Veta Mary en el NV. 1180 para aumentar
la producción en la unidad Carahuacra
Pertenece a la Empresa Minera
Volcan S.A.A.**

Diego Jesus Casas Martinez

Huancayo, 2019

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR:

Ing. Jesús Fernando Martínez Ildfonso

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, agradezco a Dios por guiar y acompañar mis pasos a lo largo de mi carrera universitaria, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y por haberme bendecido haciendo realidad esta meta tan anhelada.

También deseo expresar mi sincero agradecimiento al Ing. Benjamín Manuel Ramos Aranda por su apoyo con críticas constructivas para la mejora del presente estudio.

DEDICATORIA

A mis Padres, que con su esfuerzo y empeño me ayudaron a sobresalir, por alentarme a culminar esta etapa de mi vida. En mi desarrollo profesional y personal.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema	14
1.1.1. Planteamiento del problema	14
1.1.2. Formulación del problema.....	17
1.1.2.1. Problema general	17
1.1.2.2. Problemas específicos	17
1.2. Objetivos.....	18
1.2.1. Objetivo general	18
1.2.2. Objetivos específicos.....	18
1.3. Justificación e importancia	18
1.3.1. Práctico	18
1.3.2. Teórico.....	19
1.3.3. Metodológico.....	19
1.4. Hipótesis y descripción de las variables	19
1.4.1. Hipótesis general	19
1.4.2. Hipótesis específicas	20
1.4.3. Operacionalización de variables.....	21

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema.....	22
2.1.1. Antecedentes internacionales	22
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	26
2.1.3. Antecedentes locales	31
2.2. Bases teóricas.....	34

2.2.1. Minería	34
2.2.2. Producción Minera	41
2.2.3. Corte y relleno ascendente mecanizado (over cut and fill)	45
2.2.3.1. Operación típica de Método de explotación corte y relleno mecanizado	46
2.2.3.2. Desarrollos.....	47
2.2.3.3. Producción.....	48
2.2.3.4. Alternativas para el control de cajas.....	49
2.2.3.5. Perforación	49
2.2.3.6. Carguío y Transporte.....	50
2.2.3.7. Relleno.....	51
2.2.3.8. Abastecimiento del relleno	52
2.2.3.9. Condiciones de diseño.....	52
2.2.3.10. Ventajas	53
2.2.4. Perforación en Breasting	54
2.2.4.1. Perforación en realce	56
2.2.4.2. Características de perforación	56
2.2.4.3. Influencia de la perforación y voladura.....	57
2.2.5. Generalidades de la Unidad Carahuacra Perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.	58
2.2.5.1. Ubicación y acceso	58
2.2.5.2. Historia	59
2.2.5.3. Clima y vegetación.....	60
2.2.5.4. Geología	61
2.2.5.5. Inventario.....	74
2.2.5.6. Descripción de las Fases en la Operación Minera.....	76
2.2.5.7. Secciones típicas.....	81
2.2.5.8. Ciclo de minado.....	82
2.2.5.9. Plan de Minado.....	84
2.2.5.10. Presupuesto OPEX	87
2.2.5.11. Geomecánica	88
2.2.5.12. Diseño de incremento en altura del Tajo 120.....	90
2.3. Definición de términos básicos.....	105

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método, y alcance de la investigación	108
3.1.1. Método general	108
3.1.2. Método específico	109
3.2. Diseño de la investigación	109
3.3. Población y muestra.....	110
3.3.1. Población	110
3.3.2. Muestra	110
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	110
3.4.1. Técnica	110
3.4.2. Instrumento.....	111

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	112
4.1.1. Diseño base.....	112
4.1.2. Diseño propuesto	116
4.1.3. Resultados	119
4.2. Discusión de resultados	126
CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES	131
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
ANEXOS	135

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	21
Tabla 2. Resumen de Recursos a junio 2017.....	74
Tabla 3. Resumen de reservas a junio-17.....	75
Tabla 4. Resumen de Producción Mina Carahuacra.....	85
Tabla 5. Resumen de Producción Mina Carahuacra.....	86
Tabla 6. Resumen de avances mina Carahuacra.....	87
Tabla 7. Resumen OPEX Mina Carahuacra.....	88
Tabla 8. Aberturas Máximas de las Excavaciones Permanentes.....	91
Tabla 9. Sostenimiento para Labores de Avance Permanentes.....	92
Tabla 10. Sostenimiento para Labores de Avance Temporales.....	94
Tabla 11. Aberturas Máximas y Tiempos de Auto sostenimiento para Tajeos.....	95
Tabla 12. Dimensiones Máximas de Tajeos - Longitud.....	97
Tabla 13. Cálculo de taladros antes y después de la altura de Tajo 120, nivel 1180 de la veta Mary.....	119
Tabla 14. Cálculo de tonelaje antes y después de la altura de Tajo 120, nivel 1180 de la veta Mary.....	122
Tabla 15. Cálculo de costo antes y después de la altura de Tajo 120, nivel 1180 de la veta Mary.....	123
Tabla 16. Cantidad de accidentes leves antes y después de la altura de Tajo 120, nivel 1180 de la veta Mary.....	125

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Clases de yacimiento.</i>	38
<i>Figura 2: Minería superficial.</i>	39
<i>Figura 3: Minería subterránea.</i>	40
<i>Figura 4. Corte y relleno ascendente.</i>	46
<i>Figura 5. Desarrollo de accesos de entrada a cada nivel, chimeneas, ore pass y rampas.</i>	48
<i>Figura 6. Alternativas para el control de cajas.</i>	49
<i>Figura 7. Alternativas para Perforación.</i>	50
<i>Figura 8. Perforación en Breasting.</i>	55
<i>Figura 9. Perforación en Breasting.</i>	55
<i>Figura 10 Perforación en realce.</i>	56
<i>Figura 11. Columna Estratigráfica Generalizada.</i>	62
<i>Figura 12. Sección de la composición geológica y modelo de la Mina Carahuacra.</i>	71
<i>Figura 13. Historial de Producción Mina Carahuacra.</i>	76
<i>Figura 14. Sección Típica 3.8 x 4.0 Mina Carahuacra.</i>	81
<i>Figura 15. Sección Típica 4.0 x 4.0 Mina Carahuacra.</i>	81
<i>Figura 16. Sección Típica 4.5 x 450 Mina Carahuacra.</i>	82
<i>Figura 17 Guía para el Sostenimiento de Excavaciones Permanentes</i>	91
<i>Figura 18 . Gráfico de Estabilidad. Según Polvin (1988), Modificado por Nickson (1992)</i>	96
<i>Figura 19 Secuencia de minado Bench anf Fill.</i>	102
<i>Figura 20 Método de minado SLS.</i>	102
<i>Figura 21 Secuencia de minado OCF.</i>	104
<i>Figura 22 Diseño Over Cut and Fill – OCF.</i>	104
<i>Figura 23 Isométrico del minado OCF</i>	105
<i>Figura 24 Diseño de la investigación.</i>	109
<i>Figura 25 Esquema de Minado del diseño base</i>	113
<i>Figura 26 Gradientes y Batidos del diseño base (inicial)</i>	114
<i>Figura 27 Batidos del diseño base (inicial).</i>	115
<i>Figura 28 Esquema de Batidos de 5 m.</i>	116
<i>Figura 29 . Gradientes y Batidos.</i>	117
<i>Figura 30 . Batidos</i>	118
<i>Figura 31. Cálculo de taladros antes y después del incremento de altura del tajo.</i>	120

<i>Figura 32. Diseño de malla de perforación antes del incremento de altura del tajo.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 33. Diseño de malla de perforación después del incremento de altura del tajo... 121</i>	<i>121</i>
<i>Figura 34. Cálculo de tonelaje antes y después del incremento de altura del tajo..... 122</i>	<i>122</i>
<i>Figura 35. Cálculo de costos antes y después del incremento de altura de tajo..... 124</i>	<i>124</i>
<i>Figura 36. Cantidad de accidentes leves antes y después del incremento de altura de tajo.</i>	<i>126</i>

RESUMEN

La tesis titulada: “Incremento de la Altura de Corte del Tajo 120, en la Veta Mary en el Nv. 1180 para aumentar la Producción en la Mina Carahuacra de la Empresa Minera Volcan S.A.A. Yauli 2017”. Cuyo objetivo fue: Incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 para aumentar la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A. Metodología: método general fue el científico, método específico fue el analítico, el diseño fue pre experimental, la muestra estuvo constituida por la veta Mary en el NV. 1180, la técnica utilizada fue la observación y la muestra se utilizó una tabla de registro. Para ello, describiremos los detalles de esta operación, a la cual se ejecuta el para el desarrollo de la investigación. Con estos datos, haremos un análisis técnico - económico de este tajo para poder comprobar que esta sea ejecutable. El planeamiento muestra su importancia porque se enfoca en la mejora de la productividad, y, en consecuencia, también la de la producción, además se realizó el cálculo correspondiente para ejecutar la estimación numérica, como la producción que tendremos por el incremento de la altura de corte. Con estos parámetros de la elevación de la altura de corte en cinco m. aumentó la producción estimada por la Empresa pasando de 793.80 Tn/Día a 1044.48 Ton/Día.

Palabras clave: Producción, corte a tajo, costos, eficiencia.

ABSTRACT

The thesis entitled: "Increase in the Cutting Height of Tagus 120, in Veta Mary in Nv 1180 to increase production in the Carahuacra Mine of Empresa Minera Volcan S.A.A. Yauli 2017 ". Whose objective was: To increase the cutting height of pit 120, in the vein Mary in the NV. 1180 to increase production in the Carahuacra Unit belonging to Empresa Minera Volcan S.A.A. Methodology: general method was the scientist, specific method was the analytical, the design was pre-experimental, the sample was constituted by the vein Mary in the NV. 1180, the technique used was observation and the sample was used a record table. For this, we will describe the details of this operation, which is executed for the development of the investigation. With these data, we will make a technical - economic analysis of this block to verify that it is executable. The planning shows its importance because it focuses on the improvement of productivity, and, consequently, also that of production, in addition the corresponding calculation was made to execute the numerical estimation, as the production that we will have by the increase of the height of cut. With these parameters of the increase of the height of cut to five meters increased the production estimated by the company, showing that the increase is from 793.80 Tn/day to 1044.48 Ton/day.

Keywords: Production, cut to cut, costs, efficiency.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis, denominada “Incremento de la altura de corte del tajo 120, en la Veta Mary en el Nv.1180 para aumentar la producción en la U.P. Carahuacra de la Empresa Minera Volcan S.A.A. Yauli”. Cuyo problema fue: ¿Cuál es el resultado de la producción al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 de la Unidad Carahuacra propiedad de la Empresa Minera Volcan S.A.A.? Asimismo, el objetivo general fue: Incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 para aumentar la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A. Así como la hipótesis fue: Al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 aumenta significativamente la producción de la Unidad Carahuacra propiedad de la Empresa Minera Volcan S.A.A.

La investigación nace frente a la preocupación por reducir los costos relativos a la extracción del mineral. Por lo que se consideró dentro del contenido lo siguiente: el Capítulo I, está compuesta por el planteamiento del problema, la identificación de los objetivos y las respectivas justificaciones desarrollados en la investigación; Capítulo II, se desarrolla el marco teórico (los métodos de explotación y antecedentes de los estudios) para tener mayor producción y optimización en el ciclo de minado. En el Capítulo III se tiene la metodología, el método de investigación, el tipo, el nivel y el diseño de investigación, además, de la población y muestra para el desarrollo del presente. El capítulo IV muestra los estudios desde cómo se lleva el método de explotación. El seguimiento minucioso de este proceso determina como se debe operar y que criterios para cumplir los objetivos, trazados por la Empresa. Finalmente, se plasmó las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

En México, existe un yacimiento de la Perla en el estado de Chihuahua, es uno de los tres depósitos de hierro más importantes del norte de este país y ha abastecido a la industria siderúrgica por más de 50 años. Este yacimiento se caracteriza por contener rocas volcánicas félsicas del Terciario. En la actualidad es el 5% de la economía de la industria siderúrgica nacional. Al respecto de su origen, este yacimiento ha sido relacionado generalmente con procesos magnéticos asociados al volcanismo del norte del país. (1)

El Perú económicamente se sustenta en un gran porcentaje con la actividad minera, por contener en sus suelos múltiples yacimientos cuyo potencial fue reconocido como el cuarto más grande a nivel mundial. Hoy en día, el Perú se encuentra en el séptimo puesto de los diez principales países productores de

minerales. Dentro del país se cuenta con una diversidad de minerales, como el oro, plomo, cobre, plata, zinc, hierro, estaño, hierro. Con la producción del Cu, Ag, Hg, Cd, Se y roca fosfórica ocupa el segundo lugar (2).

La actividad minera como una de las principales actividades del desarrollo de la economía peruana en estas últimas décadas, produjo una inversión generando aportes tanto económico como social. Entre los años 2003 y el 2012, se elevó la inversión en actividades mineras en más de 2 700 %, pasando de 305 millones, presentó una participación cercana al 47 % del total de anuncios de proyectos privados de inversión en el lapso comprendido entre los años 2013 y 2015, según el Banco Central de Reserva. Se debe mencionar que, la actividad de tipo minera representa alrededor del 14.7 % del PBI, es decir, viene a ser, aproximadamente, entre el 10 % y 16 % de la recaudación total, sosteniendo las exportaciones y sosteniendo, anualmente, alrededor de 210 mil puestos laborales directos, además, así, por cada puesto laboral brindado, esta actividad económica produce otros 9 en otros sectores económicos, distintos al mismo (2).

De manera simultánea, la economía peruana, se ha venido desacelerando desde el cuarto trimestre del 2016 por la moderación de la demanda interna, donde la minería es muy resaltante a nivel mundial debido a la diversificación de su oferta de commodities, sus grandes reservas minerales, la calidad del mismo, que los más importantes minerales son: el hierro, cobre y oro, los cuales son los metales más demandantes a nivel mundial. Es por ello que la minería es la economía primordial del Perú. En el mes de setiembre del año 2017, la minería metálica evidenció un crecimiento de 4.5 %, el cual es menor comparado a las tasas presentadas en periodos

anteriores al 2016, explicado principalmente por la menor producción de cobre y de oro, por la consecuencia de las menores leyes en Barrick y Yanacocha (3).

La crisis económica actual orienta y propone desarrollar una estrategia en el sector minero, razón valiosa donde las Empresas Mineras al prolongar sus operaciones, como la U.P. CARAHUACRA perteneciente a la empresa VOLCAN S.A.A. como resultado de su estudio integral de gestión actual, realiza y aplica acciones buscando la optimización de los procesos, enfocándose en el logro de una explotación del mineral que sea tanto racional como adecuada en su desarrollo.

La producción actual del Tajo 120, en la Veta Mary, en el Nv.1180, bordea las 23,814 Ton/mes, no obstante, a su vez, no logra cubrir el tonelaje esperado, pese a la existencia de reservas minerales en el área.

Los métodos de explotación actualmente usados, como el sublevel stopping y el over cut fill, están pensados para una altura de cuatro metros de corte, en base a las cualidades geomecánicas del macizo rocoso y la utilización de la tabla geomecánica, es decir, fundamentada en el uso del Índice de Resistencia Geológica donde se define los parámetros de condiciones estructurales y superficiales de la masa rocosa

Por lo tanto, este hecho requiere la modificación del método mediante el que se desarrolla la explotación para la ampliación de la producción, con el fin de mejorar la productividad en la U.P. Carahuacra, de la Veta Mary Tajo 120, para ello, se procederá, con el incremento, en cinco metros, de la altura de corte asegurando el logro de la producción propuesta para el mes. Así mismo, el desarrollo de la labor piloto sirve como paradigma para la implementación de otras, considerando las

condiciones técnico-económicas como la caída de la cotización de metales, lo cual genera un nivel de productividad optimizada, siendo necesario el análisis tanto del sistema de trabajo como del método actual, buscando una modificación, para el planteamiento de alternativas de explotación.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el resultado de la producción al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 de la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo aumenta la producción en la realización eficiente de los procesos productivos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 de la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.?
- ¿Cómo aumenta la producción con el trabajo seguro al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 de la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.?
- ¿Cómo aumenta la producción con la optimización de los costos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 de la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 para aumentar la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar eficientemente los procesos productivos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 para aumentar la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.
- Realizar el trabajo seguro al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 para aumentar la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.
- Optimizar los costos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 para aumentar la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Práctico

Habiendo muchas técnicas para el incremento de la producción de la economía minera de la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A., se realizó la elevación de la altura de corte del tajo número 120, en la veta llamada Mary, lo cual permitió incrementar la producción de

la unidad de producción, por lo que la respectiva organización empresarial dispone de un equipo adecuado de sostenimiento para ese tipo de labor.

1.3.2. Teórico

Se desarrolló la variante del incremento en la altura de tajo 120, Veta Mary Nv.1180 en la U.P Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A., la cual está en regla con respecto al reglamento de salud y seguridad ocupacional D.S. 024 – 2016 EM.

1.3.3. Metodológico

Esta tesis será de tipo aplicada, de nivel de investigación explicativo, y, como diseño, empleará el pre experimental. A la vez, su muestra estará compuesta por la veta Mary en el Nv. 1180 de la Unidad de extracción de Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A. Por último, como técnica de recolección de información, se usará la de la observación, y, como instrumento una tabla de registro de datos.

1.4. Hipótesis y descripción de las variables

1.4.1. Hipótesis general

- Al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 aumenta significativamente la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.

-

1.4.2. Hipótesis específicas

- La realización eficiente de los procesos productivos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 aumenta significativamente la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.

- La realización del trabajo seguro al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 aumenta significativamente la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.

- La optimización de los costos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el Nv. 1180 aumenta significativamente la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.

1.4.3. Operacionalización de variables

Tabla 1.
Operacionalización de variables.

Variab les	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Incremento de la altura de corte del tajo 120	Es el conjunto de operaciones matemáticas en relación con geomecánica para determinar el resultado dado en una expresión numérica e incrementar en el diseño la altura máxima	Superficiales	Alturas de 20 a 30 metros	m
		Profundos	Alturas de 40 a 250 metros	m
Producción	Optimizar la producción, buscar la mejor manera de realizar una actividad del proceso productivo. La producción es uno de los principales procesos económicos y el medio a través del cual el trabajo humano genera riqueza.	Eficiencia en los procesos productivos	Extracción	Ton
			Procesamiento	Ton
			Fundición y refinación	Ton
		Seguridad en el trabajo	Cantidad de accidentes leves	Número
		Optimización de los costos	Costos de minería	\$/Ton
			Costos de procesamiento	\$/Ton
Costos de metalurgia	\$/Ton			
	Costos generales	\$/Ton		

Fuente. Elaboración Propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

Caballero realizó la tesis titulada: *“KPI's fundamentales para la gestión del área productiva de una minera de mediana producción de cátodos de cobre en Chile”*, para optar el grado académico de Magíster en Control de Gestión de la Universidad de Chile. Tuvo como objetivo general: Determinar el conjunto de indicadores del KPI's que permitan controlar la gestión de la producción de una Minera de Cátodos de cobre. Como objetivos específicos se tuvo: 1) Evaluar los KPI's de la Minera 2 con los que ha operado durante los 4 años. 2) Comparar los resultados obtenidos de la Minera 2 con la Minera 1 de acuerdo a los KPI's que se deben considerar como mínimo. El resultado que obtuvo: Se realizó la comparación entre la Minera 2 con la Minera 1 donde las dos mineras se encuentran iguales por capitales privados, pero la

Minera 1 cuenta con un volumen productivo dos veces mayor que la otra. Las conclusiones a las que llegó: 1) La Minera 1 no presenta problemas en la utilización del agua, mientras la Minera 2 para abastecer de agua obtiene de las napas subterráneas del desierto. 2) En cuanto al volumen, los principales factores son: la calidad de la producción y los costos unitarios, que las cuales definen el precio del cobre, el que no es influenciado por la gestión de la empresa. 3) En general, la faena de la Minera 1 no posee comunidades cercanas, ya que esto produce el menor control de los trabajadores resultando la menor producción que la Minería 2 (4).

Albuja elaboró el trabajo de investigación titulada: *“Caracterización geológica y cálculo de reservas de la veta Jane, en la Mina Golden Comunitaria de la parroquia Huertas, Cantón Zaruma”*, en la Universidad Central del Ecuador, Quito – Ecuador, previa obtención del título profesional de Ingeniero en Geología. Objetivo general: Calcular los recursos minerales y analizar las características geológicas de la veta Jane. Objetivos específicos: 1) Calcular los recursos minerales mediante el método de bloques explotables de la veta Jane sección sur. 2) Establecer valores de contenido de oro y plata con el ensayo del fuego y análisis químico. 3) Realizar un levantamiento topográfico de las labores mineras. La investigación fue descriptiva cuya población fue la empresa minera SGMCH y la muestra, corresponde a la veta Jane. Resultados: 1) Se localizó la falla inversa ubicada en la sección centro y sur de la veta Jane. 2) También se localizó a la falla Siniestral que se ubica en la sección central de la veta Jane. Conclusiones: 1) Los recursos minerales mapeadas en la veta Jane, oscilan en base a la cobertura total de la siguiente

manera: maciza, crustiforme, brechosa y stockwork. 2) El oro se concentra en la textura coliforme y brechosa según el análisis microscópico y químico efectuado. 3) El tipo de depósito mineral de la veta Jane es epitermal de LS-IS. 4) Se calculó los recursos del sur de Jane obteniendo 25398 toneladas métricas (5).

Añazco desarrolló su tesis titulada: *“Paragénesis de las vetas del sector Minas Nuevas, “O Nivel”, ubicado en el distrito Aurífero - Polimetálico Portovelo – Zaruma”*, en la Universidad Central del Ecuador, Quito – Ecuador, para optar el título de Ingeniero en Geología. Su objetivo general fue: Determinar las características mineralógicas y posibles estadias de mineralización mediante el análisis macroscópico y microscópico. Sus objetivos específicos fueron: 1) Identificar las características petrográficas de las vetas X, Cristina y Jane. 2) Definir las posibles estadias de mineralización de las paragénesis de las siguientes vetas: X, Cristina y Jane. Su investigación fue de carácter exploratorio, la población estuvo conformada por el área minera de nombre “O Nivel”, para la recopilación de información se usó los trabajos de gabinete y campo. Resultado que obtuvo: 1) Se determinó cuatro estadias de mineralización del sector Minas Nuevas, de acuerdo a las asociaciones para genéticas determinadas en laboratorio petrográfico, determinación de la textura de las vetas in situ, zonificación de los valores del oro en las labores mineras de las vetas y mapeo geológico de alteraciones superficial. Llegó a las siguientes conclusiones: 1) El sector Minas Nuevas está conformada por rocas Volcánicas, que corresponde a mantos lávicos de andesitas basálticas; además existen rocas andesíticas con textura porfirítica.

2) La textura de la veta que contiene el oro es coliforme crustiforme y masiva con Magnetita – Pirita. 3) El sector Minas Nuevas está conformada por dos tipos de depósito: epitermal de baja sulfuración y de tipo Adularia seri cita (6).

Hernández realizó su trabajo de investigación que lleva por título: “Control geológico estructural en labores subterráneas del área Minera Sacachispas”, en la Universidad de Guayaquil, Guayaquil – Ecuador, para optar el título de Ingeniero Geólogo. Su objetivo general fue: Determinar zonas de interés mediante un control geológico estructural dentro del área minera para su reconocimiento geológico. Sus objetivos específicos fueron: 1) Evaluar las rocas del área de estudio. 2) Determinar las paragénesis de la veta Grafito. 3) Diseñar modelo geológico y sus proyecciones de las estructuras. Obtuvo los siguientes resultados: 1) En el área del estudio se encontró rocas metamórficas que corresponde a filitas. 2) Se estableció que los cuerpos intrusivos microdioríticos evidenciados en la veta principal, no tiene relación ninguna con la mineralización. 3) Se localizaron zonas donde existe el material de Au en mayores a 10 g/t, siendo este un parámetro para la continuación de la explotación y dar paso a nuevas labores. Llegó a las siguientes conclusiones: 1) Se determinó las características geológicas, litológicas y mineralógicas de las zonas donde existe oro con valores a 10 g/t. 2) A través la interpretación de láminas delgadas, se logró evaluar que las rocas del frente grafito, corresponde a filitas. 3) Los cuerpos intrusivos microdioríticos no se relacionan con la mineralización. 4) Existe predominio de la alteración clorita vinculada en la filitas y esquistos (7).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Cuadros desarrolló el trabajo de investigación llamado “*Análisis de estabilidad física para los métodos taladros largos y corte y relleno ascendente por paneles en Mina Carahuacra Unidad Yauli - Volcan Cía. Minera S.A.A.*”, para optar el título profesional de Ingeniero Minas de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Este se enfocó principalmente en evaluar la estabilidad física geomecánicas de la minería con el fin de aplicar los métodos de corte relleno y taladros largos. La investigación fue descriptiva y correlacional, cuyo diseño fue experimental. Resultado que obtuvo: En el análisis de veta Mary fueron tomadas en consideración las secciones +100, -350, y +50, con un nivel de profundidad de 800 m, quienes han sido mineralizadas a lo largo de aproximadamente 600 m y 800 m. Conclusiones a las que llegó: 1) En la Mina donde se realiza la investigación se realizan dos formas de mineralización, de los sistemas de vetas y mantos, y la de los cuerpos. 2) Las rocas ubicadas en la Mina Carahuacra presentan una resistencia compresiva uniaxial entre R3 y R4 cuyas resistencias oscilan entre 25-50MPa y 50-100MPa respectivamente: resistencia baja a moderada (8).

Quiroz desarrolló su tesis denominada: “*Optimización de los estándares de perforación y voladura para incrementar la producción en la unidad Andaychagua - Empresa Minera Volcan*”, previo a la obtención del título profesional de Ingeniero de Minas de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Se enfocó en la optimización de los patrones de voladura y perforación con la finalidad de optimizar la producción de mineral.

Dicha tesis fue de tipo descriptivo, y de diseño experimental, la técnica de recopilación de datos empleada fue la del trabajo de campo. Resultados que obtuvo: 1) Se obtuvo reducciones de costos con la utilización del explosivo Exsablock como también la mejora de índices voladura y perforación. 2) Se calculó la ganancia total con la optimización de los costos en perforación, sostenimiento y voladura obteniendo 611 481 US\$/mes. Las conclusiones a las que llegó: 1) Con la optimización de los costos, se incrementó la cantidad de toneladas de mineral en 4 422.42 TMH. 2) Se optimizaron los avances por disparo, de 2.62 a 3.03 m/disp. 3) Se incrementó la sobre dilución desde 16.71% hasta 13.62%, con la utilización del explosivo Exsablock (9).

Villalta desarrolló su tesis denominada: *“Aplicación del método de explotación por taladros largos en veta Virginia de la unidad San Cristóbal de la Empresa Minera Volcan S.A.A.”*, para el logro de título académico profesional de Ingeniero de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano. Se planteó como objetivo general: Evaluar la situación geomecánica del macizo rocoso y la geometría del depósito mineral para la imposición del método de explotación utilizando taladros largos. Cuyos objetivos específicos fueron: 1) Evaluar la situación actual del macizo rocoso para la aplicación del método de explotación. 2) Elaborar la geometría del depósito mineral para la imposición del método de explotación. Dicha tesis fue de tipo descriptiva, de nivel explicativa, y, como diseño, empleo el determinístico y estocástico, tanto su población como muestra estuvo conformada por la veta llamada Virginia. identificó los siguientes resultados: 1) Se calculó la resistencia compresiva uniaxial de filita silisificada siendo 62.15MPa, de filita

coloritizada de 61.41MPa, 72.06MPa de esclerómetro y 94.19MPa de mena.

2) La aplicación del taladro largo resulta, económicamente hablando, superior al método corte y relleno. 3) Se obtuvo la productividad anual que incrementó en 700 000TM/año adicionales producidas en la Mina San Cristóbal. Llegó a las siguientes conclusiones: 1) Al respecto del objetivo general, los resultados que se obtuvieron son favorables para la aplicación del método de explotación. 2) Se ha determinado las propiedades físicas de la roca intacta, las cuales son: 2.45 tn/m³ de densidad, peso específico de 24.01 KN/m³ y la resistencia compresiva uniaxial de 62.15MPa. 3) Se determinó la geometría del depósito mineral, la cual es de tipo irregular, siendo la potencia promedio de la veta 3.017m y el ancho de minado de 3.08 a 4.00m (10).

Carlos, y Rivera elaboraron la tesis que lleva por título: *“Ventajas económicas de la implementación del método de explotación sublevel stoping en vetas angostas frente al método de explotación convencional de corte y relleno ascendente en la zona codiciada de la Mina Morococha”*, en la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo – Perú, para optar el título profesional de Ingeniero de Minas. Tuvieron como objetivo general: Determinar las ventajas de tipo económico de los métodos explotación de corte y relleno, y sublevel stoping. La población y muestra fue la Mina Morococha, perteneciente al Grupo Pan American Silver. Resultado: El costo de operación del método sublevel stoping es más económico a comparación del método de corte y relleno con una diferencia de 17.54US\$/Ton, también brinda un índice de 0.8 en cuanto al costo y beneficio. Llegaron a las siguientes conclusiones: 1) los costos del método sublevel, en comparación

al método de relleno y corte, se elevan hasta en un 30%. 2) Al desarrollar el estudio de rentabilidad, se encontró que el stoping tiene un índice igual a 0.8, y, el segundo método, solamente de 0.38 (11).

Ramos realizó su tesis que lleva por título: *“Incremento de la producción de mineral aplicando voladura masiva en la veta Samy nivel 2590 de la Unidad de Producción Santa María, Mina Poderosa”*, en la Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo – Perú, previa obtención del título profesional de Ingeniero de Minas. Tuvo como objetivo general: Aumentar la producción de mineral con la aplicación de la voladura masiva en la veta Samy en un 40 por ciento. Sus objetivos específicos fueron: 1) Implementar un método nuevo que genere una producción mayor que la del anterior. 2) Incrementar el índice de productividad. 3) Determinar el porcentaje que aumenta la producción al cambiar el método de explotación. Su investigación fue de carácter experimental, su población y muestra estuvo conformada por los tajos de la zona sur nivel 2590 de la empresa Poderosa, para el procesamiento y análisis de datos se utilizó la técnica de la estadística. El resultado obtenido: Los resultados obtenidos fueron favorables para el cumplimiento y optimización del programa de producción mensual. Las conclusiones a las que llegó: 1) El factor relativo a la potencia se contrajo en 0.53 kg/TM en comparación del año 2016. 2) Los pies perforados se redujo en 2.4 PP/TM a comparación del año 2016. 3) La producción de mineral al mes ha incrementado en 304.6 TM/Mes a comparación del año 2016, lo que significa 10 por ciento más de lo propuesto. 4) La producción ha

incrementado en 1.94 TM/diaria a comparación del año 2016 con el 2017. 5) La dilución disminuyó en 7 por ciento a comparación del año 2016 (12).

Flores desarrolló su tesis denominada: “*Estudio técnico económico del proyecto túnel de integración de las minas Carahuacra, San Cristóbal y Andaychagua de la Empresa Volcan Empresa Minera S.A.A.*”, en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú, previa obtención del título profesional de Ingeniero de Minas. Como objetivo general tuvo: Elaborar la ingeniería, a nivel de factibilidad, para la elaboración de un túnel de integración de las minas Carahuacra, así como el análisis económico necesario para su construcción con alta seguridad y calidad. Resultados que se obtuvo: 1) Se calculó los costos relativos a la mano de obra, costos generales, materiales necesarios para la perforación, equipo y herramientas, siendo un total de 5 413 639.01, 1 754 303.73, 9 461.61 y 4 906 204.65 respectivamente. 2) Se calculó los actuales costos relativos a las actividades relacionadas al ciclo de minado obteniendo que la actividad de transporte significa el 17% del costo de producción de las minas. Llegó a las siguientes conclusiones: 1) La minas Andaychagua, Carahuacra y San Cristóbal se sitúan en las zonas donde existe Volcan intrusivo; 2) El Túnel de Integración presentará una sección de 5.5 x 5.5 y tendrá una cuneta de 0.3x0.4 metros; 3) Durante la excavación de la mina se realizará mapeos geológicos con la finalidad de ubicar nuevos yacimientos potencialmente explotables; y 4) Al terminar la construcción del proyecto, resulta fundamental que la mina aproveche de la mejor manera el activo (13).

2.1.3. Antecedentes locales

Antonio realizó la tesis titulada: “*Aplicación de taladros largos en vetas angostas, caso Mina Austria Duvaz – Morococha*”, en la Universidad Continental, Huancayo – Perú, para optar el título profesional de Ingeniero de Minas. Como objetivo general se tuvo: Evaluar la aplicación de taladros largos en la excavación de las vetas angostas. Como objetivos específicos se tuvo: 1) Analizar los efectos de la utilización de los sistemas de minado en los tajos aplicando taladros largos en vetas angostas. 2) Encontrar los parámetros y diseño de perforación utilizando taladros largos en vetas angostas. La investigación fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo explicativo, la población fue la Mina Morococha y la muestra estuvo conformada por la veta La paz y el nivel de operación NV 1700, sub nivel 560 -3E, La técnica para la recolección de datos fue la observación. Resultado que obtuvo: Se calculó los costos unitarios para el método de explotación por taladros largos obteniendo un total de 20.48 \$/Ton. Las conclusiones a las que llegó: 1) La veta La paz presenta los siguientes parámetros: tiene una inclinación de 75-80°S y anchos irregulares con potencia desde 1.40 hasta 3.20m. 2) El método de taladros largos para la explotación refleja el incremento de producción proyectada a comparación del método corte y relleno ascendente. 3) El método de taladros largos es el más óptimo por la minimización de la inversión. 4) En cuanto a costos operativos, el método de taladros largos resulta ser el más adecuado en comparación al del método de relleno y corte (14).

Silvestre desarrolló el trabajo de investigación titulada: *“Aplicación del método de explotación por subniveles en la Unidad Minera Chungar - Empresa Minera Volcan”*, para optar el título profesional de Ingeniero de Minas de la Universidad Continental. Su objetivo general fue: Evaluar la aplicación del método de explotación por subniveles en la Mina Animon. Cuyos objetivos específicos fueron: 1) Evaluar las condiciones geológicas y geomecánicas de la Mina Animon para la aplicación del método de explotación. 2) Determinar las ventajas y desventajas de la aplicación del método de explotación por sub niveles. Su investigación fue de tipo aplicada, cuya población y muestra fue las zonas de la veta Karina y ramal 3) en la mina Animon, utilizó la observación como la técnica de recolección de datos y su instrumento fue los formatos de evaluación. Llegó a las siguientes conclusiones: 1) El espacio es apropiado de la Mina Animon para la aplicación del método de explotación por sub niveles, debido a que contiene una extensa área de para la realización de la explotación. 2) En la actualidad en la Mina Animon se sigue utilizando el método de corte y relleno a la vez el método de explotación por sub niveles para distintas vetas. 3) En la actualidad, con la utilización del método de explotación por sub niveles, se obtiene una mayor capacidad de producción, ya que es recomendable el uso de este método (15).

Vivas realizó el trabajo de investigación titulada: *“Incremento de la altura de corte, en función a un estudio geomecánico para optimizar la producción del stope 097 en la zona de Santa Bárbara, sección 02 en el NV 3420 en la Empresa Minera Atacocha - Unidad Atacocha - Grupo Milpo”*,

en la Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo – Perú, previa obtención del título profesional de Ingeniero de Minas. Tuvo como objetivo general modificar el método de explotación actual del mineral elevando la altura de corte de 5 m. Como objetivos específicos se tuvo: 1) emplear el diseño nuevo con los estándares nuevos. 2) Analizar la conducta geomecánica de la roca encajonante requerida para la abertura contemplada en la propuesta. El método de la investigación es descriptivo y explicativo, la muestra estuvo conformada por los trabajos piloto pertenecientes al Stope 097, desempeñados en la zona correspondiente a Santa Bárbara. Llegó a las siguientes conclusiones: 1) Con la aplicación del método de explotación se eleva la altura de corte, en un metro adicional, es decir, de 4 a 5 m. 2) Las características geológicas de la muestra en estudio son: piso, techo y caja siendo de calizas de tipo silicificadas, variedad de mineral es de esfalerita, calcopirita y galena argentífera, morfología es tabular y la potencia es de 6 a 10 m. 3) El método de estabilidad gráfico establece aberturas del tiempo como también la variedad de sostenimiento, de auto soporte, del cuerpo rocoso. 4) Es recomendable la aplicación del método, semi mecanizado, de relleno y corte en la totalidad de las actividades (16).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Minería

“La minería viene a ser el conglomerado de trabajos requeridos para efectuar la explotación de un yacimiento y, en determinados casos, las necesarias plantas para dar tratamiento al mineral extraído”. (17)

“Las minerías se dividen en varios criterios, las cuales son: el más extenso contempla si las labores se efectúan por debajo o encima de la superficie terrestre, que son las minas subterráneas, la otra es a tajo abierto”. (17)

“La actividad minera, la que el hombre realiza para su subsistencia, genera alteraciones en el medio natural, desde los puntos no notables hasta llegar a ser un impacto sobre el medio en que se desarrollan”. (17)

Viene a ser la obtención de los materiales a partir de la corteza terrestre. Reconocida como la actividad más antigua de la humanidad. La minería es la actividad que se encarga de la extracción física de materiales de la corteza terrestre, en grandes cantidades para seleccionar pequeños volúmenes del producto deseado. Por lo general, la minería tiene como objetivo la obtención de minerales o combustibles. (18)

Características de la minería

- **Industria extractiva**

Los recursos minerales después de su extracción ya no pueden ser renovados, es decir, una de las causas de la minería como una actividad de

extracción manejada con responsabilidad y tecnología aprovecha los recursos escasos. Las empresas poseen objetivo principal la extracción óptima de las reservas minerales, esto para conseguir mayores beneficios de tipo económicos, teniendo en consideración los máximos niveles de seguridad en cuanto a las operaciones. (19)

- **Alto riesgo**

Durante el desarrollo de las actividades de tipo mineras, existen dos fases fundamentales, las cuales son:

“La primera es la búsqueda del recurso mineral, que depende de los factores económicos, técnicos y de la naturaleza”. (19)

“La segunda etapa es el negocio minero que consta en la identificación de un depósito minero que sea viable económicamente para su explotación, esto en función de factores endógenos, calidad del insumo, capital del cual se dispone disponible, cotización del mineral, política tributaria, marco legal etc.”. (19)

- **Ciclo de vida marcado por etapas**

Como se detalló anteriormente, la minería tiene dos fases de desarrollo que poseerán un periodo de maduración variable, el cual está en función del capital con el que se cuenta, el tipo de mineral y la magnitud del proyecto. La minería, generalmente, oscila entre mediana y larga maduración. (19)

- **Localización determinada**

La minería se sitúa donde se ubica el depósito mineral.

“La minería se localiza en el lugar donde se realiza la actividad, básicamente donde existen los recursos minerales, convierte a la minería en un factor fundamental para impulsar la descentralización y la generación de polos de desarrollo que promuevan el interior del país”. (19)

- **Alta relación entre producto y desperdicio**

La explotación de los recursos mineros está compuesta por los recursos de la corteza, los que se encuentran en contenidos bajos, es decir que los materiales no valiosos superan a los materiales valiosos, mostrando una alta relación de desperdicio/producto originado por el proceso tecnológico seguido. (19)

- **Impacto ecológico**

Las remociones de grandes cantidades de los materiales de la minería, altera el entorno al impactar en la geográfica del área, dicho de otra manera, la utilización de las tecnologías y los dichos materiales puede causar usualmente un impacto grande en el área, lo cual se dirige mediante planes de monitoreo, evaluación constante y paralela restauración al proceso productivo (19)

Clases de yacimiento

- **Vetas**

“Son recursos minerales compuesto por un cuerpo mineral de forma alargada, limitado por planos irregulares de rocas, generalmente las vetas se encuentran de manera vertical, se llama manto aparecen de manera tendido o echado, siendo el más común en la corteza terrestre”. (20)

- **Diseminado**

“Son minerales que se presentan en forma de hilos que atraviesan la roca en todas direcciones, las mismas que se originan como puntos de mineral que cubren grandes extensiones, un ejemplo son los yacimientos auríferos de Cajamarca”. (21)

- **Aluvial**

“Son recursos minerales que se forman por el transporte de gravas y minerales pesados de diferentes formas y tamaños, se encuentran depositados en las arenas o lechos de los ríos o mares”. Estos recursos generalmente son de oro, tungsteno y titanio. Como por ejemplo se puede mencionar a los yacimientos de lavaderos de Sandía en Puno, de Pallasca en Ancash y los de Madre de Dios. (22)

- **Contacto**

Es un depósito de los recursos minerales formado a lo largo del encuentro entre dos rocas de distinto origen, usualmente una de ellas es caliza. Los principales tipos de yacimiento en contacto son con referencia

a sus características geológicas: placeres fluviales y glaciares, sulfuros masivos, pórfidos de cobre y epitermales de oro. (20 pág. 3)

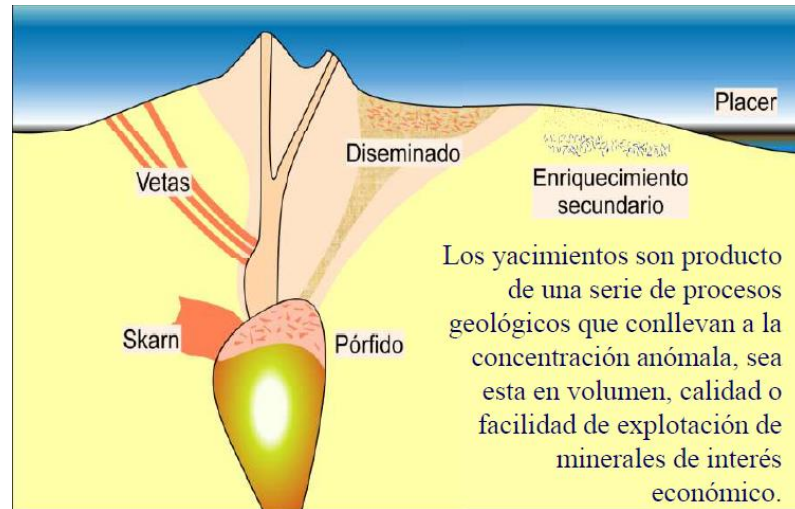


Figura 1: Clases de yacimiento.

Fuente: Metalogía del uranio en las regiones de Cusco y Puno, Rivera y otros, (23).

En la figura se presenta las diferentes clases de yacimiento, los cuales son: yacimiento de vetas, diseminados, aluvial y contacto. Cada una de ellos se ha definido en los párrafos anteriores.

Tipos de minería

- **Minería a tajo abierto**

Esta variedad minera se efectúa en la superficie terrestre, en la que mineral se distribuye profundamente en el suelo. Antes de iniciar con la minería a tajo abierto, se realiza el desbroce de vegetación que se encuentra sobre el yacimiento. Esta clase de minería implica la remoción de áreas con vegetación, siendo así una de las actividades mineras que más daño hace a la naturaleza, especialmente al interior de bosques tropicales. (24)



Figura 2: *Minería superficial.*

Fuente: Explotación minera, preparación y concentración, Aguilar J., (25)

Debido a la realización del tajo abierto de la minería se usa para el depósito, a gran profundidad, del mineral que ha sido extraído.

“En este tipo de minería el agua subterránea debe ser bombeada para permitir el minado. Generalmente se forma un lago en el tajo al terminado de las actividades de minado y luego que se termine el bombeo del agua subterránea”. (24)

- **Minería subterránea**

Para la iniciación de este tipo de minería se extrae una cantidad limitada de material sobrecopa, esto solamente para acceder al yacimiento minero. Se elabora un túnel para acceder al depósito de mineral. Los conductos de tipo vertical se dirigen a una red horizontal de túneles que poseen un acceso directo al depósito minero a ser explotado. En la minería subterránea se desarrollan secciones, galerías, pilares de las rocas y creando cavidades subterráneas la que llenan con una mezcla de roca de

desecho y cemento. Esta variedad de actividad minera resulta ser la más cara, implicando, además de ello, altos riesgos para la seguridad. Estas minas se encuentran en producción en el mundo. (24)

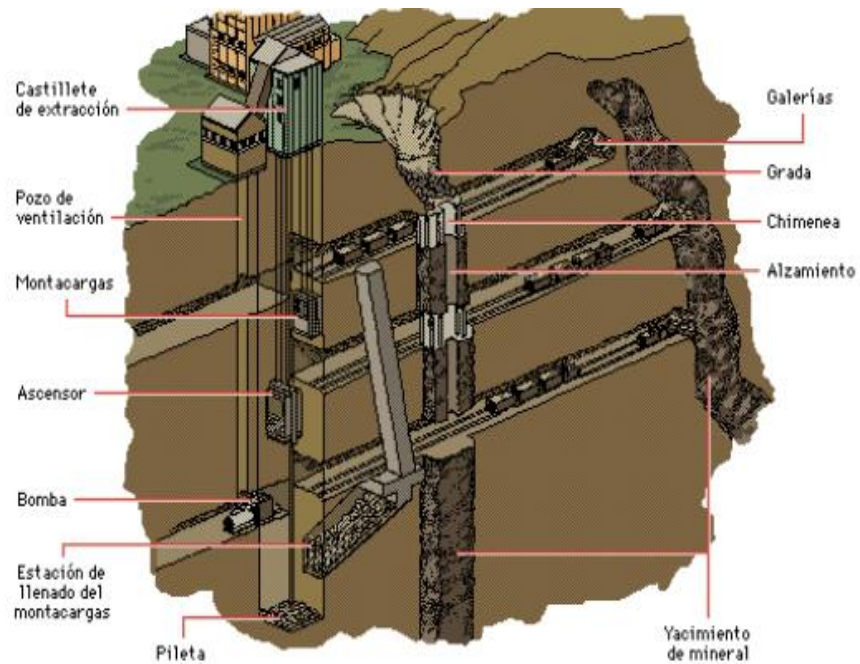


Figura 3: Minería subterránea.

Fuente: Explotación minera, preparación y concentración, Aguilar J., (25)

Recursos minerales

“El recurso mineral es una concentración u ocurrencia de material natural, solido, inorgánico u orgánico fosilizado terrestre, los cuales presentan la cantidad y la calidad, que son susceptibles para una eventual extracción económica”. (26)

La localización, de los elementos o minerales, conocida o interpretada en base a las evidencias geológicas, metalúrgicas y tecnológicas específicas.

“Los recursos minerales son no renovables, es decir, se extraen toneladas de material de una minería, esto queda intacta sin retornar a las condiciones iniciales”. (27)

Reservas minerales

La reserva de minerales es aquella parte del medido recurso mineral, a la vez, es el indicado recurso mineral que es extraíble económicamente en base a un escenario medio ambiental, productivo, financiero y económico.

Las pérdidas y diluciones se incluyen a la reserva mineral con material ajeno circundante a esa parte del recurso mineral y que se contamina debido a la extracción minera (26).

2.2.2. Producción Minera

A. Inversiones

El sector minero es la que genera mayor economía en el país por el volumen de inversiones. Mediante los datos presentados por la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, la minería tiene mayor inversión a nivel nacional (28).

B. Valorización económica

- **Ingresos**
 - Tonelajes
 - Leyes
 - Recuperaciones
 - Precio del producto

- **Costos**

- Costos de minería
- Costos de procesamiento
- Costos de metalurgia
- Costos generales

- **Valorización de un bloque**

El valor de un bloque debe ser calculado asumiendo que el mismo está descubierto. Su valor debe ser calculado suponiendo que será explotado. El costo de la minería requiere contabilizarse adecuadamente en el proceso de valorización de un bloque. Cabe decir que los costos de la minería se concentran en el movimiento de un bloque que es estéril, junto al resto de los costos relativos a la planta.

- ✓ **Costos de extracción**

Los costos en la extracción de la roca se valorizan en el bombeo de agua, perforación, mantenimiento de caminos, tronadura, botaderos, carguío, transporte, amortización, depreciación y los costos generales de la minería.

- ✓ **Costos de concentración**

Los costos en la concentración de los materiales minerales se valorizan en las siguientes actividades: amortización y depreciación, movimiento desde costos generales de la planta de concentración, molienda, secadores, flotación, filtración y espesadores.

✓ **Costos de fundición y refinación**

Esta variedad de costos es valorizada en los siguientes procesos: transporte del concentrado, amortización y depreciación, los costos generales tanto refinación como también de fundición, transporte del cobre y cargos de la fundición.

C. Procesos productivos

• **Extracción**

Es una actividad que consiste en la extracción del mineral desde el interior de la mina hasta la planta de procesos. Esta actividad se divide en dos formas:

✓ **Extracción tajo abierto**

Su objetivo es la extracción de la roca desde la mina a cielo abierto para transportarla a la etapa siguiente de procesamiento del mineral o a botaderos siempre respetando las leyes y lastre o estéril. Los principales procesos de la extracción de rocas en la minería a tajo abierto son: perforación, disparo perforado, tronadura, carguío y transporte.

✓ **Extracción subterránea**

El objetivo principal de esta actividad es extraer la roca de la mina subterránea para ser enviada a la etapa de procesamiento de mineral. La extracción de la roca de la minería subterránea se puede llevar mediante diversos métodos de explotación. Esta elección depende de aspectos técnicos –

económicos, de la característica de la roca y la escala de la explotación. Los principales procesos de la extracción de la roca en la minería subterránea son: perforación, disparo perforado, tronadura, carguío y transporte. (17)

- **Procesamiento**

Consiste en la reducción a través de métodos físicos para separar la roca de las partículas metálicas. El mineral extraído es sometido a procesos que poseen por finalidad incrementar su nivel de concentración para hacer posible su comercialización o adecuarlo para el proceso de fundición y refinación.

Son diversos los métodos de procesamientos metalúrgicos, que dependen de las características del mineral. Los principales métodos son las siguientes:

- ✓ **Flotación**

En este proceso se utiliza los sulfuros para extraer los minerales profundos. Los procesos productivos de la flotación son: chancado, molienda, selección granulométrica (hidrociclones), concentración (flotación), separación solida – liquido (espesador y filtro) y concentrados.

- ✓ **Lixiviación**

En este proceso se emplea los óxidos para extraer los minerales en superficie. Los procesos productivos de la

lixiviación son: chancado, lixiviación, purificación (extracción por solventes), electro – obtención y cátodos de cobre. (17)

- **Fundición**

Actividad que se realiza con la finalidad de separar los metales presentes en los concentrados, este proceso se realiza por un proceso piro metalúrgico, dicho de otra manera, proceso que se realiza con altas temperaturas que funde el concentrado, estas temperaturas transforman los metales de sólido a líquido. (17)

- **Refinación**

Actividad que consiste en la purificación de los metales producto de la fundición, que conlleva a la transformación industrial. Son dos los tipos de refinación, los cuales son: refinación a fuego (piro metalurgia) y refinación por electro – obtención (EW). (17)

2.2.3. Corte y relleno ascendente mecanizado (over cut and fill)

El corte y relleno ascendente mecanizado, es el método ascendente de realce. La mecanización se entiende como la alternativa de introducir a las operaciones de minado diversas maquinarias con diverso grado de sofisticación tecnológica, de manera que sus características de flexibilidad, maniobrabilidad, considerable velocidad y alto rendimiento permiten obtener una alta productividad y como consecuencia bajos costos de producción. Es decir, el mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando, iniciando por la parte inferior de un tajo y avanzando

verticalmente. Una vez extraída la franja completa, se debe rellenar el correspondiente volumen con material estéril (relleno), cumpliendo la función de piso de trabajo a los obreros y permitiendo sostener las paredes, y en casos especiales el techo (17)

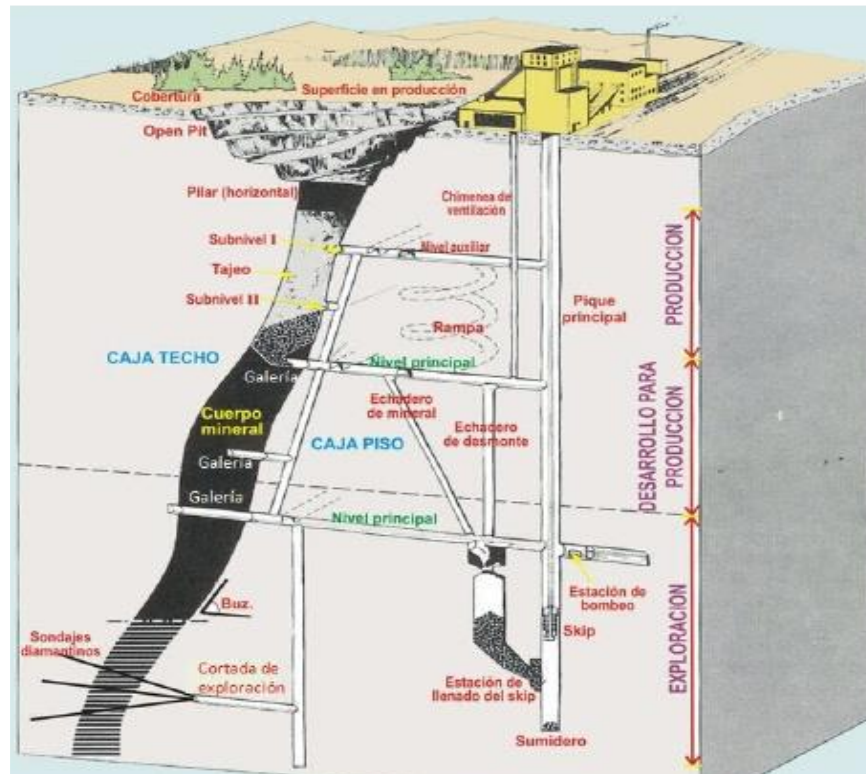


Figura 4. Corte y relleno ascendente.

Fuente: Explotación minera, preparación y concentración, Aguilar J., (25)

2.2.3.1. Operación típica de Método de explotación corte y relleno mecanizado

Después de las labores de preparación se empieza a la rotura del Block de Mineral a partir del subnivel, con el procedimiento siguiente: Perforación y Voladura, limpieza y relleno.

Tajeo típico de método de explotación Corte y Relleno, con Winche de arrastre como equipo de limpieza, Máquina perforadora Stoper

y equipo de transporte con Locomotoras: En el Nv 1 Muestra limpieza de mineral Winche de arrastre, en la parte central en perforación de taladros en vertical y en la tercera zona en relleno con relleno proveniente de descaje (17).

Explotación

“Perforación – Voladura – Ventilación y desate – Limpieza - Relleno”

Después de las labores de preparación se empieza a la rotura del tajeo a partir del subnivel, con dos formas de perforación; taladros horizontales y verticales, los cuales dependen de las condiciones de la estructura mineralizada; potencia y tipo de roca del mineral y de las cajas.

2.2.3.2. Desarrollos

Se desarrollan los accesos de entrada a cada nivel, chimeneas, ore pass y rampas.

- Niveles de acceso. - se deben de desarrollar por encima del tajeo, para el acceso de personal, equipos y servicios para el tajeo. Estas mismas servirán para el acceso de equipos versátiles, excepto los equipos cautivos durante la operación.
- Chimeneas. - Las chimeneas deben diseñarse fuera de la estructura mineralizada, para los fines de uso permanente de tránsito de personal e instalación de tuberías de servicios de aire, agua, bombeo, relleno hidráulico y ventilación y chimeneas para traslado de equipos de gran dimensión.

- Ventanas de acceso secundarios. - Son aquellas entradas que se inicia desde los accesos principales (Rampa), los mismos que servirán para acceso en niveles más cortas e ingreso de equipos de carguío y de transporte.

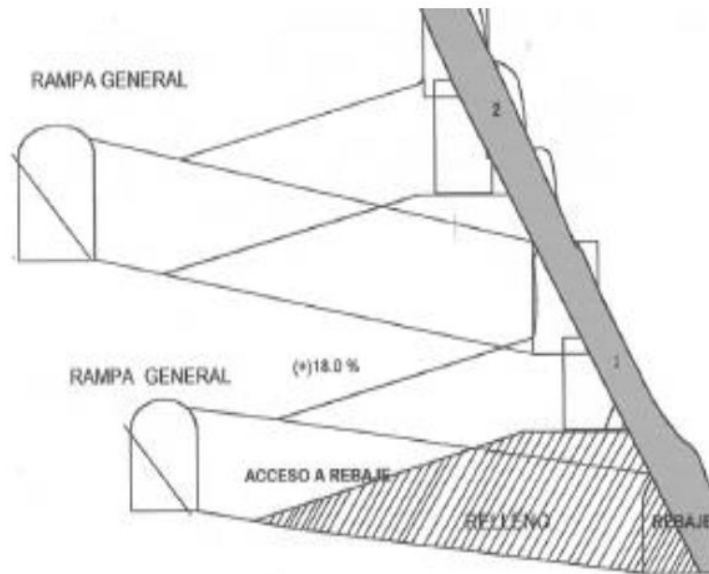


Figura 5. Desarrollo de accesos de entrada a cada nivel, chimeneas, ore pass y rampas.
Fuente: Explotación minera, preparación y concentración, Aguilar J., (25)

2.2.3.3. Producción

Para la producción existen dos diferentes sistemas de perforación y voladura pueden ser usados; el método más común es la vertical con taladros inclinados hacia arriba y los cortes son derribadas de una manera que se asemeja a los intervalos de banqueo. Las secciones mayores hacia el techo pueden ser perforados sin interrupciones con equipos mecanizados como; Jumbo, Uper Drill y perforadoras Wagon drill, etc. El mismo que será seleccionados de acuerdo tipo de roca y forma de la estructura (17).

2.2.3.4. Alternativas para el control de cajas

Una alternativa para evitar debilitamiento de la corona con la voladura es la perforación horizontal (Breasting), la que permite derribar con las técnicas de voladura escalonada. Estos taladros perforados en forma horizontal, permite que el techo sea controlado con una superficie uniforme. Después que el mineral sea extraído, la altura libre y los hastiales estará controlada y soportada con relleno. Además, esta forma de perforación evita dilución por tener mayor control de las cajas (17)



Figura 6. Alternativas para el control de cajas.

Fuente: Explotación minera, preparación y concentración, Aguilar J., (25)

2.2.3.5. Perforación

En este método de explotación se podrá llevarse con dos perforaciones distintas, la más común son; con taladros horizontales y verticales, los cuales dependen de las condiciones de la estructura mineralizada; potencia y tipo de roca del mineral y de las cajas. Perforación horizontal produce un menor aprovechamiento del mineral, porque el perforista tiene espacio

solo para determinados taladros, la corona del tajeo queda parejo después de la voladura. Antes del inicio de la nueva secuencia de perforación, el supervisor de turno debe de marcar altura de relleno, dejando altura suficiente para la perforación siguiente (17).

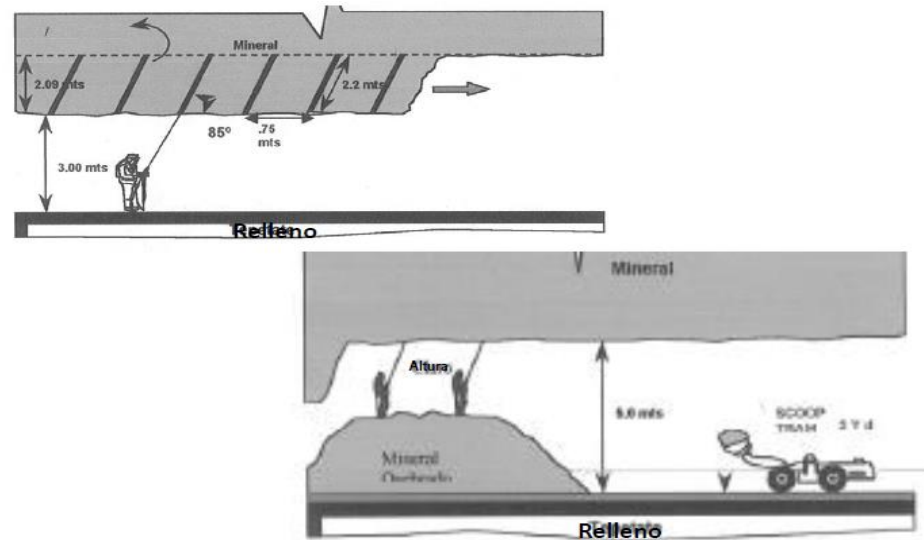


Figura 7. Alternativas para Perforación.

Fuente: Explotación minera, preparación y concentración, Aguilar J., (25)

2.2.3.6. Carguío y Transporte

Para el transporte y carguío del mineral y/o desmote se usan los equipos LHD, los mismos cargan y transportan hacia los echaderos y/o puntos de transferencia, y en caso de los camiones transportan hacia los puntos de transferencia o hasta la superficie. Generalmente estos equipos LHD sobre neumático, se logra su eficiente cuando la superficie del relleno es uniforme, siendo mucho mejor con relleno hidráulico o pasta. La distancia de acarreo es limitada puesto que el transporte generalmente consiste en acarrear el mineral a los ore pass dentro del Tajeo y acarreo a

los echaderos de relleno, excepto cuando el mineral es cargado dentro del tajeo y el relleno es ingresada con camiones y descargada dentro del tajeo (17).

2.2.3.7. Relleno

Este relleno debe ser lo más barato posible, tanto en su obtención como en su abastecimiento. Según el caso, su procedencia puede ser la siguiente:

- **Canteras especiales:** Este relleno se obtiene en la superficie, en canteras especialmente organizadas, con ese objeto para así, abaratar los costos. De todas maneras, salvo en aquellos casos de canteras de arenas o de materiales dendríticos que se pueden obtener a un costo muy reducido, este sistema es por lo general caro.
- **Rellenos de tajos antiguos:** Éste es relativamente de bajo costo, siendo el inconveniente que estos rellenos se consolidan por la acción de la humedad y de la presión de las cajas.
- **Estériles de plantas de preconcentración:** Se usa cuando la planta está a poca distancia de la mina, de no ser así, obliga a un mayor costo de transporte del estéril.
- **Relleno Hidráulico:** Consiste en transportar un relleno constituido por material de grano fino, suspendido en una pulpa en base a agua, que se deja decantar en el tajeo.

- **Relleno Creado In Situ:** La obtención de relleno en el tajeo mismo puede ser ventajoso, como por ejemplo en el caso de vetas angostas o de vetas que presentan variaciones en la mineralización. En caso de vetas angosta se genera de las cajas, generalmente al piso por medidas de seguridad.

2.2.3.8. Abastecimiento del relleno

Considerando la gran cantidad de material a transportar, este aspecto representa un porcentaje considerable del costo total de explotación. Desde el punto de vista de transporte se distinguen dos tipos de rellenos: rellenos secos y relleno húmedos (17).

- **Rellenos secos:** Se transporta de manera idéntica que el mineral, es decir, se empleará el mismo equipo empleado en el transporte del mineral. De esta manera, el relleno llega a los tajos por la galería superior y es vaciado en los bolsillos (Ore Pass).
- **Rellenos Hidráulicos o Húmedos:** Es un caso especial en que la pulpa es transportada por gravedad a través de una red de cañerías con varios terminales que se introducen en los Tajos desde la galería superior por una chimenea o bien por hoyos de sondajes entubados.

2.2.3.9. Condiciones de diseño

Se puede aplicar en yacimientos:

- Con buzamientos pronunciados.

- En cualquier depósito y terreno.
- Con cajas medianamente competentes.
- Las cajas del yacimiento pueden ser irregulares y no competentes.
- El mineral debe tener buena ley.
- Disponibilidad del material de relleno.

2.2.3.10. Ventajas

Tiene buena plataforma de trabajo cuando es aplicado con relleno hidráulico.

- Desarrollo mínimo antes de empezar el minado
- Minado selectivo y menor dilución
- Es más versátil, que hace posible eficiente el minado
- La abertura de la excavación es menor y su auto sostenimiento es mejor
- Disposición de Mineral inmediato
- Disponibilidad del equipo
- Minimiza el desprendimiento de las cajas y por tanto la dilución es menor.
- Es factible para cambiar de método en cualquier momento

- La inversión en equipos es relativamente menor

2.2.4. Perforación en Breasting

Es cuando la perforación se realiza de manera horizontal, donde el tipo de explotación es de corte y relleno ascendente, donde la maquina está apoyada sobre relleno (entablado), la característica principal de esta perforación es que existe una distancia entre el frente de perforación y el relleno (MIO) (25).

Es aquella perforación que se realiza de forma horizontal para la posible extracción del mineral del tajo, va a contar con una cara libre que se va encontrar ubicada debajo del mineral, del mismo modo va a contar con un espacio libre entre el relleno y el mineral. El uso de la perforación en breasting se debe a la menor calidad de roca que tiene con respecto al realce (20).

La altura del espacio de la cara libre varía entre 1 m, 0.80 m, 0.5 m, etc. Depende mucho de las dimensiones del tajo, del tipo de material a esponjarse y va llegar a tener una determinada granulometría. El tamaño de nuestro frente dependerá del factor de esponjamiento (20).

Características:

- Tipo de roca: suave
- Burden: 0.40 m
- Espaciamiento: 0.60 m
- Potencia de mineral: 1 – 1.20 m

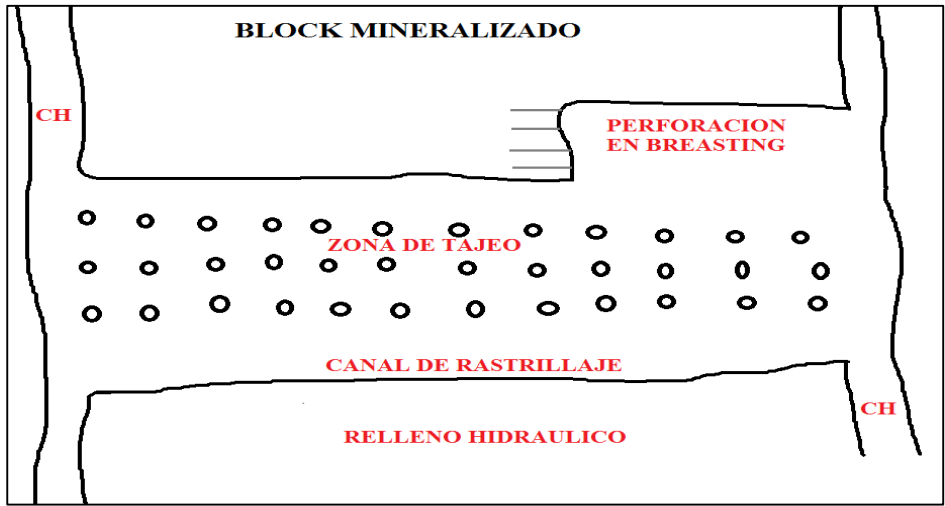


Figura 8. Perforación en Breasting.
 Fuente: Explotación minera, preparación y concentración, Aguilar J., (25)

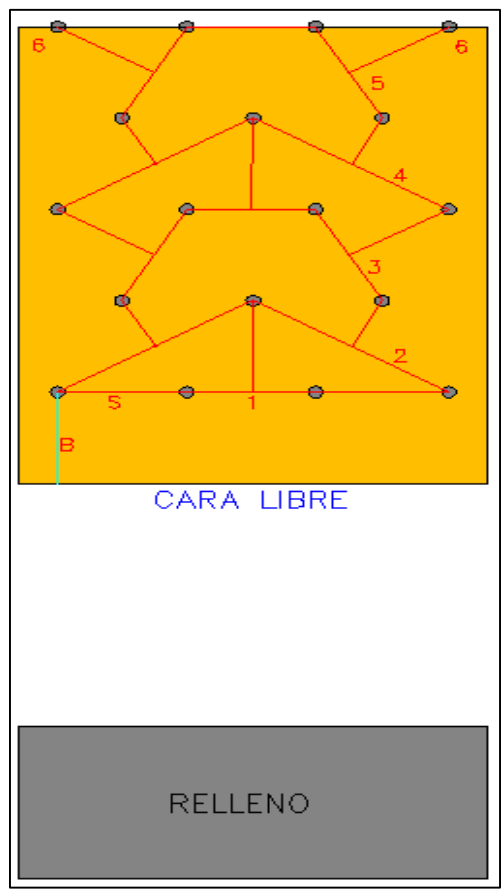


Figura 9. Perforación en Breasting.
 Fuente: Explotación minera, preparación y concentración, Aguilar J., (25)

2.2.4.1. Perforación en realce

Es la perforación de abajo hacia arriba que vendría a ser una variante del método de perforación y voladura en breasting, para realizar la perforación en relace será necesario que el tipo de roca sea buena, básicamente nos da mayor producción que el de breasting. (MIO)

Es un tipo de perforación en minería subterránea que se usa generalmente en tajos para la extracción del mineral, la perforación se realiza de manera vertical, con un grado de inclinación que ayudara en la voladura hacia la cara libre.

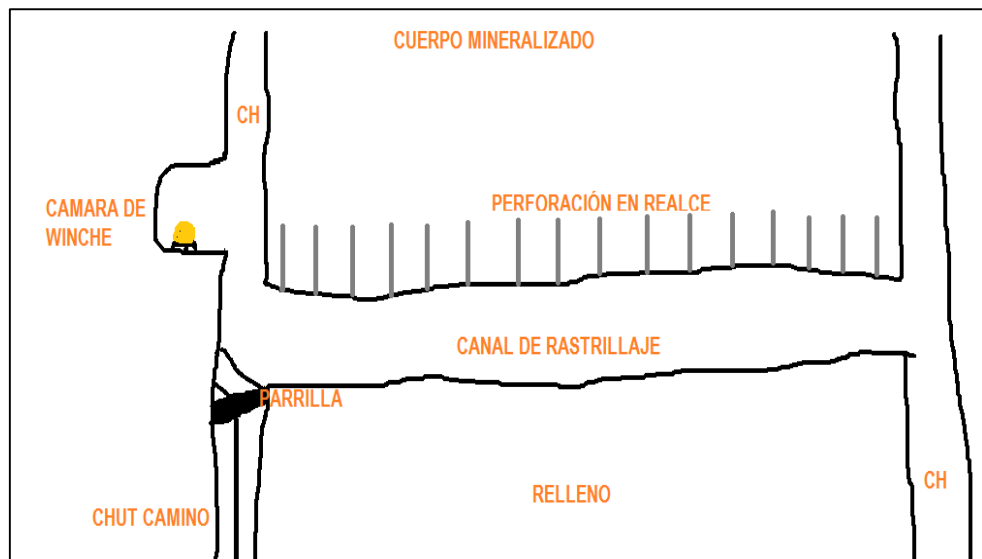


Figura 10 Perforación en realce.

Fuente: Explotación minera, preparación y concentración, Aguilar J., (25)

2.2.4.2. Características de perforación

El burden y espaciamiento tienen dimensiones de acuerdo al tipo de roca. Estos parámetros se comportan de acuerdo al tipo de resistencia del mineral en el caso de los tajos.

2.2.4.3. Influencia de la perforación y voladura

La voladura puede también afectar a la masa rocosa ya sostenida y debilitarla a tal grado que los bloques rocosos podrían quedar colgados con los pernos de roca o caer sobre el piso.

Las voladuras en realce producen mayores daños y generan zonas de debilitamiento de la estructura existente, incrementando la posibilidad de falla de la masa rocosa de una excavación subterránea. Es, por lo tanto, recomendable que en las rocas de inferior calidad a RMR=45, no se realicen voladuras en realce, si no en breasting (28).

Debido a que una mala voladura causa daños a la roca circundante e induce grandes movimientos a lo largo de planos de deslizamiento, es importante el uso de técnicas de voladura controlada, particularmente en los terrenos formados por bloques con el propósito de asegurar techos y paredes lisos o firmes y prevenir así movimientos críticos a lo largo de los planos de deslizamiento. (Inge Expert)

2.2.5. Generalidades de la Unidad Carahuacra Perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.

La mina Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A., está ubicada en la zona de Carahuacra, Pancar y Rangra, provincia de Yauli, del departamento de Junín, a una altitud que oscila entre los 4450 a 4800 metros sobre nivel del mar.

Geográficamente se encuentra en $76^{\circ}05'$ longitud oeste y $11^{\circ}43'$ latitud sur. La mina Carahuacra se ubica a una distancia recta de 110 kilómetros con dirección $N75^{\circ}E$ de la ciudad de Lima y a 180 kilómetros del Puerto del Callao. El clima es frío y seco. (29)

2.2.5.1. Ubicación y acceso

La Unidad de Producción de Carahuacra se encuentra en el departamento de Junín, puntualmente en la provincia de Yauli, ubicada en el flanco oriental de la Cordillera de los Andes Centrales del Perú. Su localización está a 110 Km, respecto a la ciudad de Lima ubicándose en las siguientes coordenadas: $76^{\circ} 05' O$ y $11^{\circ} 43' S$. Además, el distrito de Yauli se encuentra a una altitud de 4550 msnm.

Respecto al acceso a la mina Carahuacra resulta posible dado al fácil acceso, pues se puede emplear la carretera central e ingresar por la localidad de Pachachaca.

2.2.5.2. Historia

La Unidad de Carahuacra ya era conocida desde la época Colonial cuyo yacimiento se destinó a la explotación de Plata. El mineral era tratado en la fundición de Yauli. Actualmente, las ruinas aún se pueden observar cerca de la población del mismo nombre, en donde se observan varias chimeneas intactas y piedras de molinos.

Durante, el análisis histórico, la mina tuvieron diversas etapas de auge y abandono asociados con los precios de la Plata y el Zinc, principales minerales que se extraen de la unidad. En el año 1951, la Empresa Administradora de Mina realizó la compra de algunos denuncios de tierras en esta zona conformando la unidad explotadora Volcan Empresa Minera S. A. A. La unidad explotadora en ese entonces enviaba su mineral hasta la concentradora de Mahr Túnel. No obstante, debido a la baja cotización del precio de Zinc en el mercado internacional, la mina estuvo paralizada durante el periodo 1957 - 1959. A pesar de que la mina cerró en 1957, se construyó la Planta Concentradora Victoria y, posteriormente en 1960 cuando se reinició sus labores la mina, los minerales se trataron a razón de 800 toneladas diarias.

En el año 2013 se consolidó la mina Islay ubicada en la Unidad Operativa Chungar, esto a través de la adquisición de dos concesiones mineras cercanas. En dicha unidad, así mismo se concluyó la ampliación de la planta concentradora llamada “Animon” de 4.200 tpd a 5.200 tpd, y,

en el año 2013 se culminó la ampliación de las plantas Andaychagua y Victoria en la Unidad Yauli, hasta 10.500 tpd.

Al año siguiente, 2014, se continuó con la ampliación de la capacidad de tratamiento de las plantas hasta lograr las 10.800 tpd.

En Julio del mismo año, Volcan adquirió la central hidroeléctrica Tingo. En el futuro, esta central sería ampliada y sería conectada a las Unidades de Alpamarca y Chungar. Así también, la Empresa puso en operación la nueva Unidad de Alpamarca como también la planta de Óxidos de Cerro de Pasco.

En el transcurso del 2015, se efectuaron las siguientes reorganizaciones societarias: la absorción patrimonial de Troy, El Pilar, Shalca, Huascarán y Santa Clara por parte de Chungar; la división de un bloque patrimonial; y, desde el primer mes de 2016, la absorción de la Empresa Administradora Chungar S.A.C. por parte de Alpamarca S.A.C.

En suma, Volcan cuenta con más de 344 mil ha. de concesiones mineras, doce minas, una planta de lixiviación y siete concentradoras. Lo que la convertiría en una de las empresas mineras más diversificadas, liderando, a nivel mundial, el mercado de Zn, Pb y Ag.

2.2.5.3. Clima y vegetación

En cuanto al clima, este tiene un clima característico de la puna, el cual es seco y frío. Así mismo, la temporada de lluvias se presenta entre noviembre y marzo, habiendo también otro tipo de precipitaciones como

granizadas y nevadas. Las menores temperaturas se manifiestan con la estación seca, entre meses de abril y octubre.

Las condiciones climáticas características del área propician el crecimiento de una vegetación de gramíneas, como el ichu. Así mismo, debido a las agrestes características climáticas, no existen terrenos adecuados para el cultivo, y, si los hay, son pequeñas áreas.

Abundan también otras especies, pero en una proporción menor que el Ichu, como el matorral de ladera que posee aplicaciones en la construcción y medicina local.

2.2.5.4. Geología

A. Geología local

i. Secuencia litológica

La secuencia litológica de la Mina Carahuacra viene arraigado desde el Paleozoico hasta el Cretácico Superior.

ii. Geología local

Secuencia litológica

En la zona de Carahuacra fueron reconocidas las siguientes unidades litológicas:

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA MINA CARAHUACRA

ERA	SISTEMA	EPOCA	EDADES PISOS	UNIDAD LITOLOGICA	GRAFICO	FORMACION SEDIMENTARIA	FORMACION IGNEA	MINERALIZACION	
CENOZOICA	CUATERNARIO					SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS	INTRUSIVOS INTERMEDIOS CUARZO - DIORITAS		
	TERCIARIO			CAPAS ROJAS CASAPALCA		DISCORDANCIA CONGLOMERADOS CALCAREADOS CALIZAS LUTITAS CALCAREAS ARENISCAS ROJIZAS			
MESOZOICA	CRETACIO	INFERIOR	COMANCHEADO	FORMACION JUMASHA		DOLOMITAS MASIVA POCO FOSLIFERA ALTERANCIA DE CALIZAS MARCOSA - BITUMINOZA	CUELLOS DE BASALTOS A TRAVEZ DE TODAS LAS FORMACIONES	MINERALIZACION ESTRATOLIGADA DE Fe, Ba, Ag, Zn, Pb CON MINERALIZACION HIDROTHERMAL FORMA DE CUERPOS Y MANTOS	
		NEOCOMICO (EOCRET)		GRUPO MACHAY	FORMACION PARIATANO FORMACION CHULEC		ALTERANCIA DE CALIZAS MARCOSA FOSLIFERA		BASALTO
				GRUPO GOLLAR		LUTITAS ROJAS ARENISCAS	BASALTO		
		TRIASICO JURACICO	INFERIOR O EOUJASICO (LIAS)	SINEMURIANO ETTANGIANO	GRUPO PUCARA	FORMACION CONDORSINGA			CALIZAS BLANCAS AMARILLAS BRECHAS CALCAREAS CHERT CALIZAS CON YESO
	SUPERIOR O MESOTRIASICO		RETIANO HORIANO	FORMACION ARAMACHAY FORMACION CHAMBARA			CALIZAS ARENOSAS		DERRAMES DE BASALTO
	PALEOZOICA	PERMICO	SUPERIOR	OCHOA	GRUPO MITU		LENTE DE ARENISCAS Y CONGLOMERADOS ROJISOS		DERRAMES DE DACITA Y ANDESITA
		MEDIO	GUADALUPE LEONARDO			DISCORDANCIA	DERRAMES DE BASALTO		
DEVONICO		SUPERIOR	CHAUTAUQUAN	GRUPO EXCELSIOR		DISCORDANCIA	INTRUSIVO INTERMEDIO TIPO CARAHUACRA CUARZO-MONZONITA	MINERALIZACION HIDROTHERMAL EN VETAS DE W, Sn, V, Bi, Cu, Zn, Pb, Ag, Sb	
	MEDIO	ERIAN (HAMILTON) ULSTER			FILITAS MARMOLAS FOSLIFEROS CUARCITAS	INTRUSIVO ACIDO TIPO CHUMPE GRANITOS	MINERALIZACION ESTRATOLIGADA DE Ni, Co		
						VOLCANICOS VOLCANOCLASTICOS MORADOS	VOLCANICOS VERDES	MINERALIZACION ESTRATOLIGADA DE Cu, Zn, Pb, Fe.	

Figura 11. Columna Estratigráfica Generalizada
Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

Silúrico – Devónico

Grupo Excélsior

En el área de la Mina de Carahuacra, las rocas de mayor antigüedad conforman el núcleo del Anticlinal Chumpe y son las pertenecientes al grupo Excélsior, cabe mencionar que no se tiene mayor conocimiento acerca de la potencia total de este grupo.

En 1943, se estableció una potencia de aproximadamente 1800 m para una equivalente secuencia en la localidad de Tarma, dicho conglomerado se encontraba predominantemente conformado por filitas con intercalaciones de bancos calcáreos marmolizados, vulcanitas verdes y cuarcitas.

A la vez, su mineralización se encuentra principalmente reconocida en filones, además de la descrita previamente por Kobe, quien pudo identificar hasta dos variedades: una en la mina llamada Ultimátum de Ag, Fe, Pb y Zn, Pb; y otra de S, Ni, Fe, Co y Sb.

Pérmico

Grupo Mitú

Así mismo, en las rocas Excélsior se encuentran un conjunto de rocas Volcánicas, las cuales conforman una serie bastante diversificada, siendo identificada como Volcánicas Catalina.

La mineralización en este grupo es reconocida de manera amplia alrededor de la extensión territorial del domo de Yauli, evidenciándose en forma diseminada y de filones, su irregular naturaleza hace que la potencia total de Mitú sea bastante oscilante, mientras que, al O de la mina llamada San Cristóbal,

la capacidad de potencia es cercana a los 800 m. La edad a la cual pertenece el grupo Mitú está contemplada como perteneciente al Carbonífero superior, y, posteriormente, pasó a corresponder a la escala temporal geológica del Pérmico.

Jurásico

Grupo Pucara

A la vez, un grupo de facies calcáreas identificado como Grupo Pucará se ubica en una discordancia bastante marcada sobre el grupo conocido como Mitú. Es cual se está dividido por hasta tres formaciones conocidas como Chambará, Condorsinga y Aramachay; las que a su vez se encuentran vinculadas a la mineralización económica de la zona.

- ✓ **Formación Condorsinga** (Liásico Toarciano): Esta es calcárea casi exclusivamente, se encuentra conformada por calizas que son mayormente bioclásticas u oolíticas, las que presentan una cantidad abundante de chert en su primera mitad; a la vez, las intercalaciones tufáceas grises, de grano medio a fino, son bastante usuales. En cuanto a las calizas, su color oscila entre el gris claro el oscuro, siendo de grano fino, habiendo zonas en las que se encuentran fuertemente brechadas.
- ✓ **Formación Aramachay** (Liásico: hetangiano - Sinemuriano): está compuesta por pizarras de variedad limosas, calizas, areniscas y chert; esta últimas, se presentan en bancos de entre 20 y 50 cm, los cuales son lenticulares frecuentemente, o en nódulos de tipo discoidal con diámetro de hasta 100 cm; también se muestran capas vulcano-detriticas.

- ✓ **Formación Chambará** (corresponde al Triásico superior): Su base muestra una serie de variedad terrígena seguida por otra de variedad calcárea conformada por calizas, dolomitas, las cuales se encuentran divididas por tufos de algunos cm y capas calcáreo-arcillosas.

Dicha mineralización es de amplio conocimiento en la región central peruana. En esa área, los mantos que emplazan la base de la Condorsinga y el techo Aramachay poseen variaciones desde centímetros hasta algunos metros; la mineralogía se encuentra conformada básicamente por minerales de plata, rodocrosita, esfalerita, siderita y hematita.

Cretácico Inferior

Grupo Goyllarisquizga

Sobre el grupo Pucará, este se ubica en paralela discordancia al grupo Goyllarisquizga, que fue depositado en hasta dos fases que fueron consecutivas. La primera, que estuvo compuesta por cúmulos de granulometría, tanto muy fina como fina, y limitadas permutaciones de areniscas, situadas en un clima semiárido, la cual se puede evidenciar en la oxidación de pelitas. En el transcurso de la segunda fase hay un cambio drástico respecto a la primera fase, generándose un depósito de areniscas muy gruesas hasta medianas como también niveles conglomeráticos con troncos vegetales actualmente silicificados. En San Cristóbal, su potencia llega hasta los 100 m.

Cretácico Medio

Grupo Machay

Este corresponde a una formación absolutamente carbonatada, litológicamente se encuentra compuesta por una permutación de margas calizas con facies externas de plataforma; conforma la primera formación cretácica que fue fechada de manera adecuada de los Andes Centrales del Perú. Es meritorio mencionar que la totalidad de dicha serie se encuentra bioturbada de manera intensa.

La base de la formación Chúlec data del Albiano medio, y es tomada en consideración como la base relativa al primer horizonte calcáreo superior de las cuarzosas areniscas que forman parte del grupo conocido como Goyllarisquizga.

Formación Pariatambo. Miembro superior del grupo Machay, actualmente es considerada como una formación separada, esta muestra una pigmentación negra, resistencia escasa a la erosión y una monótona litología conformada por una permutación entre marga y caliza. Toda esta formación situada en una plataforma aislada y profunda, relativamente, la cual posee restos de peces y diversos amonites poco fragmentados. Su tope se encuentra definido por la presencia del mineral conocido como sílex, que se ubica, a veces, en tal magnitud que llega a formar bancos decimétricos con presencia de dolomitas.

Intrusivos

En toda la Anticlinal de Yauli, se ubican Stocks reducidos de diabasa, monzonita de tipo cuarcífera, como también un dique de andesita. En cuanto a Carahuacra, por su parte, se presenta un dique de diabasa, el cual es perpendicular a la apófisis norte perteneciente al intrusivo de Carahuacra.

Intrusivos Carahuacra

Estos generan formaciones pre mesozoicas y se sitúan en el este de la Mina. Se extiende, de manera alargada, de norte a sur y de 850 m de ancho por 1,100 m de largo, presenta, además, una longitud de apófisis de 550 m al norte. Su textura es porfirítica y conformada predominantemente por feldespatos.

B. Geología Regional

La Unidad de Producción Carahuacra se encuentra ubicada en el flanco occidental perteneciente al anticlinal de Yauli, que viene a ser una estructura de tipo domótica. Este complejo, conformado por determinadas formaciones, que datan del Paleozoico, al interior de la faja intra cordillerana de formaciones Mesozoicas.

El Paleozoico se encuentra básicamente conformado por dos pisos: el primero, el superior, compuesto por el grupo Mitú, y el segundo, el inferior, se encuentra compuesto por el grupo Excélsior; a la vez, el margen se encuentra compuesto por aquellas formaciones que datan del mesozoico como los grupos Pucará, Machay, Goyllarisquizga, como también la formación Jumasha.

C. Geología Estructural

Plegamiento

La Mina Carahuacra, se encuentra situada en la dominante estructura regional del Domo de Yauli. El rumbo de esta estructura es N 40° O; y, al ser de forma asimétrica, su flanco E, buza entre los 30° y 40°, aproximadamente, a la vez, su flanco O, buza entre los 60° y 80°, llegando a estar conformado por diversos sinclinales como también anticlinales, de estos últimos, los más importantes se ubicarían en Yauli y Chumpe.

El anticlinal Chumpe se ubica al O, su lado oriental presenta un buzamiento de 30° de N a E, mientras que el occidental buza 55° de S a O; su núcleo se encuentra compuesto por rocas perteneciente al grupo Excélsior, así mismo, el flanco de occidente se encuentra compuesto tanto por calizas como por areniscas, de manera similar, en el flanco oriental, se encuentran distribuidas aquellas rocas pertenecientes al grupo Mitú, y, sobre las mismas, las pertenecientes al grupo de Pucará.

Principalmente, son reconocidos dos períodos tectónicos en la región central; el primero, perteneciente al Pérmico inferior, llamado Tectónica Tardihercinica, el cual dio inicio a un intenso plegamiento de las filitas Excélsior; y, el segundo, identificado como Tectónica Andina, que plegó las rocas mesozoicas.

Fracturamiento

El fracturamiento de la zona correspondiente a la Mina Carahuacra, se muestra como efecto de las fuerzas intrusivas y compresivas que originaron el desarrollo de la formación conocida como el Domo de Yauli.

Es probable que, para finales del Cretácico, el plegamiento "peruano" de las fuerzas de compresión de dirección NE - SO iniciaran un proceso de formación del anticlinal conocido como Chumpe, así, con el avance con el que las fuerzas de compresión elevan su intensidad en el transcurso del plegamiento "Incaico", los estratos inferiores de caliza cayeron encima de los Volcánicos que se encontraban en posición subyacente, dando origen a la formación de fallas repetidas inversas acompañadas por pliegues de arrastre.

Así mismo, las fuerzas de tipo tensional, al detener las fuerzas compresivas de manera momentánea, originaron la formación de fracturas de tipo longitudinal paralelas con respecto al eje perteneciente al anticlinal de Chumpe, las que posteriormente serían rellenadas por los diques conformados por alaskita.

D. Geología Económica

La complejidad geológica del distrito de Yauli dio origen a una gran diversidad de depósitos de tipo mineral, los cuales se encuentran extendidos de manera amplia a lo largo de la zona descrita.

Después de la fase final del plegamiento "quechua" y la formación de las fracturas de tensión, llegó la etapa de mineralización, con soluciones

mineralizantes generadas de los stocks de monzonita cuarcífera, además, debe aclararse que inicialmente los cuerpos y mantos fueron reemplazados y/o rellenados de manera indistinta, mediante canales alimentadores, por soluciones hidrotermales.

Vetas

También llamadas filones, estas básicamente se formaron por relleno de fracturas, llegando a ser mejor mineralizadas las constituidas a lo largo de las fracturas de tensión; así mismo, aquellas que no fueron bien mineralizadas son las fallas de cizalla, ello se encontraría relacionado con el hecho de que estas contendrían demasiado panizo, ubicándose a lo largo de todo el distrito en cuestión, con una mayor presencia en el grupo Mitú.

Mantos

Estos se encuentran ubicados en las calizas de Pucará, a lo largo del flanco oeste del anticlinal. Es a partir del contacto con Mitú que se sitúan de manera concordante con la estratificación.

Cuerpos

De manera similar a la de los mantos, los cuerpos se ubican en las calizas Pucará, en el flanco oeste de respectivo anticlinal, estando conformados por la fusión de manto o la intersección de un manto con una veta.

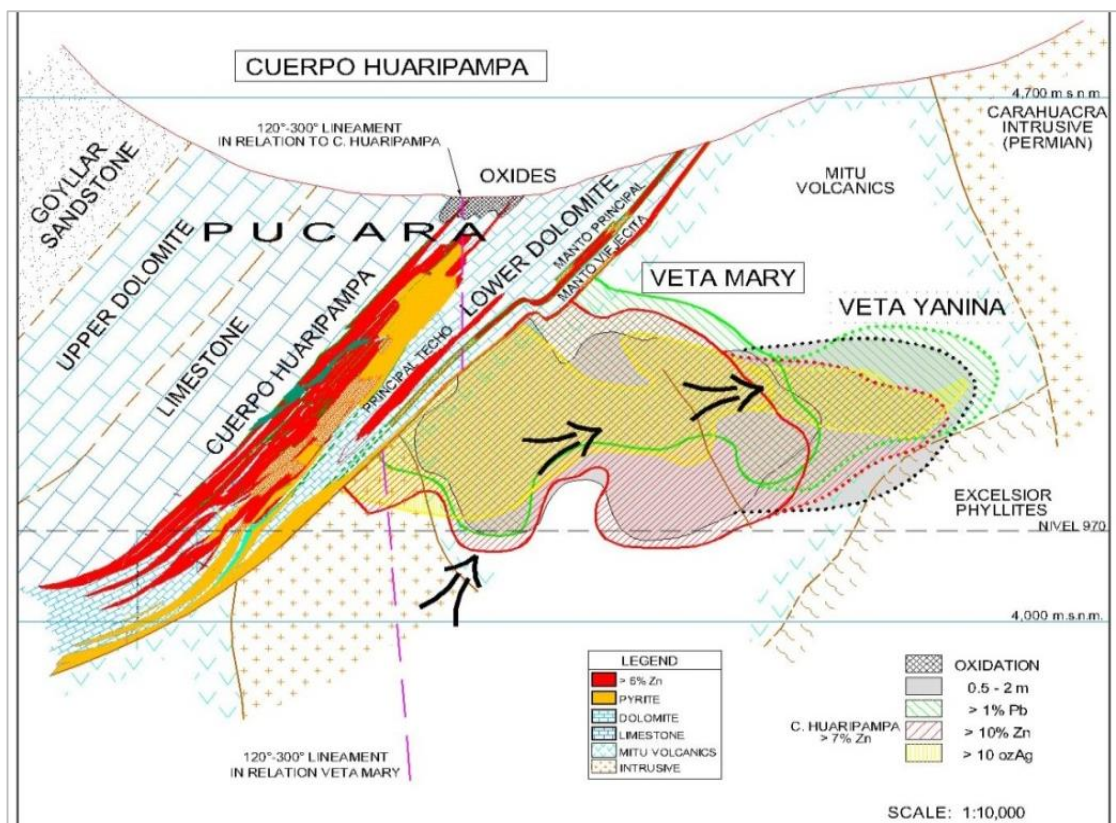


Figura 12. Sección de la composición geológica y modelo de la Mina Carahuacra
Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

E. Sistema de Vetas Carahuacra

Las vetas pertenecientes al sistema de esta mina son las Penélope, Mary, Lourdes, Ramal Mary, Carmen, Yanina, Ruth y M.L. Cabe mencionar que las más grandes son las vetas M.L. y Mary, que se encuentran mineralizadas al largo de 500 a 600 m.

El ancho de vetas, en toda su extensión, puede variar en los diferentes tipos de roca, teniendo una potencia que oscila desde unos centímetros hasta 8.00 m.

Mineralización

La veta Carahuacra se encuentra conformada por los siguientes minerales: baritina, esfalerita, hematita, cuarzo, pirita, carbonatos, minerales de plata, marcasita y galena.

A la vez, entre los carbonatos con mayor presencia están la rodocrosita, calcita y siderita. Y, entre los minerales de planta, también están marcasita, tetraedrita, barita, marmatita y hematita.

Zoneamiento y Paragénesis

Al interior de las vetas, los minerales han conformado bandas en posición paralela, así, la paragénesis se encuentra constituida de la siguiente forma: cuarzo, pirita, esfalerita, carbonatos, galena, pirita, esfalerita, carbonatos, pirita y esfalerita.

Hacia el este va decayendo de manera gradual la presencia de tanto de esfalerita como también de pirita, pasando, así, de pirita hasta el contacto Volcánico, sobre las rocas filitas se muestran únicamente trazas de pirita alternadas con cuarzo lechoso.

Alteraciones de Rocas Encajonantes

Se identifican hasta tres áreas de alteración, la primera, la veta que evidencia silicificación de unos centímetros, la segunda, la alteración argílica que llega hasta unos 20 m, y, la tercera, el área de cloritización que es mayor a los 10 m.

Controles de Mineralización

La mineralización relativa al sistema de vetas de Carahuacra muestra un control tanto de tipo estructural como litológico: el primero está representado por fracturas tensionales del área que origino la circulación de soluciones de tipo mineralizante, de tal modo que resulta básico tener en consideración que las diversas pulsaciones originaron diferentes bandas de minerales.

F. Mineralización en Cuerpos

En relación con las calizas y tufos del grupo Pucará, se ha generado la mineralización en forma de mantos, los cuales, usualmente, mutan a cuerpos de mineral de formas irregulares.

A la vez, dichos mantos de sitúan a partir de la interacción Volcánico-caliza, y, a lo largo de este lugar son interceptadas las fracturas que penetran el anticlinal (sistema de vetas 2050, 2020, 1920, Carmen, Mary, 1520 y 1640).

Mineralogía

La mineralogía de los cuerpos se encuentra conformada de manera principal por cuarzo, esfalerita, galena, hematita, magnetita, marcasita, barita, piritita y siderita.

Alteración de la Roca Caja

Tanto el tipo como el grado de alteración se encuentran ligados a la clase de roca huésped. Usualmente, la caliza se encuentra dolomitizada adyacente a los estratos mineralizados, silicificada, y, ubicada en áreas lejanas. La

modificación consta de una piritización y recristalización moderada, a la vez, es conspicua la formación estructuras cársticas y de brechas de solución.

Consideraciones Genéticas

A causa de la existencia de dos posiciones, una epigenética y otra singenética, acerca del origen de este tipo de mineralización, se han venido desarrollando grandes discusiones.

2.2.5.5. Inventario

A. Inventario de recursos

En total se cuenta 1,474,442 TM (Medidas e Indicadas), cubicadas y una ley promedio de Zn: 3.88%, Pb: 0.36%, Cu: 0.05% y Ag: 1.19Oz. en Inferidos por 2,997,143 TM con leyes de Zn: 6.24%, Pb: 0.89%, Cu: 0.09% y Ag: 2.65Oz, estos recursos no están consideradas en la reserva, Como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2.
Resumen de Recursos a junio 2017

CATEGORIA	TM	AV(m)	Zn(%)	Pb(%)	Cu(%)	Ag(oz/t)
MEDIDO	754,982	27.25	3.75	0.30	0.05	1.06
INDICADO	719,460	19.30	4.02	0.43	0.05	1.33
Total General	1,474,442	23.37	3.88	0.36	0.05	1.19

CATEGORIA	TM	AV(m)	Zn(%)	Pb(%)	Cu(%)	Ag(oz/t)
INFERIDO	2,997,143	9.36	6.24	0.89	0.09	2.65

B. Inventario de Reservas

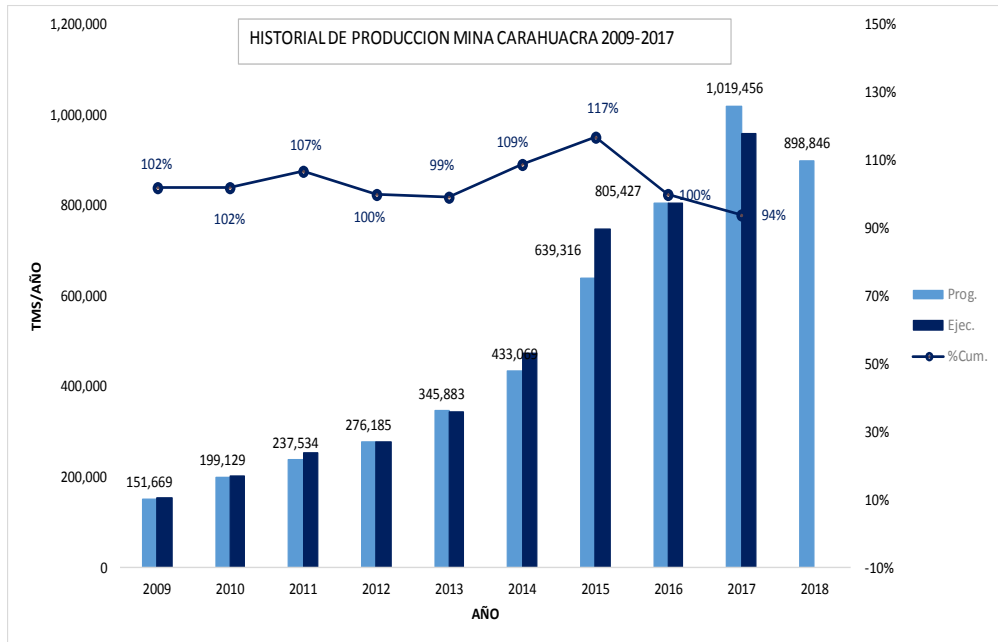
Las reservas probadas se estiman en 3'371,408 TMS, con leyes promedio de 6.36 % Zn, 0.51% Pb, 0.10 % Cu y 2.42 Oz/t Ag., en tanto las reservas probadas en 1'774,545 TMS, con leyes de 6.65 % Zn, 0.51 % Pb, 0.09 % Cu y 2.49 Oz/t Ag y las reservas probables en 1,596,863 con leyes de 6.05 % Zn, 0.51% Pb, 0.11% Cu y 2.34 Oz/t Ag.

Tabla 3.
Resumen de reservas a junio-17

CATEGORIA	TMD	Zn(%)	Pb(%)	Cu(%)	Ag(oz/t)	VPT(US\$)
PROBADA	1,774,545	6.65	0.51	0.09	2.49	111.24
PROBABLE	1,596,863	6.05	0.51	0.11	2.34	105.53
TOTAL RESERVAS	3,371,408	6.36	0.51	0.10	2.42	108.53

La explotación de mina Carahuacra se basa en cuatro estructuras principales, las cuales se explotan en forma mecanizada desde el año 2011, siendo la más importante, Veta Mary que se desarrolla a lo largo de 800 metros, seguidas de Veta ML, Veta Diana, cuerpo Huaripampa y el cuerpo Melissa

Figura 13. Historial de Producción Mina Carahuacra.



Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

La producción de mina Carahuacra ha ido incrementándose significativamente desde el año 2009 donde se producía 151,700 TM por año en forma convencional, hasta lograr 805,427 TM en el 2016 (casi 420% en 6 años) y orientarse a 989,846 en el 2018, este incremento se hizo posible gracias a la mecanización de la Mina.

2.2.5.6. Descripción de las Fases en la Operación Minera

A. Exploración

En esta etapa se realizan labores horizontales y verticales con el objetivo de:

- Llegar a las proyecciones de las vetas o cuerpos para su posterior desarrollo.

- Posicionamiento para la ejecución de cámaras diamantinas, desde donde se proyectarán taladros de reconocimiento que confirmarán o descartarán la presencia de vetas y cuerpos en las proyecciones dadas.

B. Desarrollo

En esta etapa se realiza para acceder a la estructura en profundidad (Rampas) y horizontal (By Pass), estas pueden ser paralelas a la estructura y normalmente su ejecución se realiza en desmante.

Para el desarrollo de mina se ha conceptualizado profundizar mediante una rampa principal en caja piso de las estructuras mineralizadas, de sección 4.50m x 4.50m con pendiente negativa de 12% y avance promedio mensual al orden de 70 metros; existiendo 562 metros de distancia inclinada entre niveles y 60 metros en distancia vertical entre niveles principales.

- Acceso a Block para ser preparados y explotados.
- Preparación de infraestructura para ventilación Principal, etc.

C. Preparación

En la adecuación del método de minado AVOCA al yacimiento de mina Carahuacra se considera la ejecución de accesos paralelos y equidistantes a 100 metros entre sí, con longitud promedio al orden de 80 metros con sección 4.0m x 4.0m y pendiente de 1% desde el By Pass N° 01 hasta la intersección con la estructura mineralizada.

Como preparación previa al minado el diseño contempla la ejecución de accesos o cruceros de sección 4.0m x 4.0m desde la rampa principal hasta la proyección del By Pass N°01 e iniciar la construcción del By Pass N° 2 de sección 4.50m x 4.50m con pendiente positiva al 1%; Así como también contempla el acceso positivo de pendiente máxima al 10% de sección 4.0m x 4.0m de longitud máxima al orden de 80 metros hacia el subnivel 02 y acceso negativo de sección 4.0m x 4.0m con pendiente máxima hasta -12% de 80 metros de máxima longitud hasta la intersección en cota de subnivel 01.

La preparación del subnivel 03 inicia desde el nivel principal inmediato superior mediante un acceso con inclinación negativa de sección 4.0m x 4.0m con pendiente máxima hasta -12% y longitud máxima al orden de 80 metros hasta la proyección en cota del subnivel 03.

En esta etapa se desarrollan labores horizontales o verticales siguiendo la estructura de la veta o cuerpo que permiten y pueden ser paralelos a los desarrollos:

- Preparación de blocks de mineral que conformarán las zonas de explotación.
- Las labores de preparación están conformadas por chimeneas y subniveles.

D. Explotación

Es la etapa final en que se extrae en forma sistemática el recurso mineral preparado y cubicado en las zonas de trabajo llamadas “subniveles” y “tajos”.

E. Tipos y Diseño de Labores Mineras

Para las operaciones se vienen realizando labores mineras cuyas secciones son de 3.8 m x 4.0 m (Subniveles), 4.0 m x 4.0 m (Accesos) y 4.5 m x 4.5 m (Rampas), la cuales se muestran en los gráficos adjuntos. El tipo de labor utilizada es la que se muestran a continuación.

Se deberá de considerar como porcentaje máximo de sobre rotura en labores de avances 10%.

F. Rampa de Acceso

La rampa de acceso tiene una sección de 4.5 m x 4.5 m, gradiente positiva +13%. Esta labor es ejecutada entre los niveles, contará con cámaras de refugio cada 50 metros en línea recta y en curva.

G. Bypass

Los bypass son excavaciones perpendiculares a las ventanas y se desarrollan paralelo al rumbo del cuerpo mineralizado tienen una sección 4.5 m x 4.5 m, la gradiente promedio es de 1%.

Los bypass se deben de avanzar en paralelo a las galerías a una distancia mínima de 30 metros, teniendo en cuenta los criterios geomecánicos.

H. Accesos

Los cruceros son excavaciones horizontales y rampas positivas y negativas a +/-13% perpendiculares a la estructura mineralizada que nos sirve de acceso para la extracción de mineral roto, la sección es de 4.0 m x 4.0 m.

I. Chimeneas slot

Labores verticales y perpendiculares a la galería de 1.5 x 1.5 mts. que nos sirve para la cara libre en el momento de la voladura.

J. Galería y Subnivel

Las galerías son paralelos a los bypass y se desarrollan dentro de la estructura mineralizada, estas tienen una sección de 3.8 m x 4.0 m con una gradiente promedio de 1%.

Subniveles son Labores intermedias a los niveles que son subsiguientes a las ventanas intermedias de 3.8 m x 4.0 m. de sección y realizadas sobre la estructura.

2.2.5.7. Secciones típicas

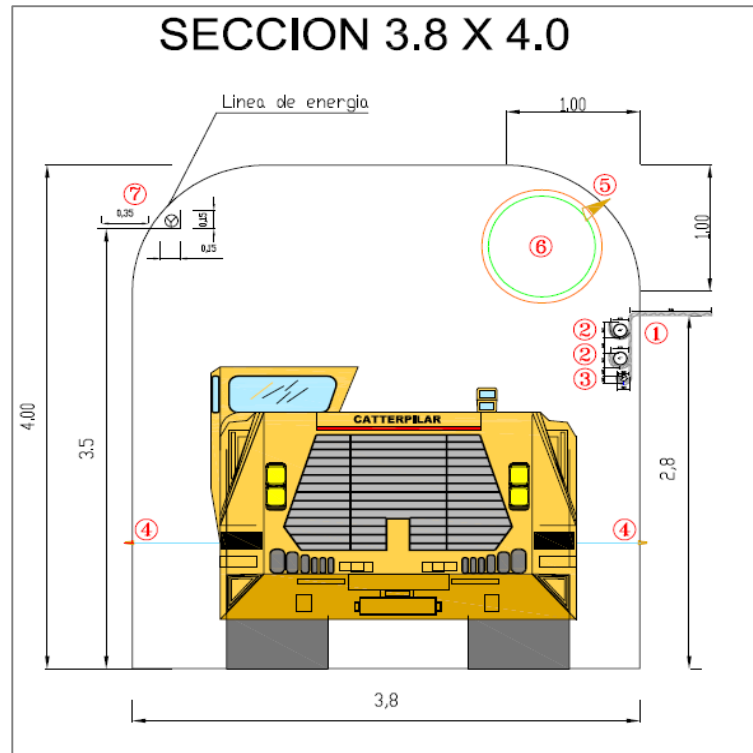


Figura 14. Sección Típica 3.8 x 4.0 Mina Carahuacra.
Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

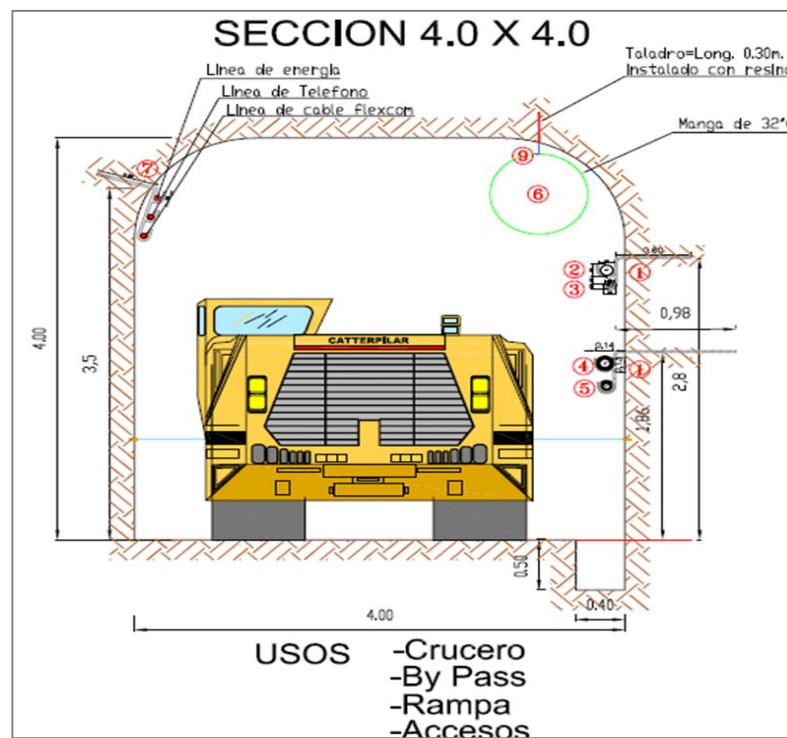


Figura 15. Sección Típica 4.0 x 4.0 Mina Carahuacra.
Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

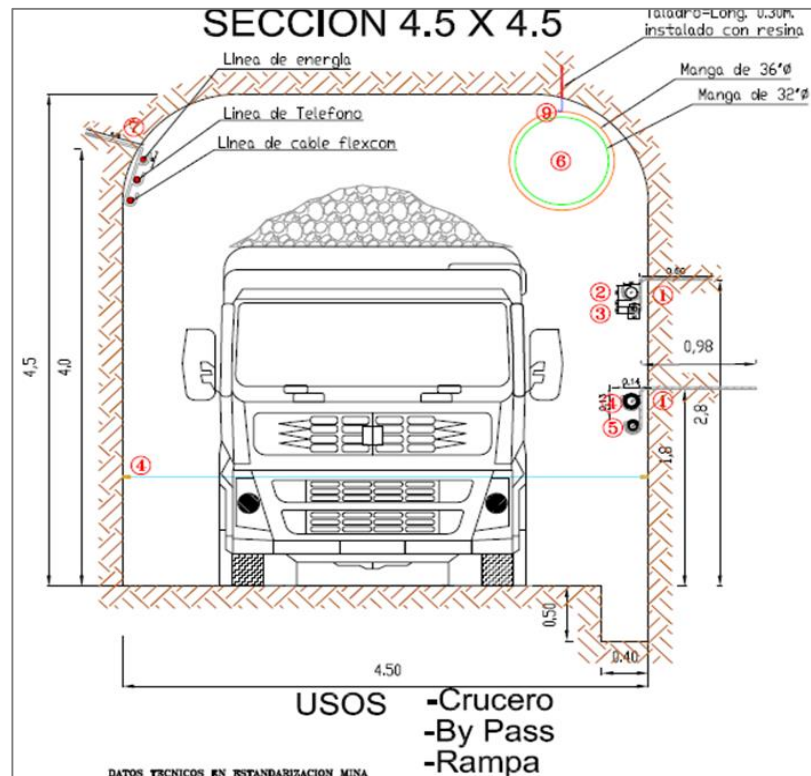


Figura 16. Sección Típica 4.5 x 450 Mina Carahuacra.
Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

2.2.5.8. Ciclo de minado

En la mina Carahuacra, para extraer el mineral con valor económico realiza un proceso cíclico de minado siendo el siguiente para explotación por taladros largos; perforación, voladura, limpieza, transporte, relleno.

En los avances se sigue el siguiente ciclo; perforación, voladura, sostenimiento, limpieza y transporte.

A. Perforación

Se utilizan jumbos electrohidráulicos de uno y dos brazos electrohidráulicos y equipos simbas electrohidráulicos para perforación de

taladros largos con barras T38 de 1.50 metros de longitud, con un rendimiento promedio de 90 metros por guardia.

B. Voladura

Los explosivos utilizados en la mina Carahuacra son: Emulsión encartuchada, EMULSION 1.1/2"X8" 1.12g/cm³, Accesorios: Cordón Detonante 5p, Cordón Detonante No.5 Normal 5g/M 7000m/S, detonador No Eléctrico 18.0M Ret 25MS, y mecha rápida.

C. Desatado

Previa a la perforación de techo se realiza el desatado de rocas en el techo y los hastiales de forma mecanizada con equipos Skyler.

D. Sostenimiento

El sostenimiento de las labores, se realizan con shotcrete vía húmedo mecanizado, perno más malla electrosoldada, cimbras, expambol, hidrabolt y Split set, toda la instalación se realiza de forma mecanizada con Boolters.

E. Limpieza de mineral y desmonte

La limpieza de mineral y desmonte en los tajos y labores de avance se realizan con Scooptrams de 6.0 yd³, se acarrea directamente a las cámaras de carguío y el transporte para ambos casos se realiza el transporte con volquetes 6x4 y 8x4.

La limpieza del mineral roto producto de la voladura primaria es trasladado mediante un cargador de bajo perfil (Scooptrams) marca

Caterpillar modelo R1600 con capacidad de 6 yd³, la limpieza se realiza utilizando telemandos y refugios adecuados para resguardo del operador, el rendimiento es 101.58 t/h.

El desmante es trasladado hacia cámaras de acumulación mediante 02 camiones de bajo perfil de capacidad de 20 toneladas por viaje para su disposición final en los tajos explotados.

F. Extracción de mineral

El transporte de mineral desde la zona de carguío hasta los echaderos de mineral (Ore Pass) 384 ubicado en Nv. 820 y echadero 535 ubicado en Nv. 730, es realizado mediante volquetes modificados con capacidad de 09 m³, la flota consta de 9 unidades exclusivas en transporte de mineral y luego es extraído mediante 05 locomotoras (Capacidad de 70 t/viaje) a través del túnel Victoria del Nv.820 hacia la Planta Victoria, haciendo una longitud recorrida de 5 km.

2.2.5.9. Plan de Minado

A. Resumen de Producción

El plan de producción se ha desarrollado teniendo en cuenta las reservas cubicadas en base a la cubicación de Geología en mina Carahuacra con una producción anual 989 846 TM, con ley promedio de Zn: 4.83%, Pb: 0.33%, Cu: 0.09% y Ag: 1.75 Oz. Es importante detallar que representa la producción de toda la Unidad de Producción, que viene a ser la suma de los tajos.

Tabla 4.
Resumen de Producción Mina Carahuacra

	MES												
	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	Total general
TMD	83,391	75,272	84,834	84,260	88,351	78,343	79,630	82,996	78,472	79,426	82,561	92,309	989,846
% Zn	4.49	4.60	4.75	4.77	4.90	5.52	5.52	5.41	5.46	5.53	5.06	5.22	5.10
% Pb	0.27	0.33	0.23	0.27	0.33	0.35	0.33	0.45	0.44	0.44	0.30	0.31	0.34
% Cu	0.09	0.11	0.08	0.09	0.08	0.11	0.13	0.11	0.06	0.11	0.10	0.11	0.10
Oz Ag	1.88	1.80	1.34	1.57	1.68	1.79	1.97	1.99	2.22	2.26	1.75	2.18	1.87
VPT	90	92	88	91	95	106	108	108	109	111	98	104	100

Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

B. Beneficio – Producción de Finos

El plan de producción de finos está proyectado en función al plan de producción presentado, se estima producir 45,437 t de finos de Zn y 1,554,557 Oz de finos de Ag, más detalle en la siguiente tabla:

Tabla 5.
Resumen de Producción Mina Carahuacra

VETAS (TMS)		Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	TOTAL 2018	
PRODUCCION VETAS	TMS	63,372	56,191	66,314	62,786	68,206	74,931	79,630	82,996	78,472	79,426	82,561	92,309	989,846	
	Zn (%)	5.05	5.24	5.01	5.34	5.47	5.63	5.52	5.41	5.46	5.53	5.06	5.22	5.10	
	Pb (%)	0.35	0.42	0.27	0.34	0.41	0.36	0.33	0.45	0.44	0.44	0.30	0.31	0.34	
	Cu (%)	0.11	0.13	0.09	0.12	0.10	0.11	0.13	0.11	0.06	0.11	0.10	0.11	0.10	
	Ag (Oz/T)	2.40	2.30	1.63	2.02	2.10	1.87	1.97	1.99	2.22	2.26	1.75	2.18	1.87	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	RECUPERACIONES														
	Zinc (%)	91%	91%	90%	90%	91%	90%	91%	91%	91%	90%	91%	90%	91%	91%
	Plomo (%)	75%	84%	78%	83%	82%	81%	82%	81%	84%	85%	83%	84%	82%	
	Cobre (%)	46%	51%	44%	51%	37%	49%	44%	30%	27%	46%	49%	49%	44%	
	Plata (Oz)	83%	83%	83%	85%	83%	84%	83%	83%	83%	84%	83%	84%	79%	
	FINOS														
	Zinc (TMF)	2,912	2,668	3,002	3,019	3,380	3,815	3,991	4,075	3,855	3,976	3,778	4,363	42,835	
	Plomo (TMF)	164	198	142	179	228	220	214	306	290	297	206	238	2,683	
	Cobre (TMF)	31	38	27	37	24	42	47	28	13	41	40	49	416	
Plata (Oz)	126,004	107,288	89,779	107,192	119,612	116,935	130,647	136,875	144,876	150,350	119,315	168,753	1,517,625		

VETAS (TMS)		Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	TOTAL 2018	
PRODUCCION MELISA	TMS	20,019	19,081	18,519	21,475	20,145	3,412							102,650	
	Zn (%)	2.72	2.75	3.80	3.11	2.95	3.32							3.07	
	Pb (%)	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.05							0.06	
	Cu (%)	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02							0.03	
	Ag (Oz/T)	0.24	0.32	0.27	0.25	0.25	0.18							0.26	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	RECUPERACIONES														
	Zinc (%)	78%	81%	88%	78%	86%	89%								83%
	Plomo (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%								0%
	Cobre (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%								0%
	Plata (Oz)	25%	40%	40%	40%	40%	40%								79%
	FINOS														
	Zinc (TMF)	424	425	620	521	512	101	-	-	-	-	-	-	-	2,602
	Plomo (TMF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cobre (TMF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plata (Oz)	3,814	7,277	7,258	6,210	6,932	5,442	-	-	-	-	-	-	-	36,932	

FINOS		Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	TOTAL 2018
TOTAL MCAR	Zinc (TMF)	3,336	3,093	3,622	3,539	3,892	3,915	3,991	4,075	3,855	3,976	3,778	4,363	45,437
	Plomo (TMF)	164	198	142	179	228	220	214	306	290	297	206	238	2,683
	Cobre (TMF)	31	38	27	37	24	42	47	28	13	41	40	49	416
	Plata (Oz)	129,817	114,565	97,037	113,402	126,543	122,376	130,647	136,875	144,876	150,350	119,315	168,753	1,554,557

Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

C. Plan de Avances en Desarrollos, Preparación y Explotación

Para el desarrollo de plan de minado y con el fin de continuar con una explotación sostenible se desarrolló un plan anual de avances tanto en preparación, desarrollo y explotación por un total de 17,204 m a realizar, tanto en desarrollo 5,390 m, preparaciones 6,310 m Explotación 5,260 y avance en exploraciones 244m, los cuales se muestran en el Cuadro N° 7.

Tabla 6.
Resumen de avances mina Carahuacra

ETAPA	Datos												Total
	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	
DESARROLLO	430	455	465	480	455	400	415	420	450	410	465	545	5,390
PREPARACION	410	460	535	570	570	495	510	670	625	525	540	400	6,310
EXPLOTACION	570	400	350	360	430	500	480	410	390	430	465	475	5,260
DESARROLLO EXP.	64	85	75	20	0	0	0	0	0	0	0	0	244
Total general	1474	1400	1425	1430	1455	1395	1405	1500	1465	1365	1470	1420	17,204

Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

2.2.5.10. Presupuesto OPEX

El Opex de mina contemplado para el 2018 de acuerdo al plan de producción presentado es de 24.90 \$/t, tal como se detalla en la siguiente tabla, en el cual se detallan el costo por actividades y el costo por naturaleza.

Tabla 7.
Resumen OPEX Mina Carahuacra

Costos Carahuacra (MM USD)	Fcast 2017	Ppto 2018	Var
Mano de Obra	4.0	5.2	29%
Suministros	8.9	8.0	-11%
Servicios	16.5	17.6	7%
Otros	0.2	0.2	-14%
Costo Total	29.6	30.9	5%

CU Mina Carahuacra (USD/TM)	Fcast 2017	Ppto 2018	Var
Mano de Obra	4.1	5.0	22%
Suministros	9.1	7.6	-16%
Servicios	16.7	16.8	0%
Otros	0.2	0.2	-19%
Costo Total	30.1	29.6	-2%

Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

2.2.5.11. Geomecánica

Direcciones preferenciales de avance de las excavaciones

Se presentan alguna dirección, de tipo preferencial, en las cuales es posible alinear los avances de las excavaciones, de tal forma de alcanzar condiciones, mucho mejores, de estabilidad.

Dichas condiciones de estabilidad más favorables para la estabilidad acontecen, usualmente, cuando los avances de las excavaciones se dan perpendicularmente al sistema principal de discontinuidades, por el contrario, las condiciones desfavorables para la estabilidad acontecen cuando se avanzan las excavaciones paralelamente al sistema principal. Según la Distribución de discontinuidades presentada, se pueden ver los sistemas de

discontinuidades principales tanto en las vetas conocidas como Mary y María Luisa, como también, en el cuerpo Huaripampa.

En las vetas previamente mencionadas, resulta parecido el arreglo estructural, siendo la dirección de los principales sistemas NE-SW o viceversa, en dicho sentido, la dirección preferencial para el avance de las excavaciones debería ser perpendicular al alineamiento en que se acaba de mencionar.

En la situación del cuerpo Huaripampa, el sistema principal está orientado de NE-SW y NWS, por ello la dirección preferencial de avance debería de ser NS o EW, esto para obtener condiciones superiores de estabilidad al momento de realizarse las excavaciones.

Por razones de orden técnico asociados a la operación y diseño de la mina, las direcciones de avance del minado de los tajos están siendo desarrolladas paralelas a las vetas y el cuerpo mineralizado, en ese sentido durante la operación se tiene que tener en cuenta este aspecto ya que seguir esta dirección de avance no es la más favorable para la estabilidad de las excavaciones. Para excavaciones nuevas donde se tenga que elegir direcciones de avance, es recomendable seguir las direcciones preferenciales mencionadas líneas arriba.

2.2.5.12. Diseño de incremento en altura del Tajo 120

Para llevar a cabo los estudios de diseño ha sido efectuado un diagnóstico de la situación, para luego mejorar la tecnología y las dimensiones, lo cual servirá de soporte para elevar la altura de corte, y, en consecuencia, elevar también la producción.

A. Aberturas máximas de las excavaciones y sostenimiento

Las excavaciones, para efectuarse la evaluación, fueron seccionadas en tres clases: tajos, excavaciones temporales y permanentes. Cabe mencionar que cada una de ellas rota de manera individual.

i. Excavaciones permanentes

En éstas se contemplan los trabajos relacionados a la infraestructura minera, su desarrollo debe estar orientado por las direcciones preferenciales de avance, de esa forma, las condiciones de avance de la excavación, estabilidad y velocidad serán mejoradas, disminuyéndose, a la vez, los requerimientos de sostenimiento.

Estas, a la vez, requieren de la instalación de un sostenimiento permanente resiste a la corrosión y al peso. En base a los resultados de la zonificación geomecánica y clasificación del yacimiento, este tipo de excavaciones deben situarse en cajas alejadas y, preferentemente, en la caja piso, pudiendo haber excepciones como en la mina Carahuacra.

Con la finalidad de hacer una clasificación de la masa rocosa, pueden determinarse las siguientes aberturas máximas de excavaciones para los

distintos rangos de valores RMR, ajustados en base a la orientación de las discontinuidades.

Tabla 8.
Aberturas Máximas de las Excavaciones Permanentes

DOMINIO	RANGO RMR	PROMEDIO RMR	ABERTURA MAXIMA (m)
DE – II	> 60	65	8.1
DE - IIIA	51 – 60	55	5.2
DE - IIIB	41 - 50	45	3.3

Fuente: Área Geomecánica U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

La Tabla 8 muestra las máximas aberturas para aquellas excavaciones realizadas en ausencia de sostenimiento sistemático, así, una roca de DE-III A RMR 55, con aberturas de 5.2 m, requerirá únicamente sostenimiento de tipo esporádico según las necesidades de la roca, lo cual es verificable de la siguiente manera: $Q = 3.39$ (RMR \approx 55) y $ESR = 1.6$.

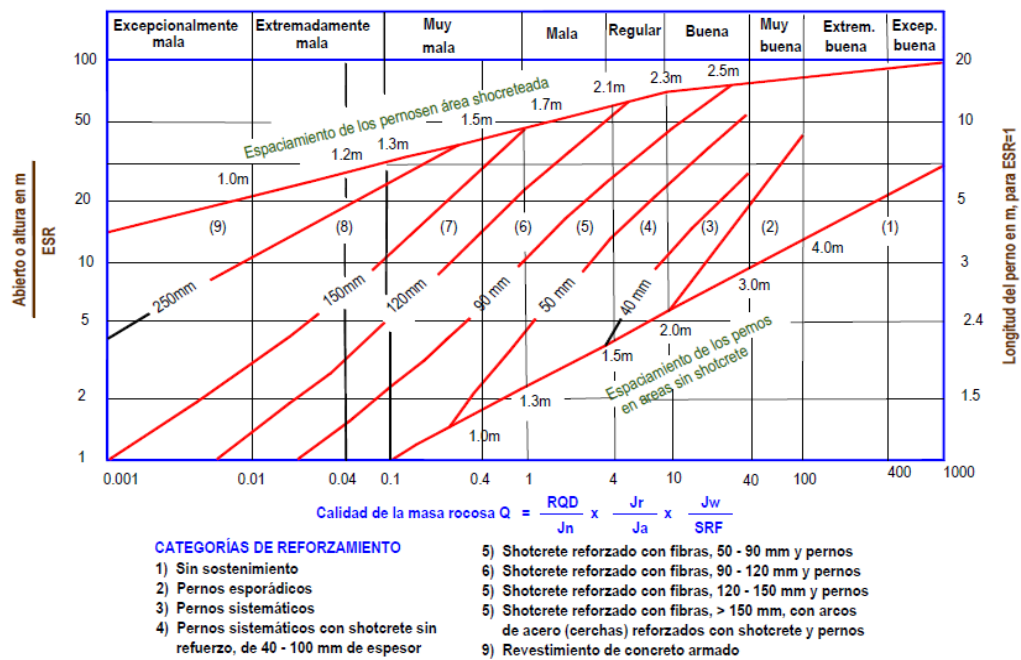


Figura 17 Guía para el Sostenimiento de Excavaciones Permanentes
Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

El esporádico sostenimiento deberá ser llevado a cabo con la utilización de pernos de roca de tipo barra helicoidal o varilla corrugada, a la vez, con resina o cementado de siete a ocho pies. Debe tenerse en consideración la formación de cuñas tanto en las paredes como en el techo para la aplicación del sostenimiento.

En el Perú, en la minería subterránea, los trabajos más comunes son los que poseen aproximadamente 4.5 m de abertura máxima, situación que se puede confirmar en el caso de Carahuacra.

En la tabla Tabla 9 se muestra las recomendaciones de sostenimiento para labores de carácter permanente considerando la existencia en la mina de calidades alternas de masa rocosa.

Tabla 9.
Sostenimiento para Labores de Avance Permanentes

DOMINIO	RANGO RMR	SOSTENIMIENTO
DE - IIIA	51 - 60	No requiere sostenimiento sistemático, sino solo esporádico, con pernos y/o shotcrete.
DE - IIIB	41 - 50	Pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciados cada 1.5 m + malla metálica de ser requerida. Alternativamente una capa de shotcrete simple de 2" de espesor + pernos de roca espaciados a 1.7 m.
DE - IVA	31 - 40	Pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciado cada 1.4 m + malla metálica + 2" a 3" de shotcrete.
DE - IVB	21 - 30	Una capa previa de shotcrete de 2" de espesor + pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciado cada 1.2 m + malla metálica + shotcrete de 2" a 3". Alternativamente, cimbras tipo 4w13 espaciadas cada 1.0 a 1.5 m, previamente una capa de shotcrete reforzado de 2" a 3" de espesor.
DE - V	< 21	Cimbras Tipo 6W20 espaciadas cada 1.0 a 1.5 m, previamente una capa de shotcrete reforzado de 3" de espesor. Avanzar el frente con spilling bar de fierro corrugado de 1" diámetro y/o de ser necesario avanzar con marchavantes.

Fuente: Área Geomecánica U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

En el presente caso, se recomiendan pernos de roca de tipo barra helicoidal o varilla corrugada inyectada de manera completa con resina o cemento. A la vez, el Shotcrete necesita evidenciar una resistencia compresiva uniaxial de 25 a 30 MPa como también una malla electrosoldada. Para excavaciones ya sean menores o mayores a 4.5 m. de ancho, se requerirá la realización de estimaciones de sostenimientos nuevas, para tal efecto es recomendable la utilización de una guía de sostenimiento. Este análisis solamente es válido si existe ausencia de formaciones de cuñas en las paredes y techos de la excavación, así, se pone en evidencia la necesidad de complementar el análisis con una evaluación de la estabilidad controlada estructuralmente.

ii. Excavaciones temporales

Este tipo de excavaciones incluyen los trabajos asociados al minado en los tajos. Además, estas presentan las dimensiones propicias para la realización de adecuados desatados periódicos o también para reforzamiento, siendo sus aberturas de 4.5 m aproximadamente.

Tabla 10.*Sostenimiento para Labores de Avance Temporales*

DOMINIO	RANGO RMR	SOSTENIMIENTO
DE - IIIA	51 - 60	No requiere sostenimiento sistemático, sino solo esporádico, con pernos y/o shotcrete.
DE - IIIB	41 - 50	Pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciado cada 1.5 m + malla metálica de ser requerida. Alternativamente una capa de shotcrete de 2" de espesor.
DE - IVA	31 - 40	Pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciado cada 1.0 m + malla metálica + 2" de shotcrete.
DE - IVB	21 - 30	Una capa previa de shotcrete de 2" de espesor + pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciado cada 1.0 m + malla metálica + otra capa de shotcrete 2" - 3" de espesor.
DE - V	< 21	Una capa preventiva de shotcrete reforzado de 3" de espesor + pernos + malla + otra capa de shotcrete reforzado de 3" de espesor. De ser necesario usar cimbras 6w20 espaciado 1.0 a 1.5, o cuadros de madera, paquetes de madera, gata, puntales y otros.

Fuente: Área Geomecánica U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

En la Tabla 10 se muestran los estimados necesarios para el sostén de los trabajos de avance temporal, que puede contemplar tajos de 4.5 m de ancho, los cuales son comunes en las vetas María Luisa y Mary de la mina Carahuacra. Así, Considerando los tipos de roca que se esperan encontrar, en la Tabla 11 se muestran las recomendaciones de sostenimiento para la dimensión en cuestión.

En el presente caso, se empleará el perno del tipo Split sets, y, para terrenos malos, el hydrabolts. Así mismo, el shotcrete debe presentar una resistencia entre 25 y 30 MP.

iii. Tajos

Antes de dimensionar los tajos, las aberturas máximas deben ser estimadas y los lapsos de sostenimiento determinados en base a los rangos de calidad RMR de la masa rocosa. Para las vetas María Luisa y Mary, el mineral respectivo pertenece al dominio DE-IVA, para el cuerpo Huaripampa, este corresponde al DE-IVB, sobre estos, la Tabla 11 proporciona información acerca de los tiempos de auto sostenimiento y las aberturas máximas.

Tabla 11.

Aberturas Máximas y Tiempos de Auto sostenimiento para Tajos

DOMINIO	RANGO RMR	PROMEDIO MAXIMA (m)	TIEMPO DE AUTO SOSTENIMIENTO
DE - IIIA	51 - 60	6.5 – 12.0	Desde de 20 días hasta 5 días
DE - IIIB	41 - 50	5.0 – 8.0	Desde 1 semana hasta 20 horas
DE - IVA	31 - 40	3.0 – 5.0	Desde 20 horas hasta 2 horas
DE - IVB	21 - 30	2.0 – 3.0	< 1 hora

Fuente: Área Geomecánica U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

Para establecer las dimensiones de los tajos de no acceso de los trabajadores al interior, se usará el método gráfico de estabilidad (MGE), cuya versión actualizada se basa en un estudio de al menos 350 casos recolectados de minas canadienses del tipo subterráneo, la cual será empleada para establecer el sostenimiento o no del tajeo.

Resumidamente, este diseño se encuentra basado en el cálculo de dos factores: S y N', el primero es el factor de radio hidráulico o de forma que

considera tanto la forma como el tamaño del tajo, el segundo, es el número modificado de estabilidad.

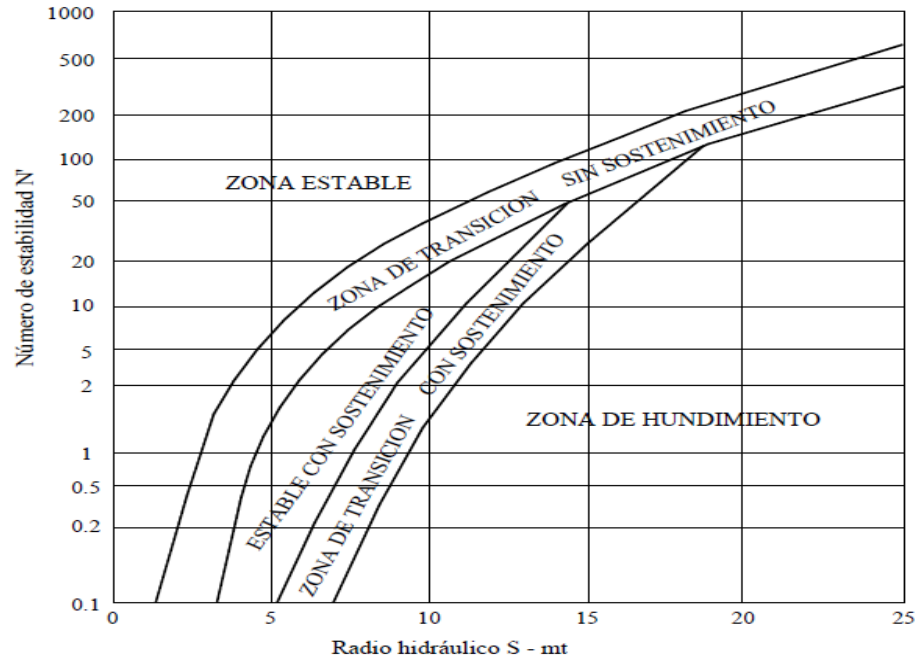


Figura 18 . Gráfico de Estabilidad. Según Polvin (1988), Modificado por Nickson (1992)
Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

El número de estabilidad N' se define como:

$$N' = Q' \times A_c \times B \times C$$

Dónde:

Q' : es el Índice de Calidad Tunelera Q modificado

A_c : es el factor de esfuerzo en la roca

B : es el factor de ajuste por orientación de las juntas

C : es el factor de ajuste gravitacional

El radio hidráulico S es obtenido mediante la división del “área de la superficie analizada” entre el “perímetro de la superficie analizada”, así, haciendo uso del radio hidráulico S y los valores del número de estabilidad N’ es posible la estimación de la estabilidad del tajo.

Para efectuar los correspondientes cálculos se usó el software STOPESOFT, así mismo, una hoja de cálculo para la verificación del análisis. Así, un buen grupo de longitudes de tajos pasaron por un proceso de evaluación para luego ser presentados en un gráfico de estabilidad modificado, esto con única finalidad de vislumbrar si el diseño recae en la región de hundimiento”, estable sin sostenimiento, estable con sostenimiento obligatorio, estable sin sostenimiento o estable con sostenimiento opcional.

Tabla 12.
Dimensiones Máximas de Tajos - Longitud

VETA MARY												
Cond . Estab	ANCHO DE TAJEO				ALTURA DE TAJEO							
	4 m	6 m	8 m	12 m	16 m	18 m	20 m	23 m	16 m	18 m	20 m	23 m
.	Calidad IVA				Calidad IIIB – Inclinac. 64°				Calidad IVA – Inclinac. 64°			
ESS	7	5	4	3	9	9	8	8	5	5	5	5
ESO	SR	50	30	12	27	23	21	19	18	16	14	13
ECS	SR	SR	SR	50	45	36	34	28	31	26	22	19
.	Calidad IVA				Calidad IIIB – Inclinac. 58°				Calidad IVA – Inclinac. 58°			
ESS	7	5	4	3	9	8	8	7	5	5	5	4
ESO	SR	50	30	12	26	22	20	18	17	15	13	12
ECS	SR	SR	SR	50	40	35	33	27	30	25	21	18
ESS = Estable sin Sostenimiento						ESO = Estable Sostenimiento Opcional						
ECS = Estable con Sostenimiento Obligado												
SR = Significa (Sin Restricción) que no hay límite de longitud en la superficie analizada para dicha condición de estabilidad												

Fuente: Área Geomecánica U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

En la anterior tabla se presenta un resumen del análisis realizado. Según esto, las máximas dimensiones recomendadas para los tajos abiertos en la modalidad de no ingreso del personal son presentadas en la anterior tabla. A manera de ejemplo, para el caso de la Veta Mary, cuando se tiene buzamiento de la veta de 58° y cajas con masa rocosa de regular calidad B (IIB), para altura de tajo de 20 m se pueden obtener longitudes de tajos de hasta 8 m, 20 m y 33 m. respectivamente considerando la región “estable sin sostenimiento”, “estable con sostenimiento opcional” y “estable con sostenimiento obligatorio”.

Dicha situación resulta positiva para la estabilidad, esto se relaciona al hecho del inferior buzamiento, de esa manera, pueden establecerse dimensiones promedio de tajos tomando en consideración como buzamiento y calidad de la masa rocosa.

Elementos de Sostenimiento

En base a la relación existente entre estas clasificaciones con la aplicación de los diferentes tipos de soporte, además, de la equivalencia entre los valores del Índice Q, RMR y G.S.I., se elaboró las tablas de sostenimiento y su metodología de aplicación según el Índice G.S.I., para las labores de desarrollo y principales, las mismas que tienen un tiempo de abertura de varios años, lo cual, debe ser tomado en cuenta en el diseño del sostenimiento, considerando las condiciones de alterabilidad y presencia de aguas ácidas.

En el sostenimiento de labores de preparación y explotación, se ha elaborado el diseño del soporte temporal para las áreas en la que se aplicara el sistema de minado de Taladros Largos y Corte y Relleno Ascendente. El

espaciado de los pernos esta entre 1.2 x 1.2 m con malla y espaciados hasta 1.8 x 1.8 m. de forma sistemática previo lanzado de shotcrete; los elementos de sostenimiento utilizado en Mina Carahuacra son:

- Perno Split Set 7'
- Pernos tipo expansivo Hydrabold / Expanbold
- Malla electrosoldada de refuerzo
- Shotcrete; en Minera Carahuacra utilizamos shotcrete espesor desde 2" a 3" combinados con distribución de pernos sistemáticos, así como también aplicamos sostenimiento tipo estructural como es el sostenimiento pesado Shotcrete 2" + pernos con malla + Shotcrete de 1"; la resistencia a la compresión uniaxial de la mezcla en promedio es 300 Kg/cm².

B. Métodos de Explotación

Los métodos de explotación que se aplican en Mina Carahuacra son:

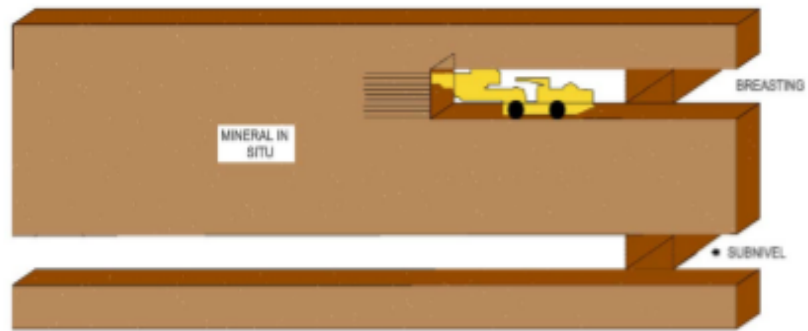
A. Sub Level Stopping (Bench and Fill)

Consiste en explotación por hundimientos de subniveles mediante perforación de taladros largos, limpieza de mineral en retirada, seguido de relleno detrítico para la estabilización de las cajas y por último se extrae el mineral en los subniveles inferiores. Para la mina Carahuacra se adecuo la variación Avoca Back Fill, que consiste en la explotación ascendente, seguida por relleno detrítico vertical, con infraestructura de extracción diseñada en forma paralela a la estructura mineralizada y accesos perpendiculares a la estructura mineralizada manteniendo equidistancia entre accesos de 100

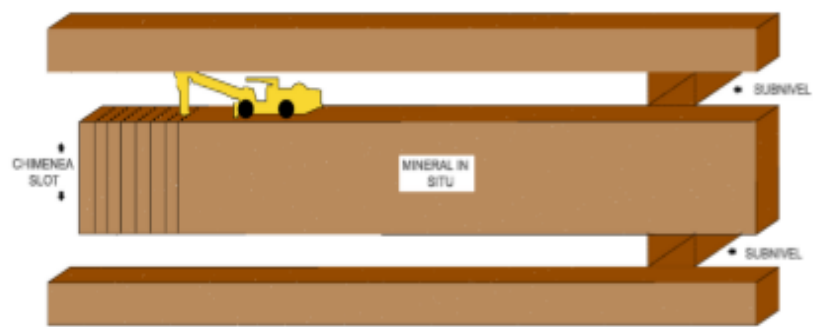
metros, la profundización se ejecuta mediante una rampa principal siempre orientada a la caja piso de la estructura.

La secuencia de minado ha sido diseñada de manera longitudinal, seccionando la estructura en bloques de explotación de 100 metros de longitud y realizando una secuencia ascendente mediante 3 bancos de explotación de 15 metros de altura separados por 03 subniveles de perforación- extracción y 01 de nivel principal.

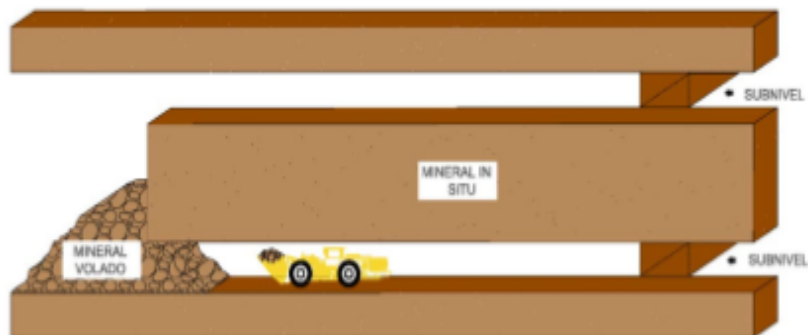
Paso 1: Preparación de los subniveles inferior y superior



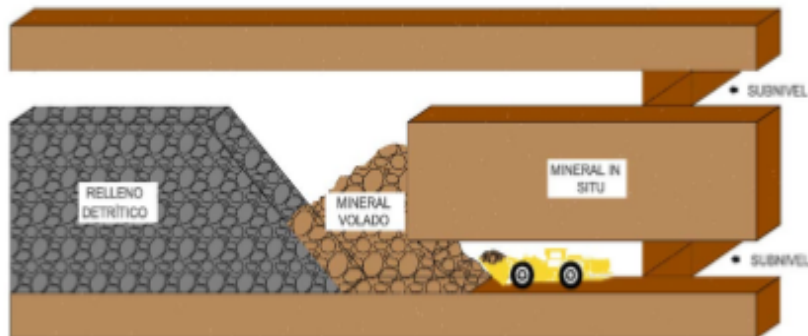
Paso 2: Preparación del slot e inicio de la perforación con taladros largos



Paso 3: Disparo del mineral del banco y limpieza total del mismo



Paso 4: Minado en retirada del banco de mineral y aplicación del relleno detrítico en avanzada



Paso 5: Recuperación final del mineral y relleno completo del tajeo

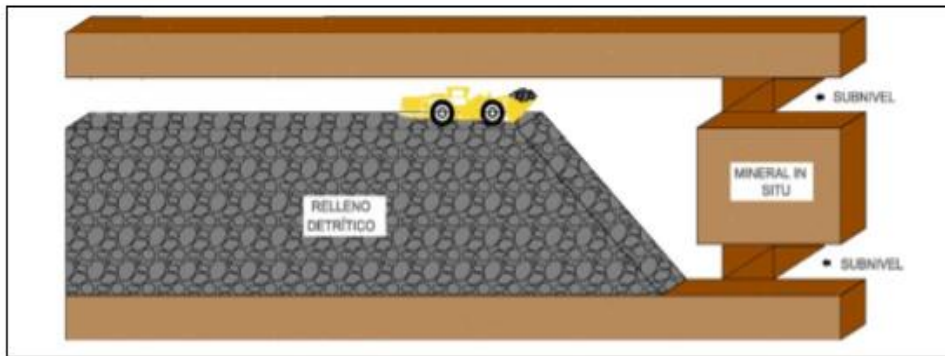


Figura 19 Secuencia de minado Bench and Fill
 Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

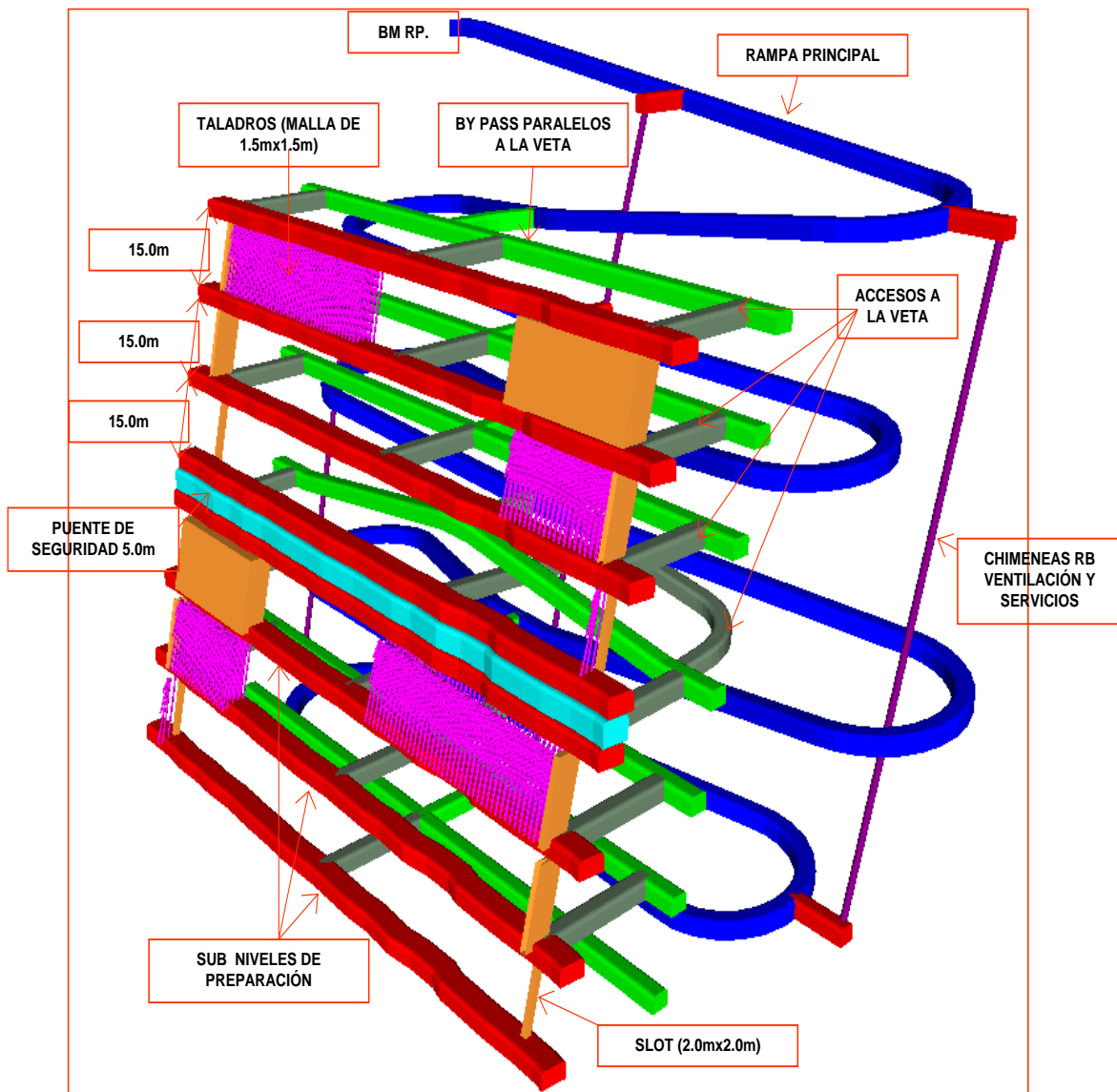


Figura 20 Método de minado SLS.
 Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

Con respecto a la extracción se realiza rotura en retirada seguido por relleno detrítico mecanizado (back fill) con longitud máxima de abertura (LMA) hasta de 30 metros horizontalmente, esto es variable según la clasificación de roca (RMR).

El diseño del corte básico de explotación se considera un block de mineral de 67.50 metros de altura con 03 subniveles intermedios de perforación y 01 nivel principal de extracción (sección: 3.80m x 4.0m y Pendiente: + 1%), se inicia la explotación en el banco N°01 desde el centro de la estructura, que se encuentra como reserva, en retirada en dirección E – W.

Con bancos de 12m. La llegada de los accesos se realiza en forma de rombo para darle mayor eficiencia a la operación. Se aplica en Veta Mary, Veta María Luisa y Melissa.

B. Over Cut and Fill (Breasting)

Como condición general para la aplicación de este método es buzamiento menor a 50° así como en zonas de intermitencia de mineral - desmonte condición que requiere de mayor selectividad. La preparación se inicia con una rampa en espiral al piso 0 de la estructura, a partir de la rampa se desarrollan accesos de -15% gradiente hacia la estructura, una vez cortada la estructura se desarrollan galerías este – oeste, de longitudes de 50m en promedio (límite del tajo); con objetivo de control de estabilidad en corona la perforación se realiza de forma horizontal (breasting), para el cambio de piso es utilizado relleno mecánico (detrítico) y posterior uniformizado y sellado

de cajas mediante relleno hidráulico y se desquinchla la corona del acceso (rebatido) e inicia el nuevo corte en ascenso.

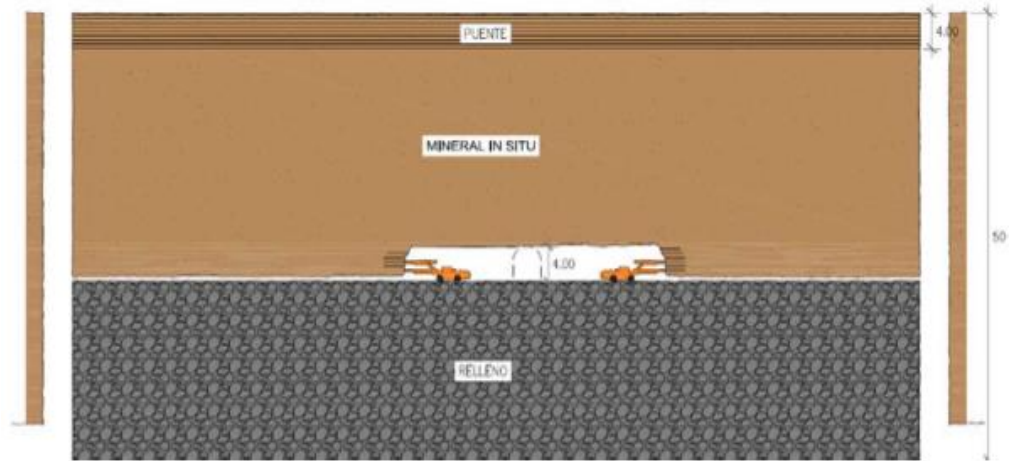


Figura 21 Secuencia de minado OCF

Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

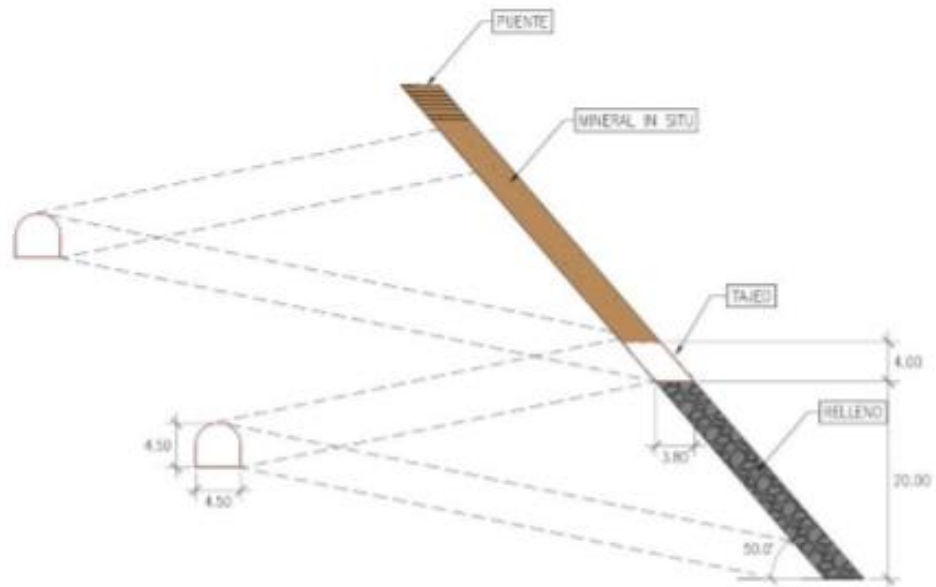


Figura 22 Diseño Over Cut and Fill – OCF

Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

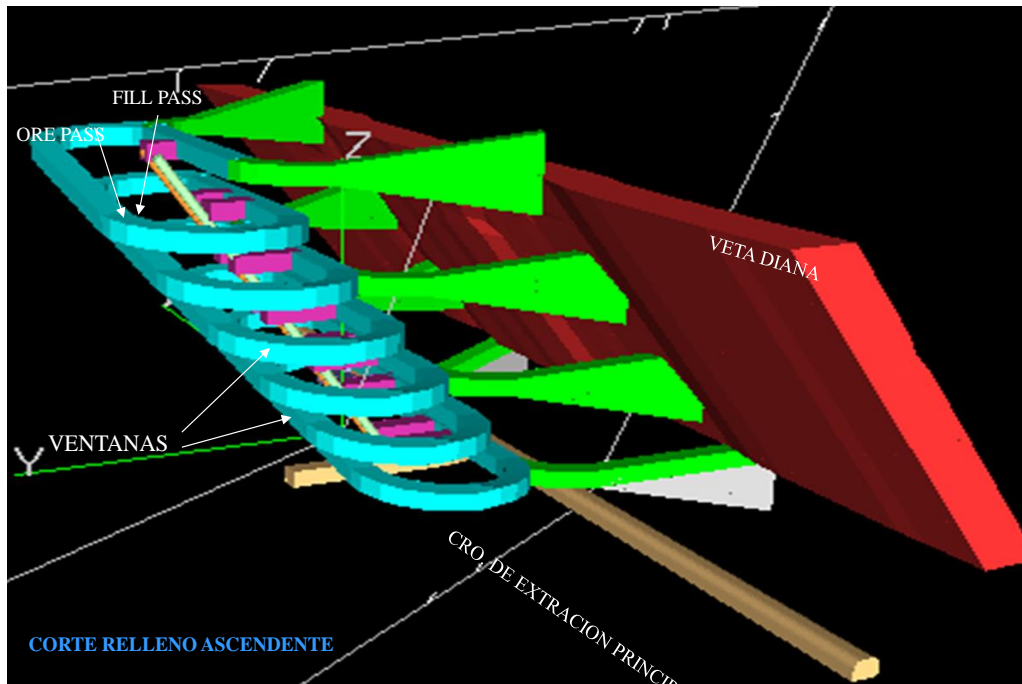


Figura 23 Isométrico del minado OCF

Fuente: U.P. Carahuacra de la Cía. Minera Volcan S.A.A

2.3. Definición de términos básicos

Costos de minería

Los costos de minería vienen a ser los costos que se incurren en el proceso productivo de la actividad, de manera que son gastos necesarios para mantener operativo el funcionamiento de la empresa (15).

Detonador

“Vienen a ser una máquina que se utiliza para realizar grandes explosivos, el cual se encuentra en el fondo del casquillo, en el que se encuentran dispositivos con alto grado de sensibilidad respecto a cualquier movimiento” (30).

Explosivo

“Es un elemento que sobre cualquier hecho produce un hecho fulminante, sin embargo, este debe ser conectado a un detonador a fin de que pueda producir un efecto, en este caso explosión” (31).

Geomecánica

“Es el análisis de cómo se desarrollan alteraciones de los suelos y las rocas, con el objeto de identificar sus fallas, los cambios, la presión y la temperatura; de la misma manera la geotecnia es una ciencia que se enfoca en las rocas” (32).

Mineral

“Es un componente químico, el cual podemos ubicarlo en la naturaleza, su formación está formada por procedimientos naturales y constituida por la unión de varios minerales”. (31).

Proceso de voladura

“Es la operación de fragmentar una roca; asimismo, es el efecto de desligar un componente metálico a partir del uso de explosivos” (33).

Proceso productivo de la minería

El proceso de producción en minería está compuesto por etapas que permiten la obtención del mineral los cuales son: exploración, pre - minado y minado, extracción y carguío, proceso de lixiviación (procesamiento), y rehabilitación y cierre final. Estas etapas se ajustan al ciclo productivo y según fases a medida que se avanza en la explotación del área de intervención (34).

Producción minera

La producción minera representa una actividad económica correspondiente al sector primario la cual consiste en la explotación o extracción de los minerales que fueron acumulados en forma de yacimientos a lo largo de tiempo en el suelo y subsuelo (12).

Seguridad en el trabajo

La seguridad en el trabajo es la disciplina encargada de prevenir los riesgos laborales a través de la aplicación de medidas y actividades apropiadas, básicamente según las condiciones laborales y con el objetivo de reducir o eliminar el riesgo de que se generen accidentes dentro del ámbito laboral (19).

Tajo

Es conocido como minería a cielo abierto; minería a tajo (o rajo) abierto o cantera, al aprovechamiento minero o a la explotación minera la cual se efectúa en la superficie del terreno, en comparación con la minería subterránea, la cual se desarrolla sin necesidad exposición superficial (25).

Vetas

“Es un almacén de minerales que atiborran una vieja grieta de las rocas de una determinada zona, el cual también es propósito de beneficio minero” (35).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método, y alcance de la investigación

3.1.1. Método general

Esta investigación en su desarrollo tomó en cuenta el método científico, definida por Niño (36), “este método es considerado como el conjunto de procedimientos racionales y sistemáticos que tiene por objetivo lograr la solución de un problema y finalmente verificar o demostrar la verdad de un conocimiento” (36 pág. 26).

Este método ha sido empleado para seguir una vía o un camino de la investigación científica, lo cual ha permitido lograr los objetivos trazados inicialmente.

3.1.2. Método específico

Asimismo, se utilizará el método analítico, según Ruiz (2007), “el método analítico es aquel que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos” (pág. 13).

Se empleó el método analítico como específico, porque se ha estudiado en dos partes el incremento del tajo de la veta Mary, luego se unió en uno para poder definir los resultados obtenidos adecuadamente.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación es pre experimental, detallada por Borja (37), como: en este diseño su grado de control es mínimo. Consiste en realizar un examen a los objetos de estudio para luego ser evaluados a nivel en que se manifiesta la variable dependiente. Este diseño es utilizado en las investigaciones donde se requiere medir la efectividad y eficacia de los resultados. (37 pág. 27) Por lo tanto, el diseño es de la siguiente manera:

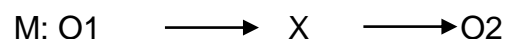


Figura 24 Diseño de la investigación.

Fuente: Metodología de la investigación científica, Borja M., 2012.

Donde:

M : Muestra

O1 : Pre-test

O2 : Post test

X : Manipulación de la variable

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

“La población es el conjunto de elementos, llamado también como universo. Pocas veces es posible medir a la población por lo que se obtendrá o se seleccionará el subgrupo sea un reflejo fiel de la población” (38 pág. 51).

Por lo tanto, la población es la Empresa Minera Volcan S.A.A.

3.3.2. Muestra

“Esta vienen a ser el subconjunto de los elementos de la población, es decir son elementos representativos que se extrae de la población” (38 pág. 51)

Entonces la muestra está conformada por la veta Mary en el Nv. 1180 de la Unidad de Producción Carahuacra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica

Para la recolección de datos se empleó la técnica de la observación, tal como define Cortes, et al. (39), como: es una técnica cualitativa más aplicada en las investigaciones científicas y precisamente en el marco educativo, por la riqueza de su información y la incidencia de la misma en la formación del estudiante durante el proceso enseñan aprendizaje (39 pág. 34).

3.4.2. Instrumento

Se utilizó la tabla de registro de datos como instrumento para la recolección de datos del campo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

A continuación, se presentan los resultados del tratamiento de la investigación, mostrando el diseño base de la altura de corte y el propuesto.

4.1.1. Diseño base

Consiste en lo siguiente:

El esquema de minado

Se realizaba rampas con una gradiente de 15 % y los Subniveles eran cada 50.0 m. en desnivel; teniendo una distancia horizontal de 40.0 m. de donde salían los accesos para el tajo y se cortaba solo 4 m. de mineral en altura, y una chimenea de ventilación hacia el mismo tajo. Asimismo, las mallas de perforación correspondían a medida de 3.8 m. x 4.0 m.

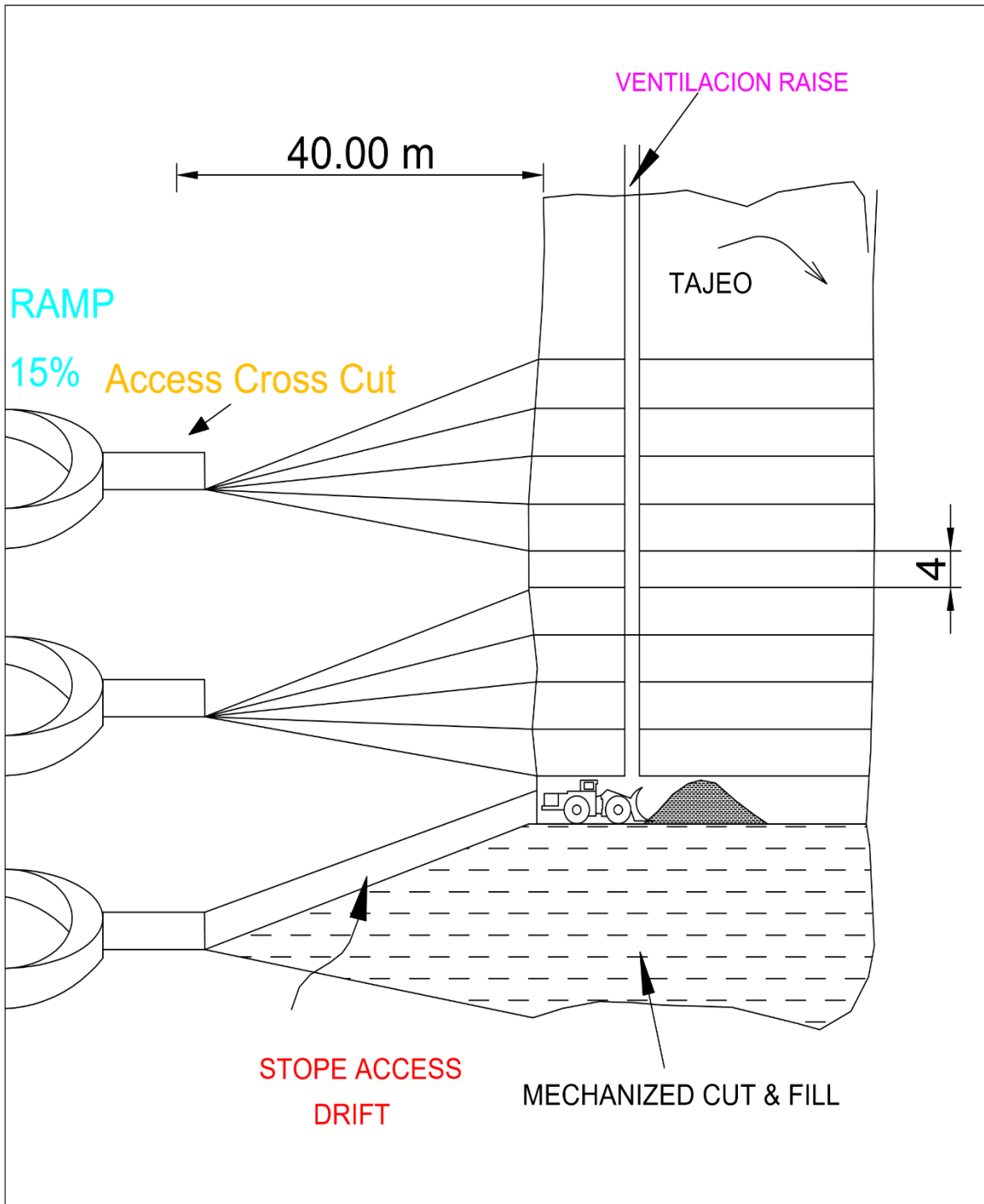


Figura 25 Esquema de Minado del diseño base
 Fuente: Elaboración Propia

Gradientes y Batidos

Las gradientes que se empleaban con una altura de corte de 4 m. era de 18 % lo que hacía que los equipos de limpieza Scooptrams no tengan un buen desempeño, a continuación, veremos los detalles de las gradientes.

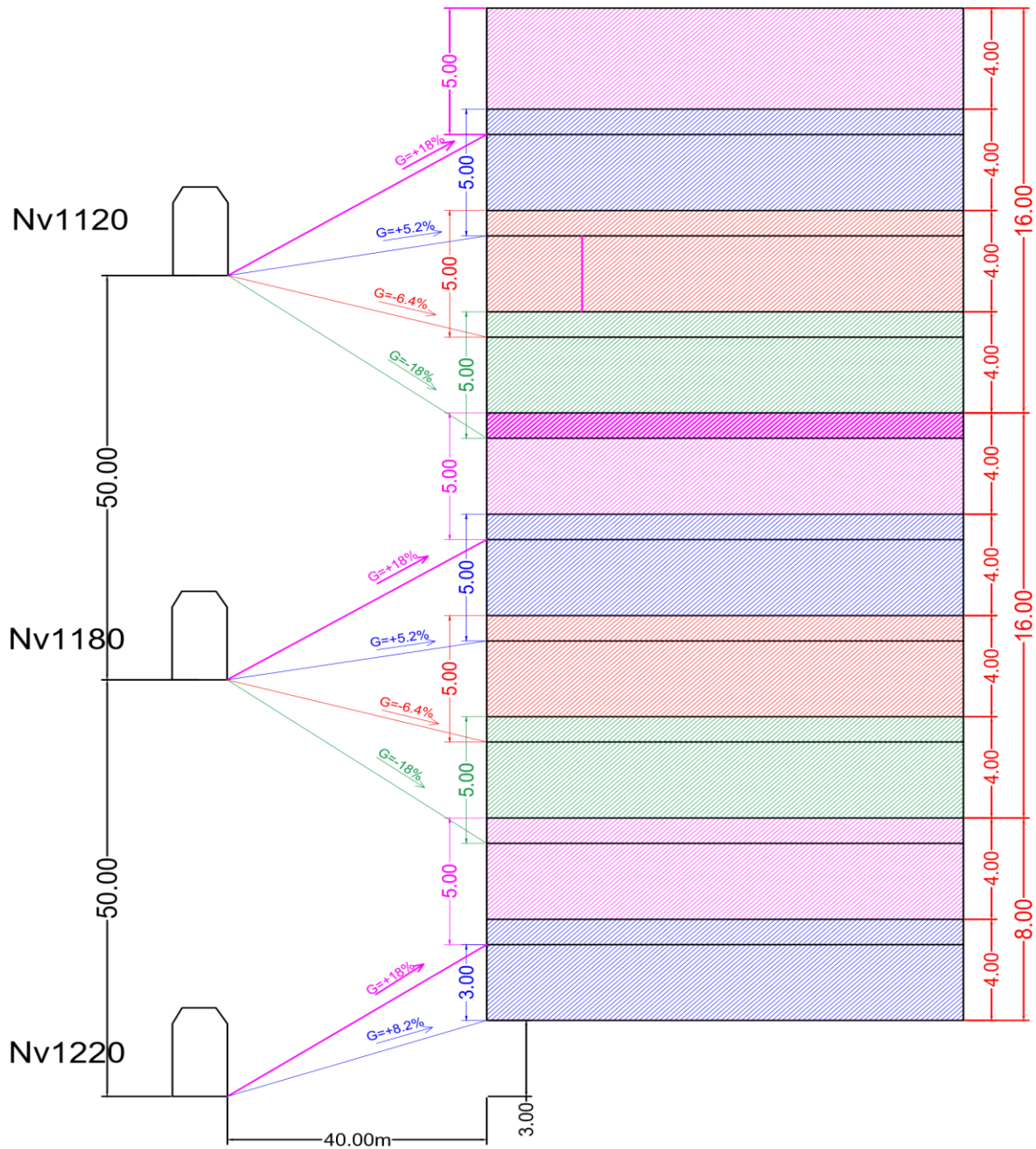


Figura 26 Gradientes y Batidos del diseño base (inicial)
Fuente: Elaboración Propia

El mal desempeño de los equipos de limpieza Scooptrams estaba relacionado con las gradientes de 18%, en adelante se mostrarán más detalles.

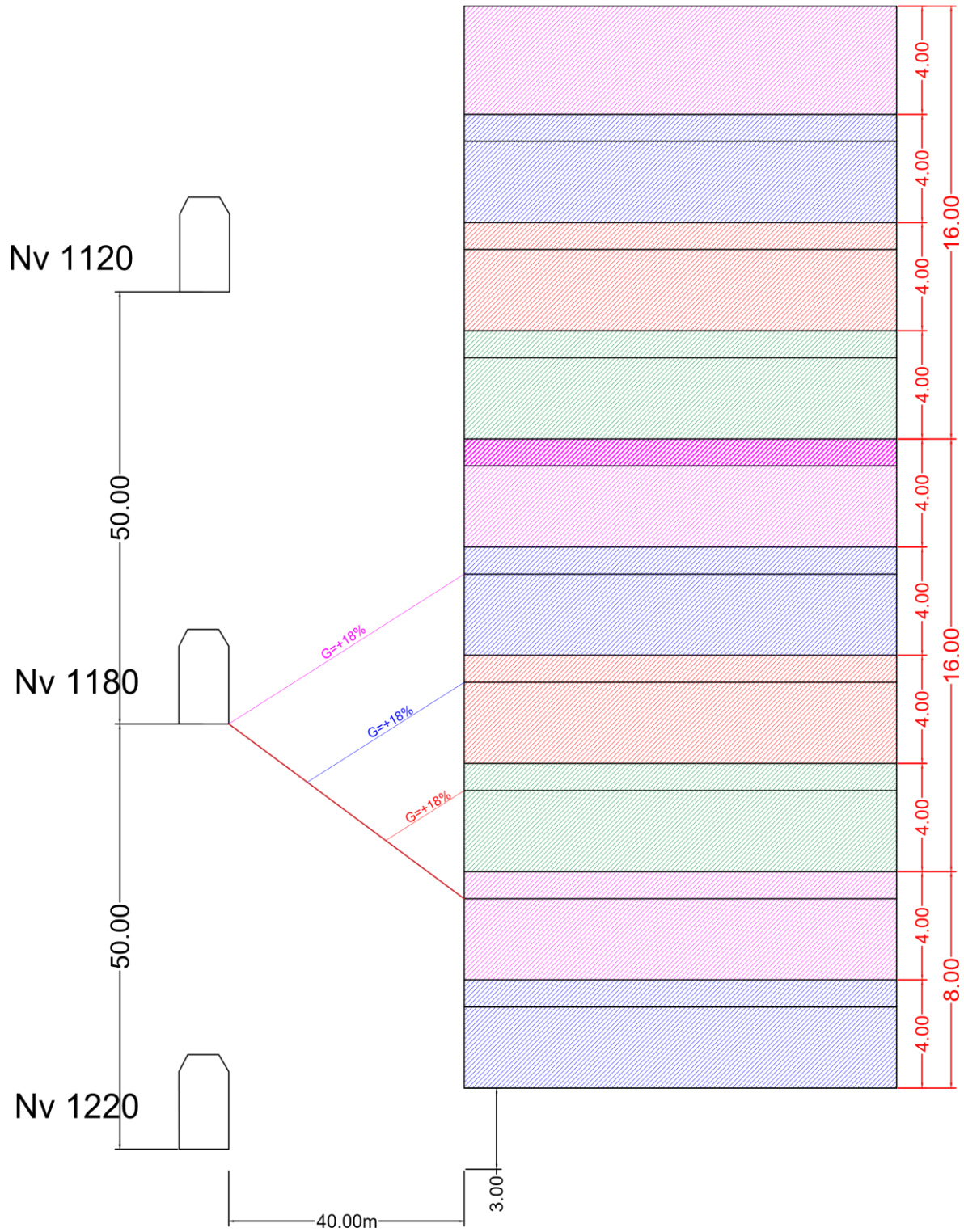


Figura 27 Batidos del diseño base (inicial)
Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Diseño propuesto

El esquema de minado:

Se realiza rampas con una gradiente de 15 % y los subniveles son cada 50 m. en desnivel; teniendo una distancia horizontal de 60 m. de donde salían los accesos para tajar 5.0 m. de mineral en altura y una chimenea de ventilación hacia el mismo tajeo. Es así que las mallas de perforación corresponden a medida de 4.0 m x 5.0 m.

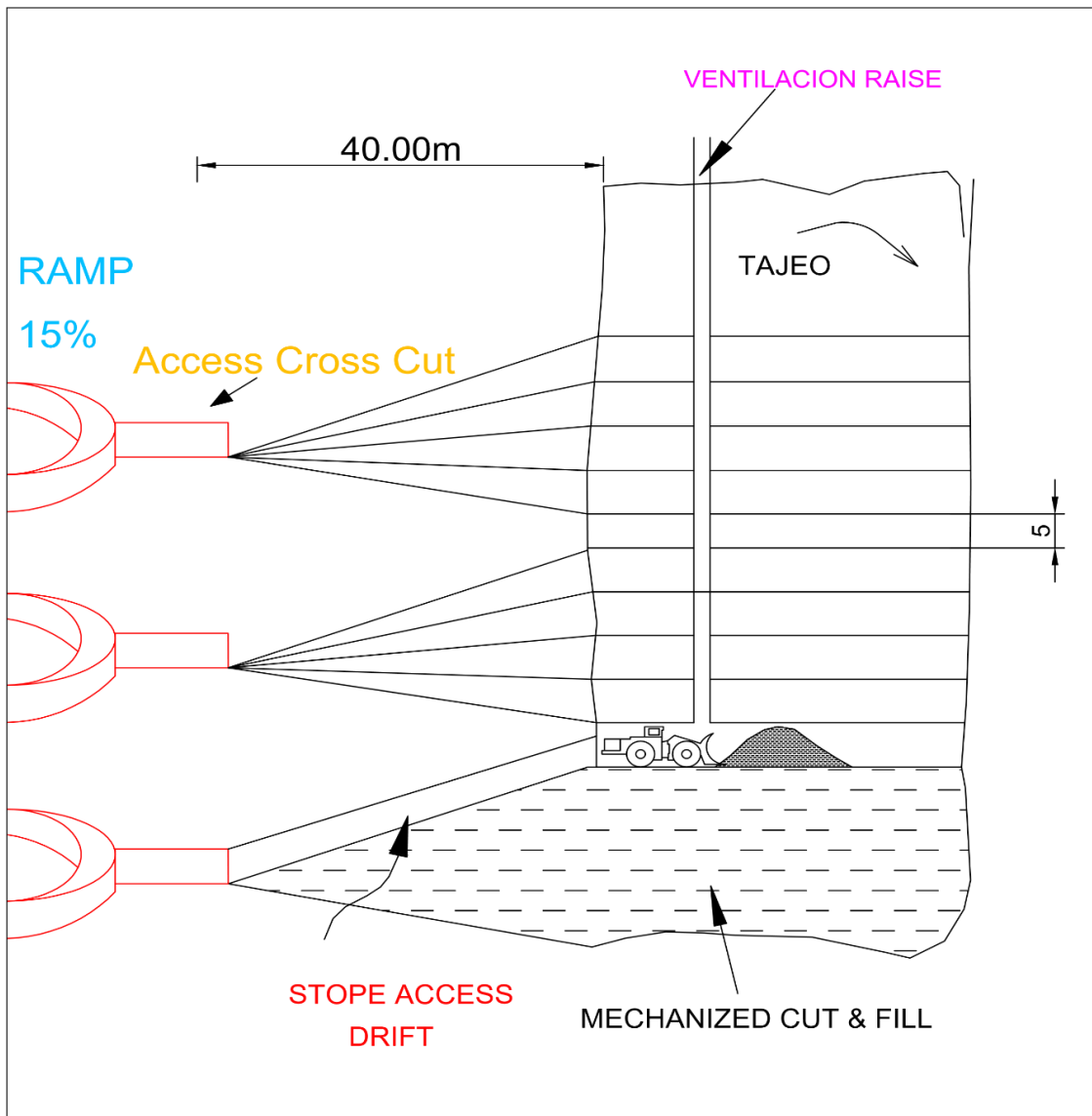


Figura 28 Esquema de Batidos de 5 m.
Fuente: Elaboración Propia

Gradientes y Batidos

Las gradientes que se emplean actualmente son para una altura de corte de 5.0 m. son de 15 % para que los equipos de limpieza Scooptrams tengan un buen desempeño, a continuación, veremos los detalles de las gradientes.

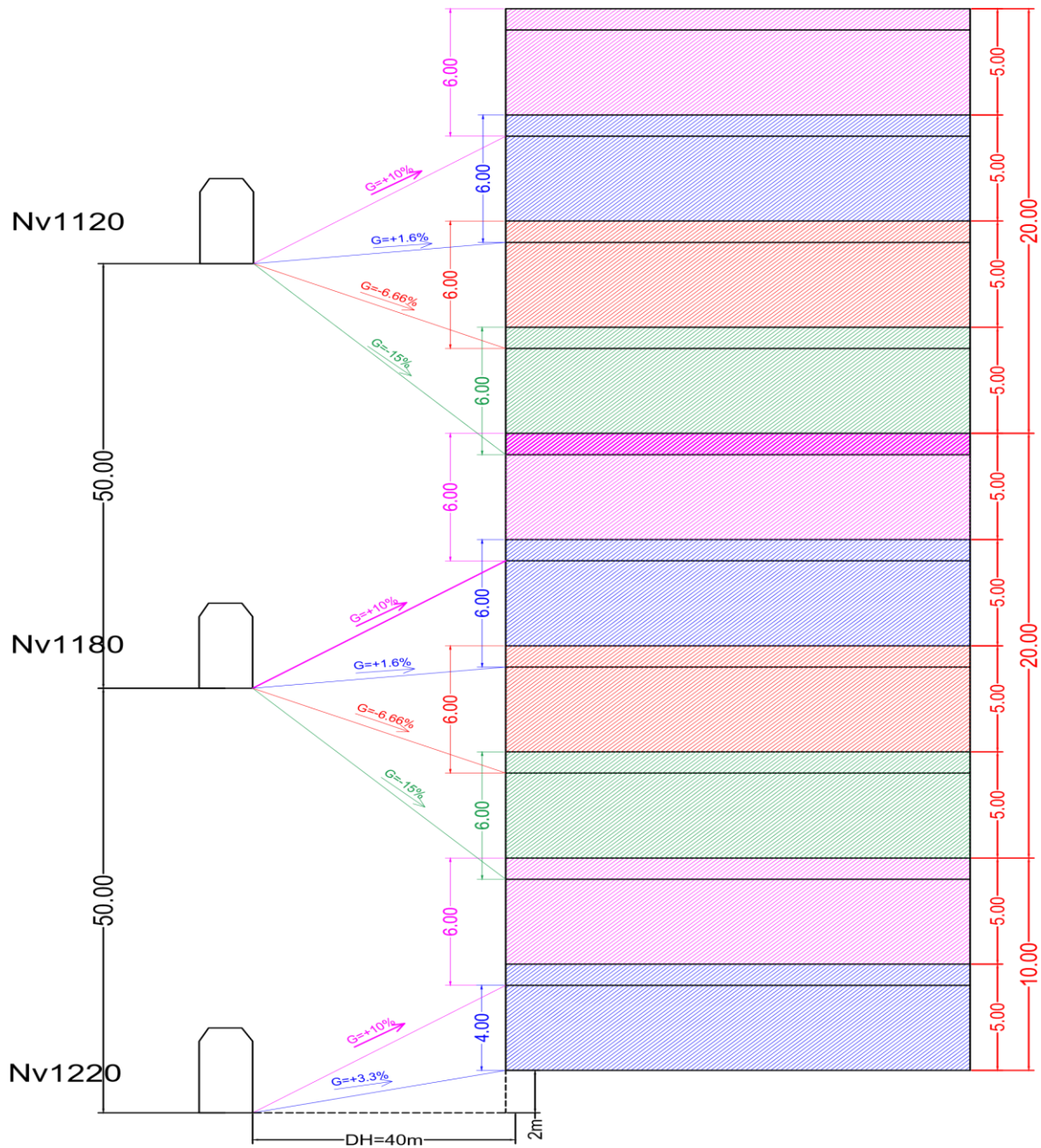


Figura 29 . Gradientes y Batidos
Fuente: Elaboración Propia

Los batidos son las siguientes:

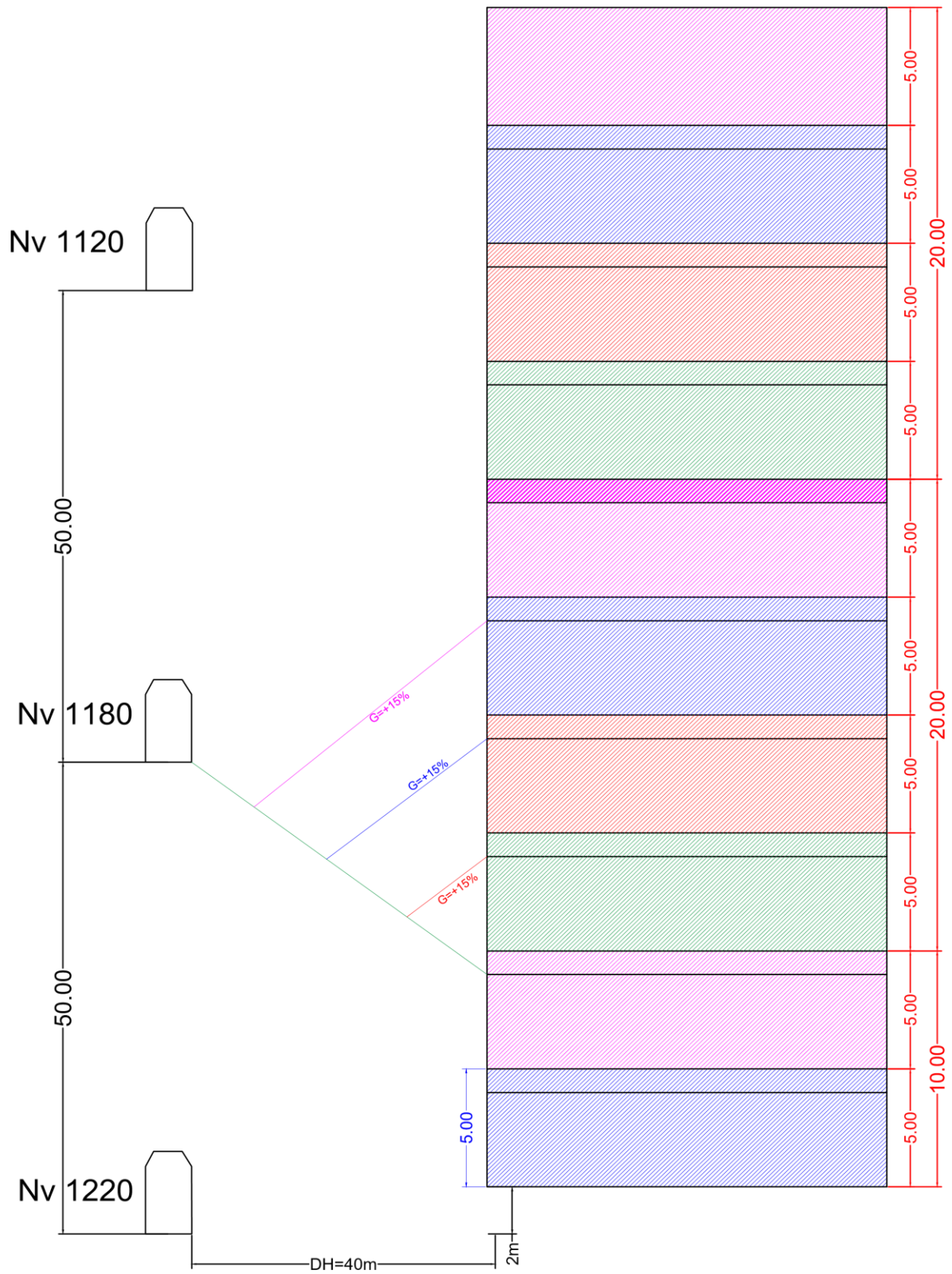


Figura 30 . Batidos
Fuente: Elaboración Propia

Logros

Los logros más relevantes relacionados a la variable del minado y diseño son los que se presentan a continuación.

- Inspección del bloque mineralizado en el menor lapso, en comparación con el anterior minado.
- Mejora de la producción de 793.80 Tn/Día a 1044.48 Ton/Día.
- Mecanización del proceso de desate de rocas, con menor exposición de empleados.
- Logro del programa de producción después de la adecuación de la variante realizada en la elevación de la altura de corte.

4.1.3. Resultados

El desarrollo de la investigación permitió obtener resultados de manera que se pudo encontrar información correspondiente al incremento de la producción y demás variables.

Tabla 13.

Cálculo de taladros antes y después de la altura de Tajo 120, nivel 1180 de la veta Mary

Variable	Antes			Después		
Cálculo de Taladros	Ancho	3.8	m	Ancho	4	m
	Alto	4.0	m	Alto	5	m
	Perímetro	15.6	m	Perímetro	17.9	m
	Distancia entre taladros (dureza roca intermedia)	0.65	m	Distancia entre taladros (dureza roca intermedia)	0.65	m
	Coefficiente de roca (dureza roca intermedia)	1.5		Coefficiente de roca (dureza roca intermedia)	1.5	
	Área	15.2	m ²	Área	20	m ²
	Número de Taladros	47		Número de Taladros	57	

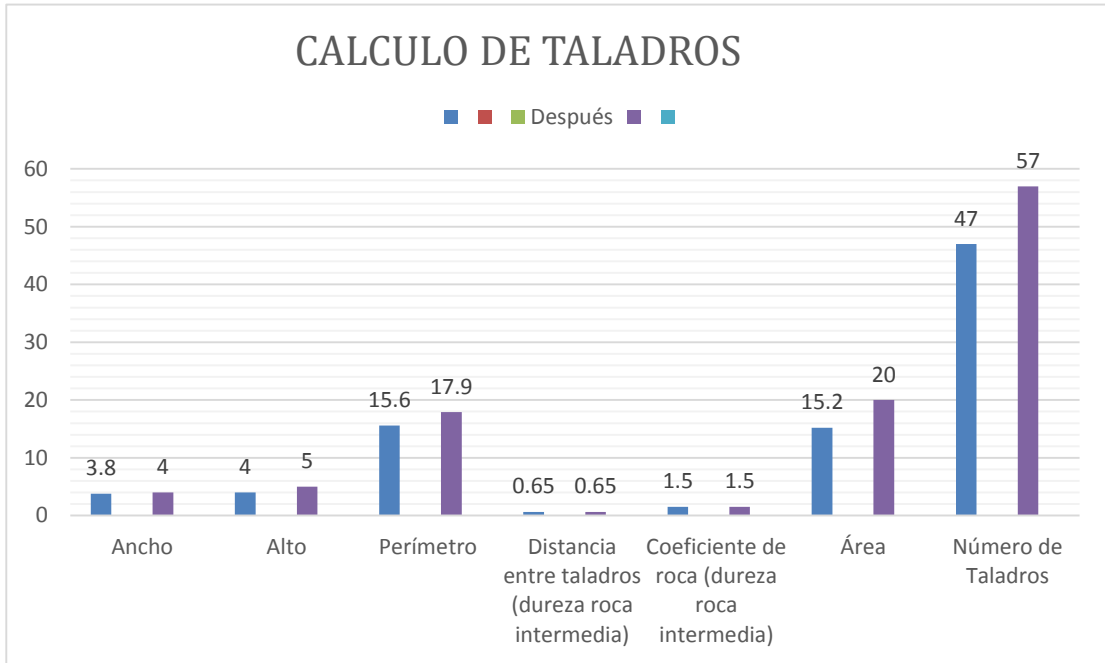


Figura 31. Cálculo de taladros antes y después del incremento de altura del tajo.
 Fuente: Elaboración Propia

El incremento de altura del tajo afecta en el incremento de la cantidad de taladros pasando de 47 a 57 unidades, así como en el área y el perímetro para la perforación. El resto de los indicadores y coeficientes se mantienen. A continuación, se presenta el diseño de malla de perforación antes y después del incremento del tajo.

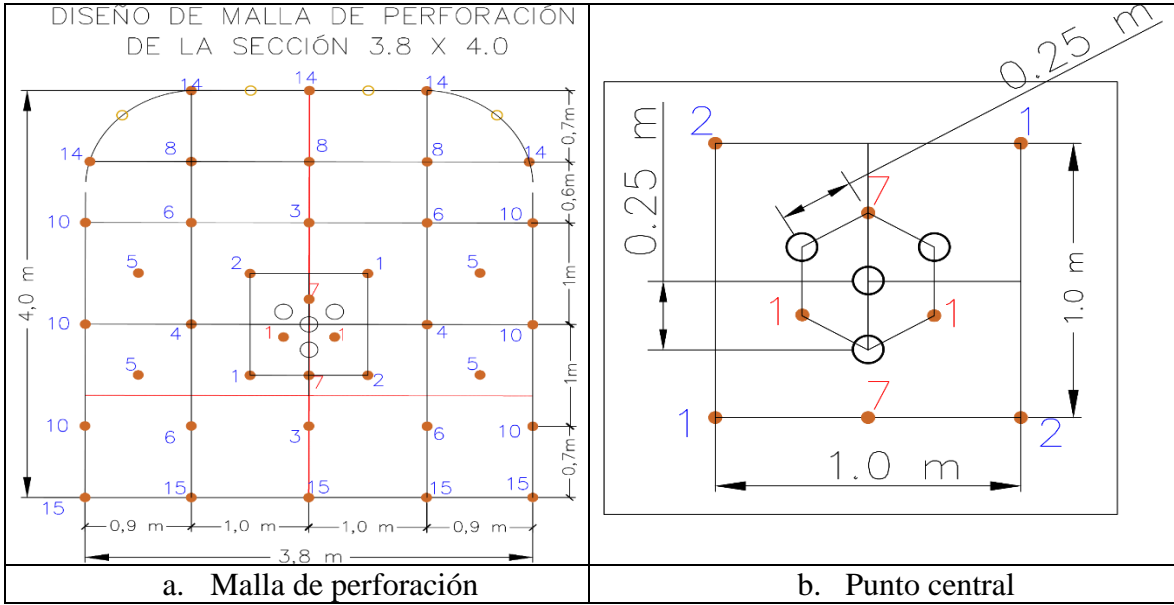


Figura 32. Diseño de malla de perforación antes del incremento de altura del tajo.
Fuente: Elaboración Propia

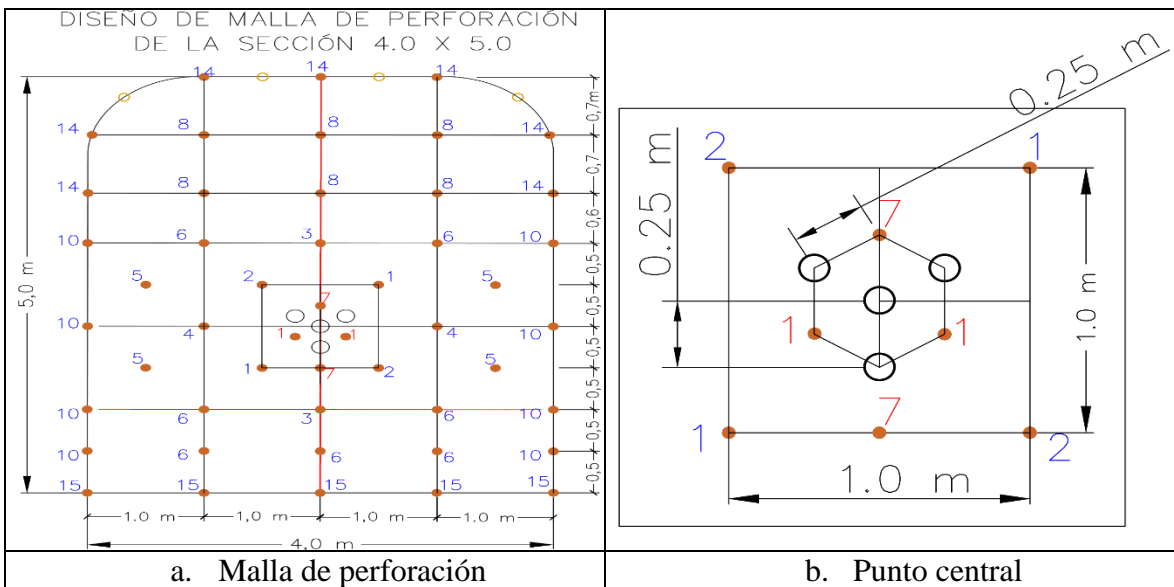
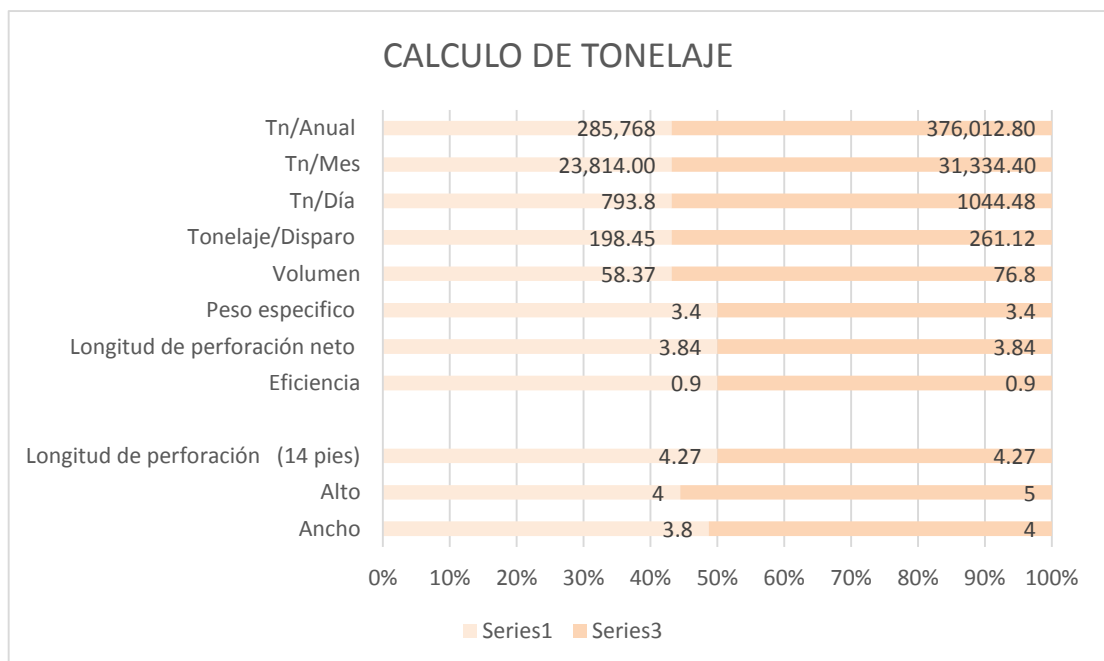


Figura 33. Diseño de malla de perforación después del incremento de altura del tajo.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14.*Cálculo de tonelaje antes y después de la altura del Tajo 120, Nivel 1180 de la Veta Mary*

Variable	Antes			Después		
Calculo Tonelaje	Ancho	3.8	m	Ancho	4	m
	Alto	4.0	m	Alto	5	m
	Longitud de perforación (14 pies)	4.27	m	Longitud de perforación (14 pies)	4.27	m
	Eficiencia	0.90		Eficiencia	0.90	
	Longitud de perforación neto	3.84	m	Longitud de perforación neto	3.84	m
	Peso especifico	3.4	Tn/m3	Peso especifico	3.4	Tn/m3
	Volumen	58.37	m3	Volumen	76.80	m3
	Tonelaje/Disparo	198.45	Tn	Tonelaje/Disparo	261.12	Tn
	Tn/Día	793.80	Tn	Tn/Día	1044.48	Tn
	Tn/Mes	23,814.0	Tn	Tn/Mes	31,334.4	Tn
	Tn/Anual	285,768	Tn	Tn/Anual	376,012.80	Tn

Considerando que la altura del tajo incrementa la cantidad de número de taladros, es de esperarse contar con una mayor obtención de tonelajes. Antes del incremento de altura, la extracción se estimó en 793.80 Tn/Día; mientras que posteriormente, la extracción se situó en 1044.48 Ton/Día, siendo un incremento de 32%.

**Figura 34.** Cálculo de tonelaje antes y después del incremento de altura del tajo.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15.*Cálculo de costo antes y después de la altura de Tajo 120, nivel 1180 de la veta Mary*

Variable	Antes				Después			
	Costo	Leyes				Leyes		
%Zn		%Pb	%Cu	%Ag/Oz	%Zn	%Pb	%Cu	%Ag/Oz
7.42		0.2	0.13	1.84	7.42	0.2	0.13	1.84
US\$Zn		US\$Pb	US\$Cu	US\$Ag/Oz	US\$Zn	US\$Pb	US\$Cu	US\$Ag/Oz
2.600		2.002	5.926	14.024	2.600	2.002	5.926	14.024
Calculo de Costo				Calculo de Costo				
US\$/Tn		46.27			US\$/Tn	46.27		
Tonelaje/Disparo		198.45		Tn	Tonelaje/Disparo	261.12		Tn
Tonelaje/Día		793.80		Tn	Tonelaje/Día	1,044.48		Tn
Tonelaje/Mes		23,814.00		Tn	Tonelaje/Mes	31,334.40		Tn
Tonelaje/Anual		285,768.00		Tn	Tonelaje/Anual	376,012.80		Tn
US\$/Disparo		9,181.67			US\$/Disparo	12,081.22		
US\$/Día		36,726.70			US\$/Día	48,324.89		
US\$/Mes		1,101,800.91			US\$/Mes	1,449,746.80		
US\$/Anual		13,221,610.91			US\$/Anual	17,396,961.66		

Teniendo en cuenta que el total de tonelaje de extracción aumentó debido al incremento de la altura de tajo y considerando un costo estimado de US\$/Tn 46.27, se observa que el costo total diario se incrementó notablemente, alcanzando un 32%, en similar relación al incremento del tonelaje.

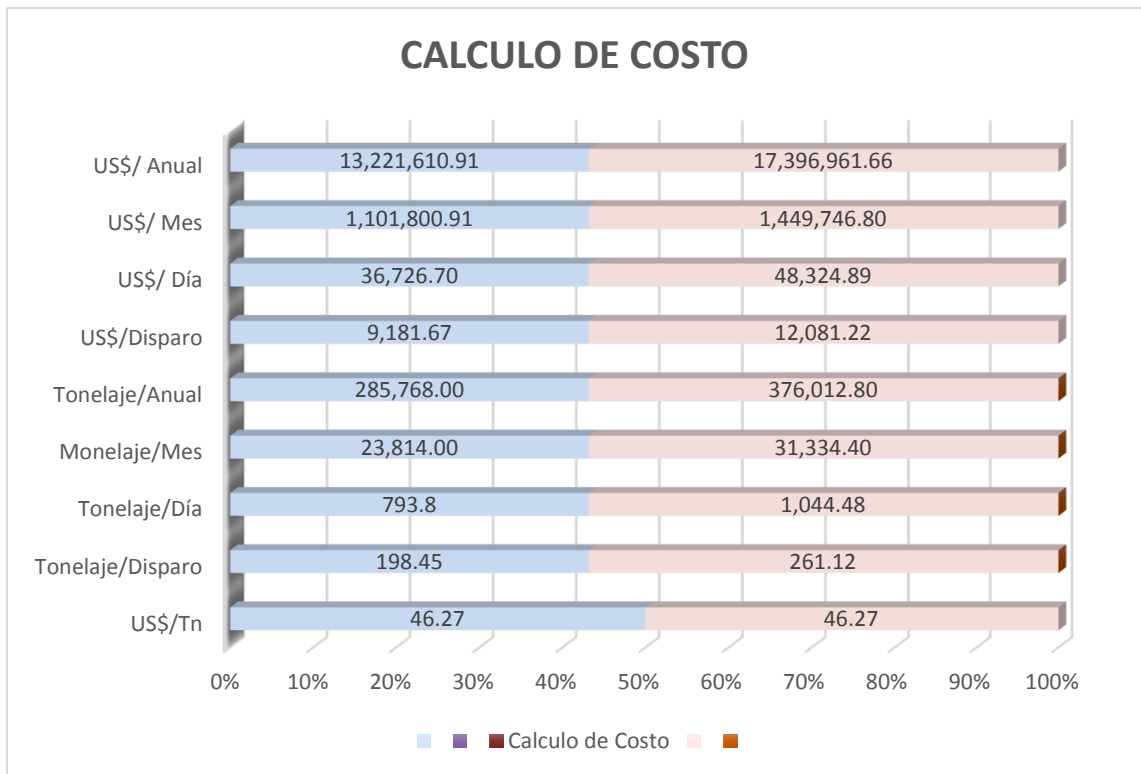


Figura 35. Cálculo de costos antes y después del incremento de altura de tajo.
 Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, respecto a los accidentes se estimó un promedio de 5.93 sucesos leves al día, llegando incluso a 20 accidentes antes del incremento. No obstante, se ha observado que la cantidad de accidentes se han reducido posterior al incremento del tajo.

Tabla 16.

Cantidad de accidentes leves antes y después de la altura de Tajo 120, nivel 1180 de la veta Mary

DÍA	Accidentes leves	Accidentes leves
	Antes	Después
1	17	11
2	12	0
3	0	0
4	8	4
5	12	7
6	10	9
7	20	2
8	14	9
9	16	9
10	15	2
11	9	5
12	15	1
13	16	6
14	10	2
15	0	3
16	20	13
17	6	5
18	15	11
19	18	7
20	0	7
21	18	13
22	18	8
23	2	9
24	9	14
25	10	4
26	2	1
27	17	4
28	16	4
29	8	2
30	1	6

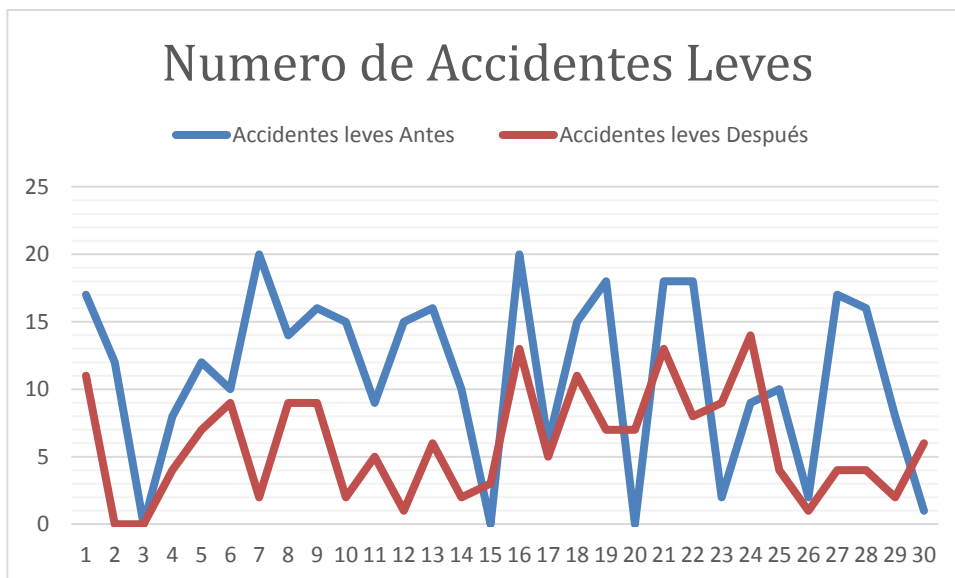


Figura 36. Cantidad de accidentes leves antes y después del incremento de altura de tajo.
Fuente: Elaboración Propia

4.2. Discusión de resultados

Los resultados del antes y después del incremento de la altura de tajo 120, nivel 1180 de la veta Mary de la Unidad Carahuacra muestra resultados en el aumento de la producción; no obstante, trae consigo un incremento en los costos incurridos, así como el uso de mayor material. La propuesta implicó por realizar rampas con una gradiente de 15 % y los subniveles son cada 50 m. en desnivel; teniendo una distancia horizontal de 60 m. de donde salían los accesos para tajar 12.5 m. de mineral en altura y una chimenea de ventilación hacia el mismo tajeo. Posterior a la propuesta, se evaluó el antes y después de los principales indicadores de la investigación y se encontró lo siguiente:

- i.** La cantidad de taladros a emplear por cada malla de perforación pasó de 47 a 57, toda vez que el ancho y alto pasó de 3.8x4.0 m a 4.0x5.0m.
- ii.** La producción de tonelaje diario paso de 793.80 Ton/día a 1044.48 Ton/día siendo un incremento del 31.58%, esto se debe al incremento de las dimensiones de la malla de perforación y al volumen.
- iii.** Debido al incremento de la extracción de tonelaje, los costos se incrementan significativamente proporcionalmente. Es así que antes se estimaba en 36 726.70 USS/Día mientras que después del incremento de altura de tajo pasó a 48 324.89 USS/Día.
- iv.** Finalmente, la cantidad de accidentes leves registrados diariamente se han reducido pasando de accidentes por encima de los 15 diarios a menos de 10 diarios.

En base a los resultados alcanzados por la investigación, se procedió a verificarlos con estudios similares. Cuadros (8) tuvo por objetivo general: Evaluar la estabilidad física geomecánicas de la minería con el fin de aplicar los métodos de taladros largos y corte relleno. Sus objetivos específicos fueron: 1) Analizar las condiciones de la minería subterránea como la presencia del agua influyendo en la estabilidad de las labores mineras. 2) Evaluar las técnicas de control de la estabilidad de las excavaciones en el momento de la aplicación del minado. 3) Desarrollar una evaluación de las direcciones preferenciales de las aberturas máximas, los sostenimientos de las mismas y avance de las excavaciones. La investigación fue descriptiva y correlacional, cuyo diseño fue experimental. Resultado que obtuvo: En el análisis de veta llamada Mary se tomaron en consideración las secciones -350,

+100 y +50 con niveles de profundidad de hasta 800 m, quienes han sido mineralizadas a lo largo de aproximadamente 600 m y 800 m. Conclusiones a las que llegó: 1) En la Mina donde se realiza la investigación se realizan dos tipos de mineralización, los cuales son: sistemas de vetas y mantos y cuerpos. 2) Las vetas que están en evaluación son: la Veta Mary emplazada en roca volcánica de composición andesita y dacita, y, la Veta ML que está emplazada en roca volcánica hacia el oeste y este. 3) Las rocas que se encuentran en la Mina Carahuacra prácticamente tienen resistencia compresiva uniaxial entre R3 y R4 cuyas resistencias oscilan entre 25-50MPa y 50-100MPa respectivamente: resistencia baja a moderada.

Por otra parte, Quiroz (9) optimizó los estándares de perforación y voladura con el propósito de incrementar la producción de mineral. Como objetivos específicos se tuvo: 1) Mejorar los indicadores de perforación y voladura. 2) Optimizar los costos en perforación, sostenimiento y voladura. 3) Realizar capacitaciones tecnológicas al personal involucrado su actitud. Su investigación fue de tipo descriptivo, cuyo diseño fue experimental, la técnica que utilizó para la recolección de datos fue el trabajo de campo. Resultados que obtuvo: 1) Se obtuvo reducciones de costos con el uso del nuevo explosivo Exsablock y la mejora de índices de perforación y voladura (total aforro US\$ 35 466.66 por mes). 2) Se calculó la ganancia total con la optimización de los costos en perforación, sostenimiento y voladura obteniendo 611 481 US\$/mes. Las conclusiones a las que llegó: 1) Con la optimización de los costos se incrementó el tonelaje de mineral en 4 422.42 TMH. 2) Se consiguió un ahorro en perforación de 4 989.60 US\$/mes. 3) Se aumentó el

avance por disparo cuando antes era de 2.62 a 3.03 m/disp. 4) Se incrementó la sobre dilución desde 16.71% hasta 13.62%, con la utilización del explosivo Exsablock.

Villalta (10) evaluó la situación geomecánica del macizo rocoso y la geometría del depósito mineral para la imposición del método de explotación por taladros largos. Cuyos objetivos específicos fueron: 1) Evaluar la situación actual del macizo rocoso para la aplicación del método de explotación. 2) Elaborar la geometría del depósito mineral para la imposición del método de explotación. Su investigación fue de tipo descriptiva, de nivel explicativa, cuyo diseño fue estocástico y determinístico, la población y muestra estuvo conformada por la veta Virginia. Obtuvo los siguientes resultados: 1) Se calculó la resistencia compresiva uniaxial de filita silisificada siendo 62.15MPa, de filita coloritizada de 61.41MPa, 72.06MPa de esclerómetro y 94.19MPa de mena. 2) La aplicación del taladro largo es más económico que el método corte y relleno. 3) Se obtuvo la productividad anual que incrementó en 700 000TM/año adicionales producidas en la Mina San Cristóbal. Llegó a las siguientes conclusiones: 1) Al respecto del objetivo general, los resultados que se obtuvieron son favorables para la aplicación del método de explotación. 2) Se ha determinado las propiedades físicas de la roca intacta, las cuales son: 2.45 tn/m³ de densidad, peso específico de 24.01 KN/m³ y la resistencia compresiva uniaxial de 62.15MPa. 3) Se determinó la geometría del depósito mineral, la cual es de tipo irregular, siendo la potencia promedio de la veta 3.017m y el ancho de minado de 3.08 a 4.00m.

CONCLUSIONES

1. El incremento de la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 para aumentar la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A. consistió en desarrollar rampas con una gradiente de 15 % y los subniveles cada 50 m. en desnivel; teniendo una distancia horizontal de 60 m. de donde salen los accesos para tajar 5.0 m. de mineral en altura y una chimenea de ventilación hacia el mismo tajeo.
2. El incremento de la altura de corte del tajo 120 permitió que los procesos productivos sean más eficientes toda vez que la producción se incrementó dentro de la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A. Antes del incremento de altura, la extracción se estimó en 793.80 Tn/Día; mientras que posteriormente, la extracción se situó en 1044.48 Ton/Día, siendo un incremento de 31.58% debido a que la malla de perforación se incrementó pasando de 3.8x4.0 a 4.0x5.0, esto implicó un incremento en la cantidad de taladros pasando de 47 a 57 después de la propuesta.
3. El incremento de la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 favorece el trabajo seguro dentro de Unidad Carahuacra de la Empresa Minera Volcan S.A.A. Se logró reducir la cantidad de accidentes leves en cerca del 50% de los casos diarios.
4. Los costos aumentaron proporcionalmente en un 31.58% al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 para aumentar la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A. Es de esperar que un incremento en la extracción aumente los costos, sin embargo, una mayor producción genera beneficios para la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tomar estrategias para situaciones en los cuales la economía no se encuentra en situación estable. De manera que para afrontar los precios bajos se puede contrarrestar con el incremento de la producción aplicando medidas como el incremento de la altura de tajo.
2. Es importante tomar como referencia las condiciones dentro de la empresa para afrontar el contexto actual para desarrollar una estrategia en el sector minero, razón valiosa donde las Empresas Mineras al prolongar sus operaciones, como la U.P. CARAHUACRA de la Empresa Minera VOLCAN S.A.A. como resultado de su estudio integral de gestión actual, realiza y aplica acciones con el fin de optimizar los procesos de una explotación racional y adecuada de sus recursos minerales.
3. Es necesario elaborar un estudio técnico para el desarrollo de las actividades siguiendo las características geomecánicas del macizo rocoso y la utilización de la tabla geomecánica, basado en el Índice de Resistencia Geológica en el cual se define los parámetros de condiciones estructurales y superficiales de la masa rocosa.
4. Se recomienda realizar una planificación detallada con las actividades e inversiones necesarias para la ampliación de la producción, con el fin de mejorar la productividad en la U.P. Carahuacra, de la Veta Mary Tajo 120, de manera que se alcance la meta mensual propuesta. Este modelo debería aplicarse en otros casos de empresas mineras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Geología y mineralización del yacimiento de hierro La Perla, Chihuahua.* **Corona, Rodolfo, y otros.** Santiago : Universidad de Santiago de Chile, 2009, Vol. II.
2. **Toribio, Isidro.** *Industria minera (Guía de negocios en el Perú).* Lima - Perú : Pricewaterhouse, 2013.
3. *Volcán Compañía Minera S.A.A. y Subsidiarias.* **Portugal, Claudia y Peña, Daicy.** 511, Lima : PCR, 2018, Vol. I.
4. **Caballero, Gonzalo.** *KPI's fundamentales para la gestión del área productiva de una minera de mediana producción de cátodos de cobre en Chile.* Antofagasta - Chile : Universidad de Chile, 2013.
5. **Albuja, Jonathan.** *Caracterización geológica y cálculo de reservas de la veta Jane, en la Mina "Golden Comunitaria" de la parroquia Huertas, Cantón Zaruma.* Quito - Ecuador : Universidad Central del Ecuador, 2017.
6. **Añazco, José.** *Paragénesis de las vetas del sector Minas Nuevas, "O Nivel", ubicado en el distrito Aurífero - Polimetálico Portovelo - Zaruma.* Quito - Ecuador : Universidad Central del Ecuador, 2017.
7. **Hernández, Henry.** *Control geológico estructural en labores subterráneas del área Minera Sacachispas.* Guayaquil - Ecuador : Universidad de Guayaquil, 2017.
8. **Cuadros, Jorge.** *Análisis de estabilidad física para los métodos taladros largos y corte y relleno ascendente por paneles en Mina Carahuacra Unidad Yauli - Volcan Cía. Minera S.A.A.* Arequipa - Perú : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2015.
9. **Quiroz, Juan.** *Optimización de los estándares de perforación y voladura para incrementar la producción en la unidad Andaychagua - Compañía Minera Volcán.* Arequipa - Perú : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2014.
10. **Villalta, Roger.** *Aplicación del método de explotación por taladros largos en veta Virginia de la unidad San Cristóbal de la Compañía Minera Volcán S.A.A.* Puno - Perú : Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
11. **Carlos, Ivan y Rivera, Yoel.** *Ventajas económicas de la implementación del método de explotación sublevel stoping en vetas angostas frente al método de explotación convencional de corte y relleno ascendente en la zona codiciada de la Mina Morococha.* Trujillo - Perú : Universidad Nacional de Trujillo, 2016.

12. **Ramos, Denis.** *Incremento de la producción de mineral aplicando voladura masiva en la veta Samy nivel 2590 de la Unidad de Producción Santa María, Mina Poderosa.* Trujillo - Perú : Universidad Nacional de Trujillo, 2017.
13. **Flores, Jorge.** *Estudio técnico económico del proyecto túnel de integración de las minas Carahuacra, San Cristóbal y Andaychagua de la Empresa Volcán Compañía Minera S.A.A.* Lima - Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.
14. **Antonio, Wualdo.** *Aplicación de taladros largos en vetas angostas, caso Mina Austria Duvaz - Morococha.* Huancayo - Perú : Universidad Continental, 2017.
15. **Silvestre, Franco.** *Aplicación del método de explotación por subniveles en la Unidad Minera Chungar - Compañía Minera Volcán.* Huancayo - Perú : Universidad Continental, 2018.
16. **Vivas, Cristian.** *Incremento de la altura de corte, en función a un estudio geomecánico para optimizar la producción del stope 097 en la zona de Santa Bárbara, sección 02 en el NV 3420 en la compañía Minera Atacocha - Unidad Atacocha - Grupo Milpo.* Huancayo - Perú : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2009.
17. **Canfield, Murray.** *Etapas del proceso productivo de una mina.* Santiago - Chile : Grupo Antofagasta Minerals, 2012.
18. **Vargas, Victor.** *Actividad minera en el Perú.* Lima : Ministerio de Energía y Minas, 2013.
19. **Peñañiel, Max y Mortecinos, Rubén.** *Características de la industria minera.* Oruro - Bolivia : Universidad Técnica de Oruro, s.f.
20. **Aguilar, Julio.** *Explotación minera, preparación y concentración.* s.f.
21. **Tumialán, Pedro.** *Compendio de yacimientos minerales del Perú.* Lima - Perú : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2008.
22. **Swiecki, Rafal.** *La exploración y la minería aluvial. La exploración y la minería aluvial.* [En línea] Swiecki, Rafal;, Marzo de 2011. [Citado el: 25 de Octubre de 2018.]
23. *Metogenia del uranio en las regiones de Cusco y Puno.* **Rivera, Raymond, Condori, Neper y Valencia, Jacinto.** Lima : Ministerio de Energía y Minas, 2012.
24. **Norgate, T y Rankin, W.** *Vista general de la actividad minera y sus impactos.* s.l. : Conference an minerals processing, 2000.
25. **Aguilar, Julio.** *Explotación minera, preparación y concentración.* s.f.

26. **Codelco.** *Mitodología de clasificación de recursos y reservas.* s.l. : Gerencia recursos mineros, 2016.
27. **Oyarzun, Roberto.** *Introducción a la geología de minas.* Madrid - España : GEMM - Aula2pontonet, 2011.
28. **Dammert, Alfredo y Molinelli, Fiorella.** *Panorama de la minería en el Perú.* Lima - Perú : Osinergmin, 2007.
29. **Valdiviezo, Victor.** *Esquema de los sistemas de relleno en la Mina Carahuacra Volcán Compañía Minera S.A.A.* Ayacucho - Perú : Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, 2002.
30. **Ministerio de Minería.** Nuestro Ministerio en Medios. [En línea] s.f. <http://www.minmineria.gob.cl/glosario-minero-d/detonador/>.
31. **E Tecnología - Definista.** [En línea] s.f. <https://conceptodefinicion.de/explosivos/>.
32. **Cook, John.** *La Geomecánica.* s.l. : Oilfield Review, 2016.
33. **Konya , Kaliyn.** *Manual de Diseño de Voladuras.* México : Ediciones Cuicatl, Primera Edición, 1998.
34. **Herrera, Juan.** *Métodos de minería a cielo abierto.* Madrid - España : Universidad Politécnica de Madrid, 2006.
35. **The Free Dictionary.** The Free Dictionary. [En línea] s.f. <https://es.thefreedictionary.com/veta>.
36. **Niño, Víctor.** *Metodología de la investigación.* Bogotá : Ediciones de la U, 2011.
37. **Borja, Manuel.** *Metodología de la investigación científica.* Chiclayo : s.n., 2012.
38. **Behar, Daniel.** *Metodología de la investigación.* s.l. : Editorial Shalom 2008, 2008.
39. **Cortés, Manuel y Iglesias, Miriam.** *Generalidades sobre metodología de la investigación.* Ciudad del Carmen, Campeche, México : Universidad Autónoma del Carmen, 2004.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de Consistencia

Título: INCREMENTO DE LA ALTURA DE CORTE DEL TAJO 120, EN LA VETA MARY EN EL NV. 1180 PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA UNIDAD CARAHUACRA PERTENECIENTE A LA EMPRESA MINERA VOLCAN S.A.A.

Autor: BACH. DIEGO JESUS CASAS MARTÍNEZ

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema general: ¿Cuál es el resultado de la producción al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 de la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cómo aumenta la producción en la realización eficiente de los procesos productivos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV.</p>	<p>Objetivo general: Incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 para aumentar la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.</p> <p>Objetivos específicos: Realizar eficientemente los procesos productivos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 para aumentar la</p>	<p>Hipótesis general: Al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 aumenta significativamente la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.</p> <p>Hipótesis específicas: La realización eficiente de los procesos productivos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 aumenta significativamente la producción en la Unidad</p>	Incremento de tajo 120 de la veta Mary Producción	<p>Tipo de Investigación: Aplicado</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativo</p> <p>Método General: Científico</p> <p>Método Específico: Analítico</p> <p>Diseño: Pre experimental</p>	<p>Universo: Empresa Minera Volcan</p> <p>Población: Veta Mary</p> <p>Muestra: Veta Mary</p> <p>Muestreo: No probabilístico. Por conveniencia</p>	<p>Técnicas: La observación</p> <p>Instrumentos: La tabla de resultados</p>

<p>1180 de la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.?</p>	<p>producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.</p>	<p>Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.</p>				
<p>¿Cómo aumenta la producción con el trabajo seguro al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 de la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.?</p>	<p>Realizar el trabajo seguro al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 para aumentar la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.</p>	<p>La realización del trabajo seguro al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 aumenta significativamente la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.</p>				
<p>¿Cómo aumenta la producción con la optimización de los costos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 de la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.?</p>	<p>Optimizar los costos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 para aumentar la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.</p>	<p>La optimización de los costos al incrementar la altura de corte del tajo 120, en la veta Mary en el NV. 1180 aumenta significativamente la producción en la Unidad Carahuacra perteneciente a la Empresa Minera Volcan S.A.A.</p>				

Anexo 2

Instrumento

Tabla de recopilación de datos

DÍA	Extracción	Procesamiento	Fundición y refinación	Accidentes leves	Costos de minería	Costos de procesamiento	Costos de metalurgia	Costos generales
	Ton/día	Ton/día	Ton/día	Cantidad	\$/Ton/día	\$/Ton/día	\$/Ton/día	\$/Ton/día
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								

Anexo 3
Planos