

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Implementación del método sublevel stoping con
taladros largos para el incremento de la producción
en el tajo 830E en la zona de profundización de la
compañía Minera Bateas S.A.C.**

Enrique Miguel Castillo Gutiérrez

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Arequipa, 2020

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

ING. YOSHEFF ANTONIO ORTIZ VALDIVIA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre por haberme apoyado en este camino, de la investigación en el área minera, y por su esfuerzo y su amor invaluable que me sirvió como camino para conseguir los logros y proyectos en lo académico y en lo personal, sus enseñanzas en lo personal, me sirvieron en el campo de los valores que la sociedad busca, entre otras cosas tengo mucho por agradecerle madre.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios y a mi esposa por su apoyo y ánimo que me brindaron día a día para poder alcanzar mis metas, a mis amigos que siempre estuvieron ahí para apoyarme en todo momento. A mis compañeros.

ÍNDICE

ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
1. PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO	4
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.1.1 Problema general	5
1.1.2 Problemas específicos.....	5
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1 Objetivo general	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	6
1.3.1 Justificación.....	6
1.3.2 Importancia.....	6
1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	6
1.4.1 Hipótesis general.....	6
1.4.2 Hipótesis específicas.....	6
1.4.3 Descripción de las variables	7
1.4.4 Operacionalización de variables	7
CAPÍTULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	8
2.1.1 Local.....	8
2.1.2 Nacional	9
2.1.3 Internacional.....	10
2.2 BASES TEÓRICAS	11
2.2.1 Fundamentos teóricos y científicos del corte y relleno ascendente y el sublevel stoping.....	11

2.3	ASPECTOS GENERALES DE LA COMPAÑÍA MINERA BATEAS S.A.C.....	12
2.3.1	Operaciones de la minera Bateas.....	12
2.3.2	Diseño estándar de preparación y explotación Sublevel Stopping.....	20
2.3.3	Parámetros Geológicos de mina.....	21
2.3.4	Parámetro geomecánico de la Minera	27
2.3.5	Dilución.....	39
2.4	MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN SUBTERRÁNEA Y SU EVALUACIÓN.....	42
2.4.1	Corte y relleno ascendente.....	42
2.4.2	Tajeo por subniveles.....	44
2.5	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	44
CAPÍTULO III.....		46
3.	METODOLOGÍA.....	46
3.1	MÉTODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
3.1.1	Método de investigación.....	46
3.1.2	Alcance de la investigación.....	46
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
3.2.1	Diseño de investigación.....	46
3.2.2	Nivel de investigación.....	47
3.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
3.3.1	Población.....	47
3.3.2	Muestra	47
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
3.4.1	Técnicas utilizadas en la recolección de datos.....	47
3.4.2	Técnica de investigación.....	48
3.4.3	Instrumento	48
3.4.4	Procedimiento y análisis de datos.....	49
CAPITULO IV.....		50
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.1	Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	50
4.1.1	Descripción del Tajo 830E.....	50
4.1.2	Descripción actual del método de explotación mina Bateas.....	52
4.1.3	Características geomecánicas.....	53
4.2	Desarrollo operativo de las labores en el Tajo 830E.....	54

4.2.1	Descripción del método Sublevel Stopping en el Tajo 830E	55
4.2.2	Explotación.....	55
4.2.3	Acarreo y carguío	56
4.2.4	Sostenimiento.....	56
4.2.5	Relleno	57
4.2.6	Control de dilución.....	57
4.2.7	Producción	58
4.3	Comparación de costos de las metodologías utilizadas	58
4.3.1	Comparación de costos de la preparación en Tajos	58
4.3.2	Resumen de la comparación de costos en la preparación	61
4.3.3	Ventajas y desventajas del método sublevel stoping	65
4.3.4	Costos de aplicación actuales	66
4.4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	67
4.4.1	Análisis de Confiabilidad.....	68
CONCLUSIONES		74
RECOMENDACIONES.....		75
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA.....		76
ANEXOS.....		79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de variables.....	7
Tabla 2.	Producción histórica de la Compañía Minera Bateas (Tms)	14
Tabla 3.	Sostenimiento de yacimientos en labores permanentes.....	32
Tabla 4.	Sostenimiento en la Compañía Minera Bateas S.A.C.....	35
Tabla 5.	Parámetro separación de las discontinuidades	36
Tabla 6.	Parámetro presencia de agua	37
Tabla 7.	Escala de valores para diferentes rocas.....	37
Tabla 8.	Clasificación según la obtención del índice de calidad RMR	37
Tabla 9.	Calidad de la roca según el porcentaje RQD.....	39
Tabla 10.	Clasificación geomecánica. Tipo de roca	39
Tabla 11.	Mineralización del Bloque 830E	52
Tabla 12.	Características geomecánicas del Tajo 830E.....	53
Tabla 13.	Dimensiones de las labores de desarrollo en el tajo.....	55
Tabla 14.	Dimensiones de las labores de preparación en el Tajo 830E	56
Tabla 15.	Costos de las labores realizadas para el método corte y relleno	58
Tabla 16.	Tonelajes removidos en la preparación de las labores	59
Tabla 17.	Porcentajes de la ley mineral.....	59
Tabla 18.	Costos en la preparación de las labores para la explotación por Sublevel Stoping.....	60
Tabla 18.	Porcentajes de la ley mineral.....	60
Tabla 20.	Tonelajes removidos en la preparación de las labores por el método Sublevel Stoping	61
Tabla 21.	Porcentajes de la ley mineral.....	61
Tabla 22.	Comparación de los costos en la preparación de las labores para ambos métodos	61
Tabla 23.	Comparación de material removido	61
Tabla 23.	Comparación de costos operativos para ambos métodos	62
Tabla 25.	Comparación de los costos por tonelada de extracción.....	65
Tabla 26.	Costos generales de mina aplicando el método de Corte y Relleno	66
Tabla 27.	Costos anuales proyectados aplicando el método Sublevel Stoping	67
Tabla 28.	Estadísticas de fiabilidad de la investigación	69
Tabla 29.	Dimensiones de entrada de la variable sublevel stoping	69
Tabla 30.	Coeficiente de determinación de la variable sublevel stoping.....	70

Tabla 31.	Estadísticos de regresión de las dimensiones de la variable sublevel stoping	70
Tabla 32.	Análisis de la varianza total con respecto a las dimensiones existentes dentro del sublevel stoping.....	71
Tabla 33.	Análisis gráfico y matriz de las dimensiones a relacionar en la metodología de sublevelstoping.....	71
Tabla 34.	Análisis gráfico de las dimensiones a relacionar en la metodología de sublevelstoping	72
Tabla 35.	Tabla de contingencia del incremento de producción con respecto a la metodología de sublevel stoping.	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Mapa Distrito de Caylloma.	12
Figura 2.	Tendencia mensual de la producción (2008 - 2018).	14
Figura 3.	Producción acumulada de la mina (2008 – 2018).....	15
Figura 4.	Geología de mina del Distrito de Caylloma.....	22
Figura 5.	Densidades de las rocas sedimentarias	23
Figura 6.	Determinación y cálculo de la densidad (gravedades superficial - subterránea).....	24
Figura 7.	Determinación de la densidad de un mineral.....	25
Figura 8.	Reservas Mineras de Perú	27
Figura 9.	Determinación del factor de esfuerzos (A), según Potvin (1988)	29
Figura 10.	Factor de ajuste B, según Mathews (1980).	30
Figura 10.	Factor C para las caídas por gravedad y lajamiento, según Potvin (1988).....	31
Figura 12.	Falta de paralelismo en la barrenación.....	40
Figura 13.	Descontrol del borde	41
Figura 14.	Sección longitudinal Veta Ánimas	50
Figura 15.	Sección transversal SE – NE, mostrando la principal veta que actualmente se explotan (animas) y la litología que gobierna y las condiciones estructurales que presenta la veta.....	51
Figura 16.	Ubicación del modelo de bloques del tajo 830E	51
Figura 17.	Cartilla geomecánica de la Compañía Minera Bateas	53
Figura 18.	Diseño de la explotación con el método corte y relleno ascendente.....	54
Figura 19.	Desarrollo de los subniveles en el Tajo 830E	54
Figura 20.	Explotación del Tajo 830E.....	56
Figura 21.	Relleno hidráulico.....	57
Figura 22.	Control de dilución en la vista de perfil	57
Figura 23.	Avance en laboreos de ambos métodos.....	62
Figura 24.	Desquinche en ambos métodos	63
Figura 25.	Transporte de desmonte	63
Figura 26.	Transporte de mineral en ambos métodos	63
Figura 27.	Instalación de tolva en ambos métodos.....	64
Figura 28.	Explotación en ambos métodos.....	64
Figura 29.	Relleno hidráulico en ambos métodos.....	64

Figura 30.	Comparación de costos generales en la Compañía Minera Bateas.....	67
Figura 30.	Análisis de regresión predictivo de la variable incremento de producción con respecto a la metodología de sublevel stoping	70
Figura 32.	Estimación de tajos donde se puede aplicar la metodología de sublevel stoping.	73
Figura 33.	Figura decisiva del incremento de producción con sublevel stoping, en la parte derecha se observa los tajos favorables a la metodología.....	73

RESUMEN

En la actualidad, las empresas mineras buscan siempre ser más rentables para de esta forma poder disminuir sus costos y aumentar la productividad; lo mencionado anteriormente va relacionado al método de explotación, ya que este debe ser revisado de forma anual para poder analizar nuevas opciones que puedan disminuir algunos dólares por tonelada en el costo; es por eso por lo que en la presente investigación se propondrá la implementación del nuevo método sublevel stoping con taladros largos. Se menciona que en la presente investigación el objetivo general es: Evaluar la implementación del método sublevel stoping con taladros largos y su incremento en la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C., y tiene como primer objetivo específico: Realizar un diagnóstico inicial de los parámetros geomecánicos del Tajo 830E, que influyen directamente en el incremento de la producción en el tajo 830E de la Minera Bateas S.A.C. Como segundo objetivo específico: Implementar las técnicas operacionales en ciclo de minado con la metodología del sublevel stoping para el incremento para el tajo 830E de la Minera Bateas S.A.C. Como tercer objetivo específico: Evaluar la producción y costos con la metodología de sublevel stoping el tajo 830E en la zona de profundización en la compañía minera Bateas S.A.C.

Este estudio se realizó con la finalidad de implementar un método de explotación en la Compañía Minera Bateas para de esta forma poder reducir los costos de producción, además de generar mayor seguridad del personal; para la presente tesis se aplicó una ficha de registro de información, registro de producción del mineral. Después de haber desarrollado esta investigación se concluye que la implementación del método sublevel stoping en el Tajo 830E incrementa la productividad de la Compañía Minera Bateas; por lo tanto, este método generará una producción de 18,000 toneladas al mes que es la producción actual en todo el nivel 12, los costos proyectados anuales que generaría la implementación de este método en el Tajo 830E indican un costo operativo de US\$ 4, 501,429 y un costo anual de 38 US\$/TN.

Palabras clave: Producción, método de explotación Sublevel Stopping

ABSTRACT

At present, mining companies always seek to be more profitable in order to reduce their costs and increase productivity, the aforementioned is related to the exploitation method since this must be reviewed annually to review and analyze new options that can reduce a few dollars per ton in cost, that is why in this research the implementation of the new sublevel stoping method with long holes will be proposed. The present investigation had as general objective: To evaluate the implementation of the sublevel stoping method with long holes and its increase in production in pit 830E in the deepening zone of the mining company Bateas S.A.C. Its first specific objective is: To carry out an initial diagnosis of the geomechanical parameters of Pit 830E, which influence the increase in production in Pit 830E of MineraBateas S.A.C. As a second specific objective: Implement the operational techniques in the mining cycle with the sublevel stoping methodology for the increase for the 830E pit of MineraBateas S.A.C. As a third specific objective: Evaluate production and costs with the sublevel stoping methodology of pit 830E in the deepening zone of the mining company Bateas S.A.C.

This study was carried out with the purpose of implementing an exploitation method in the Bateas Mining Company in order to reduce production costs, in addition to generating greater security of the personnel, for this thesis an information record sheet was applied, mineral production record. After having developed this research, it is concluded that the implementation of the Sublevel Stoping method in Pit 830E increases the productivity of Compañía Minera Bateas, therefore, this method will generate a production of 18,000 tons per month, which is the current production at the entire level. 12, the projected annual costs that the implementation of this method would generate in Pit 830E indicate an operating cost of US \$ 4,501,429 and an annual cost of 38 US \$ / TN.

Keywords: Production, exploitation method Sublevel Stoping

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación, titulado “Implementación del método sublevel stoping con taladros largos; para el incremento de la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la Compañía Minera Bateas S.A.C” surge como investigación para identificar las características geomecánicas, aspectos operativos y el análisis de costos del tajo 830Ea implementar el método Sublevel Stoping.

En el Perú la minería subterránea se ha visto sujeta a los precios de los metales, a nivel internacional oscilan en el tiempo y el precio del plomo y plata se ha visto deprimido, por tanto, es una labor constante de las mineras poder producir metales al más bajo costo posible.

En la actualidad la minería, específicamente la minería subterránea viene experimentando mayores exigencias, las cuales deben ser satisfechas por un tema tecnológico; es por ello que en el Perú y en el extranjero se viene realizando avances e innovaciones tecnológicas las cuales incrementarán el tema de la productividad en cada una de las unidades mineras. (MINEM, 2018)

Para aplicar la metodología de sublevel stoping en la cual se utiliza taladros largos, una característica es que dichos yacimientos deben tener forma tabular o casi vertical, con una potencia considerable, superior a 10 metros; en algunos casos dicha aplicación se amplía en mantos de cuerpo mineralizado, las cuales estarán separadas por pilares en su metodología que después de su explotación inicial serán recuperadas. (Cruz, 2015)

El presente trabajo está estructurado de la siguiente manera:

El capítulo I, en el cual se detalla el planteamiento y formulación del problema general y específicos que incluye dicha investigación.

En dicho capítulo se comienza con un esquema del planteamiento del problema en la minera Compañía Minera Bateas S.A., que actualmente aplica la metodología de explotación, de corte y relleno ascendente; si bien es cierto por un periodo de tiempo este método tradicional de la minería peruana, pudo ser rentable, pero actualmente las políticas de seguridad, salud ocupacional han cambiado, por lo cual es mejor realizar la implementación de la metodología de explotación del sublevel stoping propuesto en la presente investigación, se problematiza en tres aspectos las características geomecánicas, características operativas, y el menor costo de minado.

Se plantea los objetivos de implementación del método sublevel stoping con taladros largos y su incremento en la producción en el tajo 830E objetivos que permitan determinar las características geomecánica del Tajo 830E, determinar las características

operativas del Tajo 830E y el calcular en qué medida los costos de las operaciones de minado evaluará la aplicación de la metodología de sublevel stoping, que permite optimizar la producción en el tajo 830E

También se plantea la justificación de lograr incrementar la producción de mineral para la Compañía Minera Bateas y al mismo tiempo reducirá los costos.

En cuanto a la hipótesis, detallaremos y determinaremos si las características geomecánica del Tajo 830E, el determinar las características operativas del Tajo 830E y el menor costo en las operaciones, para la evaluación del método de explotación por Sublevel Stopping influyen positivamente en el incremento en la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas.

En el capítulo II, presenta el marco teórico que referencia la presente investigación

En el presente capítulo sobre el marco teórico podemos detallar aspectos como antecedentes del problema en el tema regional local e internacional, sobre metodologías aplicadas del sublevel stoping en minería, también detallaremos los teóricos de ambas metodologías aplicadas como son el método de corte y relleno ascendente y la metodología operativa del sublevel stoping.

También se definirá aspectos de terminologías usadas en la presente investigación las cuales son explicadas de manera clara y sencilla.

Dentro de los aspectos considerados en el marco teórico describiremos las características geomecánicas, el tema de las características operativas de la minera bateas, y los parámetros geológicos que son importantes para el estudio geomecánico y el estudio operativo respectivo.

Por último, detallaremos los métodos de explotación usados en la minera bateas como son el corte y relleno ascendente y una descripción de la metodología usada en sublevel stoping.

El capítulo III, presenta la parte metodológica de la investigación.

Dentro de la metodología utilizada en el trabajo de investigación se detallará el tipo nivel, así como el método y alcance de la investigación. Será una descripción del diseño de investigación utilizada que para este caso es descriptiva comparativa, se describirá la población y su cálculo de la muestra respectiva para la presente investigación. Dentro de este capítulo también incluiremos el tema de la técnica y el instrumento aplicado en la recolección de los datos, del presente Trabajo de investigación, así como un análisis descriptivo de la observación directa en campo y el trabajo en gabinete.

El capítulo IV, detallará la descripción de resultados, será una descripción actual de la metodología usada y del tajo 830E en referencia, la cual ha sido tomada como una muestra de análisis en la que se hará una descripción de las características geomecánicas; también se detallará el desarrollo realizado en estos que incluye el tema de explotación, acarreo, sostenimiento relleno y control de dilución, así como control de producción. Luego se pasará al tema de comparación de costos para ambas metodologías utilizadas en la cual se hará un resumen comparativo y también el tema de ventajas y desventajas para estas metodologías. En la discusión de resultados pondremos énfasis al resumen de un modelo optado en términos de metodología óptima a usar.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

Como es conocido actualmente, la minería moderna requiere minimizar costos y obtener una alta producción de los minerales en sus operaciones, por ello las metodologías usadas en diferentes minas debe ser cambiadas acorde al tema de productividad que está involucre.

En minera Bateas existe el problema de producción en términos de que la metodología de corte y relleno ascendente involucra una mayor cantidad de personal, así como de equipos mineros en su utilización, qué mayormente están afectados por el desarrollo y preparaciones de las labores mineras.

Todo esto nos hace pensar, que la metodología de sublevel stoping sería una alternativa para el incremento de la producción y la reducción de los recursos usados para esto. La producción de 1500 toneladas día, son necesarios para la planta diariamente, una interrupción de estas causaría pérdidas, que por los pocos recursos de minerales que presenta los yacimientos en la minera Bateas es necesario su aplicación de la metodología de sublevel stoping.

Es por lo que en determinadas zonas de trabajo como el caso del Tajo 830E, en la zona de profundización convendrá reemplazar y usar un método diferente de explotación, al que se viene aplicando tomado en cuenta las siguientes características: que en la profundización la extracción de mineral sea segura, rentable y económica, de igual o similar calidad a los de niveles superiores y minimice los accidentes por desprendimientos de rocas y sobre todo el reducir los costos de operación.

Es por eso que en el presente estudio se analizará la viabilidad técnica para la implementación del método de explotación minera denominado: "Método de explotación Sublevel Stoping con taladros largos", esto con la finalidad de incrementar la

productividad, dado que en dicha compañía se venía aplicando el método de Corte y Relleno Ascendente; si bien es cierto por un periodo de tiempo pudo ser rentable, sin embargo, ya no lo es; es por eso que se analizó otras opciones que puedan beneficiar en el incremento de la producción además de reducir los costos operativos en las labores de explotación.

1.1.1 Problema general

¿La implementación del método sublevel stoping con taladros largos incrementará la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.?

1.1.2 Problemas específicos

¿Cuál es el diagnóstico inicial de los parámetros geomecánicos del Tajo 830E, que influirán en el incremento de la producción en el tajo 830E de la Minera Bateas S.A.C.?

¿Al implementar las técnicas operacionales del ciclo de minado del sublevel stoping influirá en el incremento para el tajo 830E de la Minera Bateas S.A.C.?

¿La evaluación del método de explotación por Sublevel Stoping permitirá optimizar la producción, y los costos operativos en el tajo 830E de la profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar la implementación del método sublevel stoping con taladros largos y su incremento en la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.

1.2.2 Objetivos específicos

Realizar un diagnóstico inicial de los parámetros geomecánicos del Tajo 830E, que influyen en el incremento de la producción en el tajo 830E de la Minera Bateas S.A.C.

Implementar las técnicas operacionales en ciclo de minado con la metodología del sublevel stoping para el incremento para el tajo 830E de la Minera Bateas S.A.C.

Evaluar la producción y costos con la metodología de sublevel stoping el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.

1.3 Justificación e importancia

1.3.1 Justificación

En cuanto a la justificación, se indica que el presente trabajo tiene una relevancia dado que el método Sublevel Stopping con taladros largos, logrará incrementar la producción de mineral para la Compañía Minera Bateas y al mismo tiempo reducirá los costos, ya que este método de explotación es económicamente rentable y los porcentajes de recuperación son favorables, por otro lado, es más eficiente y seguro.

La principal fortaleza de este nuevo método es la generación de una mayor rentabilidad, dado que se elevarán los niveles de productividad además de la optimización de los recursos como: equipos, mano de obra, bajos costos de operación (\$/TM), además de proponer condiciones de mayor seguridad para el personal.

1.3.2 Importancia

Con respecto a su importancia, se indica que con el presente estudio se logró establecer la viabilidad del método Sublevel Stopping con taladros largos en el Tajo 830E en la zona de la profundización de la Compañía Minera Bateas, tomando en consideración a las características geológicas, geomecánicas, operativa y producción del Tajo 830E.

Además, la implementación de este nuevo método servirá para que la compañía y otras empresas del rubro minero, tomen esta investigación como referencia y puedan afrontar de una manera más eficiente las repentinas y constantes fluctuaciones que sufren en el precio los metales; por tanto, la viabilidad de esta implementación lograría disminuir los altos costos que tiene la explotación en la minería subterránea.

1.4 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.4.1 Hipótesis general

La implementación del método sublevel stopping influyen en el incremento en la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.

1.4.2 Hipótesis específicas

El diagnóstico inicial de los parámetros geomecánicos del Tajo 830E, influye en el incremento en la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.

Al implementar las técnicas operacionales del ciclo de minado con la metodología del sublevel stoping, influirá el incremento en la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.

La evaluación de la producción y costos con la metodología de sublevel stoping será óptima en su aplicación del tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.

1.4.3 Descripción de las variables

Se identificaron dos variables, siendo la variable independiente implementación del método sublevel stoping con taladros y la variable dependiente incremento de la producción en el tajo 830E sobre las cuales se desarrolló la investigación

1.4.4 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
DEPENDIENTE X: INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EL TAJO 830E	Define a la producción polimetálica como producto de operaciones mineras en yacimientos epitermales de la Mina Bateas (Israel Mallma 2019)	Referido a las mejoras en procesos metodológicos de explotación para el su incremento de producción	Incremento de producción	Producción diaria (ton/día)
				producción mensual (ton/mes)
				Producción anual (ton/año)
INDEPENDIENTE X: MÉTODO SUBLEVEL STOPING	Tipo de método de explotación con tasa de producción moderada a alta y recuperación sobre 90%	El método de explotación sub level stoping para el incremento de producción incluye procesos operativos aplicados a un tipo de roca y que causan utilidades en los costos, con respecto a otros métodos de explotación minera.	Técnicas operacionales de ciclo de minado del Sublevel Stoping	RMR
				Diagnostico inicial de los parámetros geomecánicos
				RQD
				Sostenimiento
				Explotación
				Acarreo
				Relleno
Ventilación				
Perforación y voladura				
Evaluación de la producción				
Evaluación de la producción, costos y el impacto ambiental				
Evaluación de los cotos				
Evaluación del impacto ambiental				

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Local

(Carhuamaca, 2018) El autor nos menciona que el método de sublevel stoping, influye significativamente en la recuperación del mineral de la minera Azulcocha, detalla que es un trabajo de tipo aplicada y de un nivel descriptivo en donde la población fueron los distintos niveles de dicha mina, y que las muestras fueron los niveles desde superficie y debajo del nivel 40. Detalla que las condiciones geomecánicas en dicho yacimiento, más el buzamiento de la zona mineralizada conllevan a una dilución mayor a la prevista. Se detalla que existe un macizo rocoso de baja resistencia y un fracturamiento del mineral en el aspecto geotécnico; pero que estos generan un elipsoide de extracción facilitando su extracción de dicho mineral, considera también que hay que tener presente un tema de seguridad la cual debe evaluarse en varios aspectos.

(Apaza, E., 2014) realizó una tesis titulada “Implementación de taladros extensos en las vetas angostas para establecer su acontecimiento en la productividad, eficiente y seguridad de las operaciones mineras – Pashsa, Mina Huarón S.A.” presentado en la Universidad Nacional de San Agustín como requisito para obtener el título de ingeniero de Minas, donde resume que el estudio tenía como objetivo conocer la aplicación de taladros largos en las operaciones Pashsa mina Huarón S.A. para las explotaciones por subniveles.

En resumen, menciona lo siguiente: la aplicación del método de taladros largos en lámina varón para las explotaciones en sus diferentes subniveles, incrementaron la producción a 4000 toneladas por mes, con precio de 2.5 dólares por tonelada respecto a la excavación, el precio de 1.3 dólares por tonelada referido a la voladura, y de 1.7 dólares por tonelada en la limpieza de dicho mineral, costo por relleno es de 0.5 dólares por tonelada. Cabe indicar que en dichos métodos de explotación, se realizaron estudios

de la mecánica de roca, en donde se muestra la dinámica del macizo rocoso y sus distancias de influencia respectiva entre dichos niveles para aumentar la seguridad y también y englobarlo al tema de costos.

En cuanto a las perforaciones de los taladros largos en la mina Huarón, se cuenta con equipos electrohidráulicos jumbos mini Raptor, las cuales perforan taladros de 64 milímetros de diámetro con ángulos de hasta 360 grados, en cuanto a la longitud de las perforaciones es de 40 m esto es por el tema de desviaciones existentes entre dichos taladros. La eficiencia o la productividad referida a la perforación es de 90 metros por día con unas mallas de perforación de un metro; de igual manera se cuenta con equipos de extracción de 3.5 yardas cúbicas de los cajeros de mineral hacia los echaderos. Su trabajo de investigación concluye que dicha metodología tiene gran influencia con la geomecánica de dicho yacimiento y que su aplicabilidad no sería económica, sí se tendría mayores riesgos respecto a la dinámica geomecánica de los yacimientos. Esto involucraría a los costos de minado que se tenga en una unidad minera.

2.1.2 Nacional

(Gutiérrez L., 2011) Nos menciona que el método de corte y relleno usado en los tajos de la mina Chipmo, el cual está dentro de la unidad minera Orcopampa. No ha satisfecho el tema de la producción propuesta; Debido a ello implementa una nueva metodología de explotación, que incluye a una mina totalmente mecanizada, y que involucre los gastos de inversión y los objetivos en cuanto a rentabilidad. Es por ello que se implementa la metodología de explotación del sublevel stoping en dicha unidad las cuales son presentadas con estudios y evaluaciones económicas para su factibilidad.

(Roley W., 2019) El autor nos menciona que la metodología de sublevel stoping, debe ser usado cuando la roca presenta ciertas características como RMR mayor a 50, dónde se puede construir caserones y conservar dicha estabilidad en una labor minera durante la explotación, la estabilidad de las labores mineras están referidas básicamente a los caserones que deben mantener una estabilidad durante un tiempo de minado como lo menciona el autor. A la vez conocer los niveles de incremento de producción, que fue de 158 ton/día a 362.88ton/día, la diferencia de diluciones de 16.37% a 32.74% y reducción de costos de minado con la implementación del método en comparación del método corte y relleno ascendente Semi mecanizado

(Sulla A., 2013) Este autor hace una comparación, entre la metodología de corte y relleno y la metodología de sublevel stoping, concluyendo en lo siguiente los costos son menores respecto a la explotación por tonelada, de 4.67 dólares por tonelada corta seca

menos que la metodología de corte y relleno. Es decir, concluye que en un tema de costos se puede obtener una mayor rentabilidad con la metodología del subnivel.

Cabe indicar que menciona que este método es de alta producción y de bajo costo. Menciona que el valor mínimo para la explotación es de 21 dólares por tonelada, y que el valor de mineral es de 55 dólares por tonelada obteniéndose un margen de utilidad de 33.4 dólares por tonelada.

(Chamorro, 2015), desarrollo una tesis titulada “Aplicación del método de explotación tajeo por subniveles – taladros largos para la recuperación de mineral económicamente rentable de los rellenos de Mina San Genaro de la Corporación Minera Castrovirreyna S.A.” presentada en la Universidad Nacional del Centro del Perú, El autor menciona que actualmente la mina se encuentra en recuperación de rellenos de trípticos de alta ley, y para la cual necesita una metodología económica rentable y que pueda acceder para su explotación.

Chamorro considera como problema general, Cómo recuperar el mineral económicamente rentable, en los rellenos de dicho yacimiento de la mina San Genaro de la Corporación minera Castrovirreyna, y teniendo como objetivo la recuperación de dicho mineral con la aplicación de la metodología por subniveles y taladros largos, dentro de sus conclusiones resalta que dicha metodología apoya en la recuperación del mineral que es económicamente rentable y cumpliendo con las hipótesis que se planteó en dicha investigación.

2.1.3 Internacional

(Ramos W., 2017) presentó una tesis titulada “Desarrollo de herramientas de diseño para minería por Sublevel Stopping y su impacto económico en un proyecto minero” en la Universidad de Chile, como requisito para obtener el título de ingeniero de minas donde menciona que los diseños de los proyectos subterráneos a explotar con la metodología de sublevel stopping deben considerar las dimensiones de los caserones o stopping y las secuencias de su explotación que garanticen una menor dilución y recuperación de dichas reservas.

El autor considera que para la aplicación de dicho método hay que basarse en análisis históricos de las mineras de otros países que utilizan este método. Considera que el objetivo es desarrollar las herramientas de los diseños empíricos que se ajusten a la realidad de la minera en el que desean aplicar su explotación, y determinar o cuantificar el impacto económico del proyecto con características similares y profundización es que se puedan realizar en un futuro deseado.

Esta metodología se dividió en dos períodos que consisten en una primera instancia, fue establecer un modelo de dilución, la cual ha sido determinada por la metodología y guía al ELOS de la pared colgante y la estabilidad según Matthew y Laubscher, en la que aplican también factores de ajuste en las fallas geológicas. En el segundo período se realizó un estudio al proyecto Dalmacia, en la que dicho proyecto presenta características geomecánicas equivalentes similares al caso de estudio, en la que se aplicó las guías de estabilidad y sobre excavación de los caserones, cantidad de reservas minerales y la rentabilidad de dicho proyecto.

Concluye dicho Trabajo de investigación mencionando que la rentabilidad del proyecto es sensible a la geometría de los caserones, y que dicho proyecto está íntimamente relacionado a su secuencia de explotación que lleve al cumplimiento de los programas del planeamiento minero.

Igualmente da mucha importancia a realizar gráficos del diseño de los caserones para dar mayor énfasis en las presencias de fallas geológicas durante la explotación que pueden causar colapsos y hundimientos en forma instantánea, que podrían afectar la seguridad e integridad de las personas y de los equipos. Por lo tanto, es trascendental agregar los factores de ajuste que se produzcan por las fallas que dicho yacimiento contenga.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Fundamentos teóricos y científicos del corte y relleno ascendente y el sublevel stoping.

(Richard, 2019) Esta metodología por corte y relleno ascendente y horizontal, es realizada desde un nivel base, la cual es preparada para después rellenarse con detrítico una vez recuperado el mineral por los cortes que necesiten. Generalmente este método se realiza para conservar la estabilidad de las rocas encajonantes, y tener una dilución baja; el autor considera que también la veta debe tener consideraciones geomecánicas del tipo IVA al VA.

(Urizar R., 2019) Esta metodología se realiza por Cortés horizontales en el yacimiento de mineral, la cual comienza desde una parte inferior hacia la parte superior, el mineral roto es cargado y extraído en su totalidad del tajo, de esta manera, rellenar con material exógeno el vacío causado por esta explotación, las cuales permitirán sostener las paredes, y que servirán de piso para la explotación del siguiente corte, en los diferentes niveles del yacimiento, es de esta manera cómo se secuencia su metodología del corte y relleno

La Producción con Taladros largos consiste en “dividir el cuerpo mineralizado en sectores aptos para el laboreo y consiste en arrancar el mineral a partir de subniveles de explotación, mediante disparos efectuados en planos verticales, con tiros paralelos, posteriormente quedando vacío el caserón después de la explotación” (Misari Santiago, 1998). La preparación de esta metodología, menciona que se debe realizar Galerías de perforación y galerías base, hotel Galerías de perforación inicialmente deben realizar o generar una cara libre para ser perforado después de manera radial con una longitud de 8 a 15 m en positivo o negativo.

(Rivera, 2015) El método de sublevel stoping tiene un sostenimiento natural en la cual utiliza pilares para dichos casos, estos pilares generalmente tienen dirección al rumbo de dichos yacimientos.

En suma podemos mencionar que esta metodología tiene sus variantes y también depende de factores del diseño mismo, y los materiales a explotar, ya que en algunos casos pudieran ser en rellenos en las cuales se debe prever procedimientos adecuados y evitar incidentes o accidentes en su defecto.

2.3 Aspectos generales de la Compañía Minera Bateas S.A.C

2.3.1 Operaciones de la minera Bateas

La Compañía Minera Bateas S.A.C., está ubicada en la Provincia de Caylloma, localizada a 14 Kilómetros, a una altitud de 4500 y 5000 msnm., con una superficie plana de 1499 km², bajo la administración de la Región de Arequipa, Perú. Y en las coordenadas N: 8 317,650 y E: 192,584. En cuanto a la accesibilidad a la mina, se da desde el departamento de Lima a la ciudad de Arequipa, que se unen con la provincia de Caylloma con 225 Km pasando por la mina Arcata (DePeru.com, 2018)



Figura 1: Mapa Distrito de Caylloma.

Fuente: Minera Bateas.

La compañía minera bateas, se considera que es una de las más antiguas del Perú, su aspecto histórico abarca desde el incanato y su explotación neta se da en la época colonial; es decir, desde del año 1541 hasta la actualidad; es importante resaltar que en la época Colonial en los años de 1541 -1821, Se menciona que fue una época donde se extrajeron la mayor cantidad de mineral la cual es valorizados en 48 millones de Onzas de Plata. Un periodo considerado próspero y con una buena actividad minera fue en el año 1880, cuando un grupo sueco - ingles explotaron gran parte de las vetas como son: "Toro, San Pedro y Bateas" y en la continuidad las vetas de San Cristóbal, que comenzó en el año 1890. Se continuó con el concentrado y el amalgamado de los minerales mediante el proceso de quimbaletes, trabajaron de esta forma hasta 1906.

Asimismo, durante el año 1906, Una empresa chilena, se puso a cargo de las operaciones mina e instaló una central hidroeléctrica para la explotación de dichos yacimientos, en lo posterior se intentó realizar el proceso tratando a los minerales por cianuración, por lo que no se pudo y trajo resultados negativos para la compañía. Durante 20 años tres compañías mineras se encargaron de la mina.

Fue durante estos años que se construyó la carretera que une Sibayo con la minera bateas, que en su recorrido tiene una longitud de 160 kilómetros, se menciona también que el año 1987 Candiotti elaboró un informe referido a la evaluación de la reserva Geológica de los Yacimientos de Caylloma, para preparar una gestión de programas de desarrollo y explotación. Luego la mina fue explotada por el Grupo Hochschild a una capacidad de 500 tpd.

El 8 de julio del 2005 la Compañía de Fortuna Silver Mines Inc. compró el 100% de las acciones de mina Caylloma y las concesiones mineras relacionadas a las sociedades privadas peruanas propietarias de Caylloma: Minera Ares y Minera Arcata, relacionadas con el grupo Hochschild.

El 17 de octubre del 2006, luego de una expansión y modernización en la planta, se reanudaron las operaciones bajo la administración de la Minera Bateas SAC (Compañía de Fortuna Silver Mines Inc) con una producción inicial de 500 tdp y actualmente con una tasa de producción de 1,430 tpd procedente principalmente de la veta de Animas que tiene minerales de plata.

A. Producción histórica de la minera Bateas

Es importante destacar que la producción histórica de la Compañía Minera Bateas S.A.C, incrementó desde 500 tpd en el 2007 hasta 1350 tpd al 2014, y para los años 2008 al 2014 se da a conocer la producción con una tendencia de aumento, ver Tabla 2,

a continuación. Y en las Figuras 4 y 5, se puede visualizar esta tendencia productiva en los respectivos periodos.

Tabla 2.

Producción histórica de la Compañía Minera Bateas (Tms).

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
2008	22081	22170	26333	24238	26871	27681	28071	29520	28733	31754	28425	30147	326024
2009	31470	28801	31326	30200	32084	34763	35562	35420	34830	30252	33218	32988	390914
2010	34948	29756	35118	33926	37077	39702	39769	41957	41431	33932	37048	37686	442350
2011	38010	33841	36218	37660	37693	36365	39410	39586	37823	39290	34605	38618	449119
2012	34104	30239	36779	42049	36105	38644	38827	42099	42319	40566	35657	37165	454553
2013	39098	32465	34678	32690	36211	43275	41803	37987	38802	39448	38978	40322	455757
2014	36157	35876	33005	35208	41331	40292	38538	41446	38947	40231	38163	36851	456045
2015	37520	40629	37155	38487	41359	38583	39369	41661	38579	38354	40261	42488	474445
2016	40985	41755	39094	42292	40082	37463	41813	41467	40220	37588	39583	38647	480989
2017	43607	40722	47436	43442	45821	42483	46138	46565	45459	44284	46537	35785	524279
2018	46512	36604	46503	45158	43740	45226	44545	46135	45316	46618	41963	46453	534773

Fuente: Planeamiento de Compañía Minera Bateas.

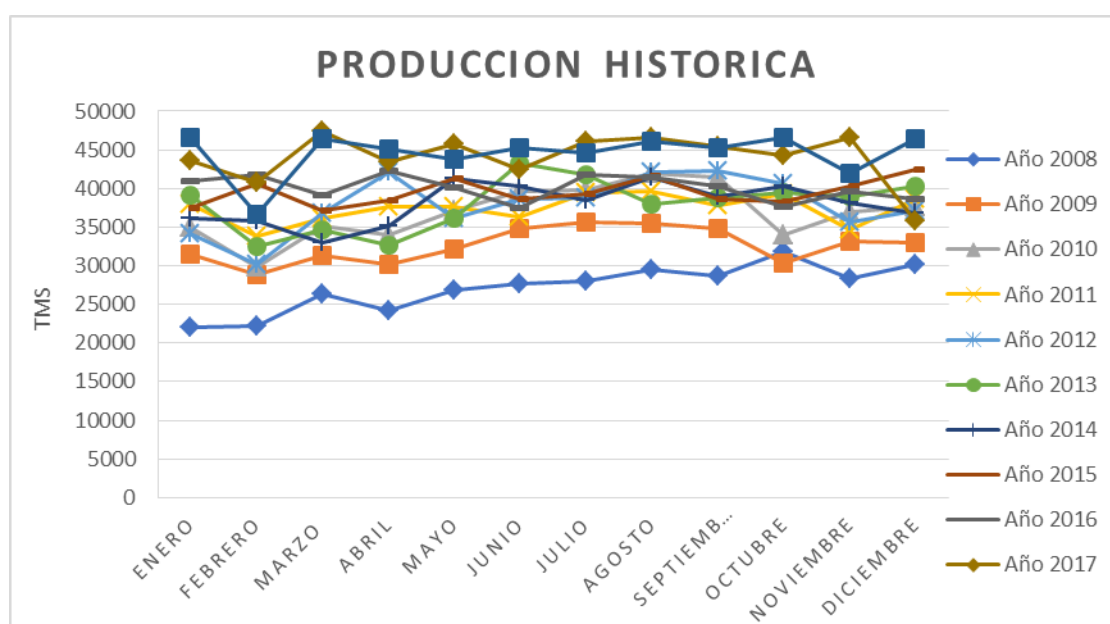


Figura 2. Tendencia mensual de la producción (2008 - 2018).

Fuente: Elaboración propia.

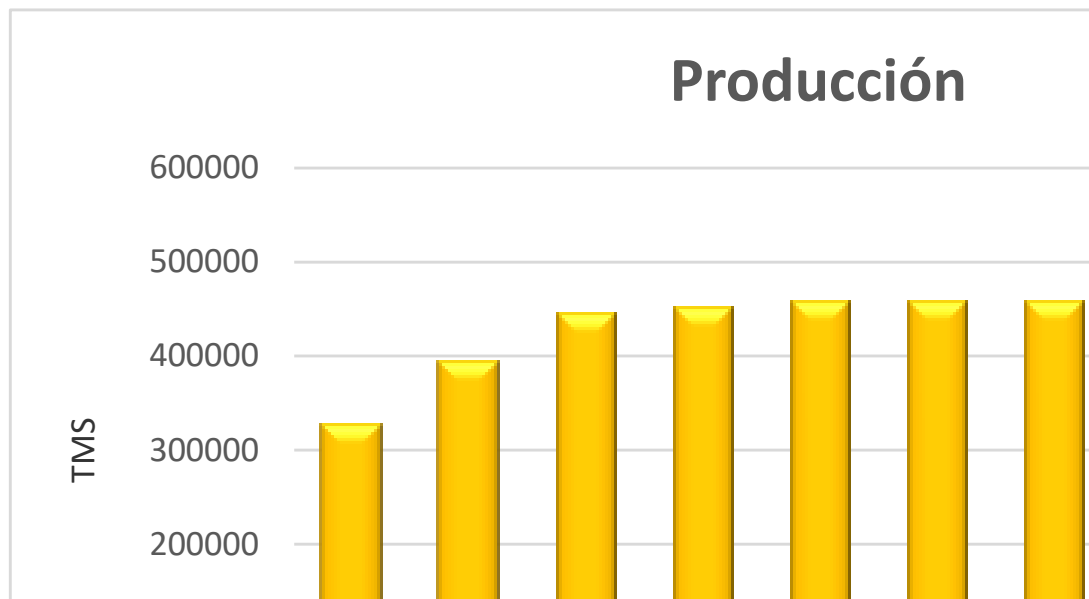


Figura 3. Producción acumulada de la mina (2008 – 2018).

Fuente: Elaboración Propia.

B. Método Sublevel Stopping

Esta metodología consiste en romper el mineral a partir de sus niveles las cuales podrán ser divididos por crucero separadas por pilares que posteriormente se podrían recuperar, para aplicar esta metodología el tipo de roca debe ser estable, para las cajas encajonantes del mineral y así evitar una mayor dilución, además de ser suficientemente autosoportantes firmes y estables. Esta metodología, es mayormente usada para el incremento de producción, se explotan yacimiento a gran escala con bajos costos operativos en comparación a otros métodos de minado, que generalmente serán menores por su alta productividad en el campo minero.

En el tema de la perforación se requiere una alta precisión, y evitar desviaciones en las perforaciones operativas que generalmente son debido al desvío de los taladros; requiere también un estudio en el tema del diseño que se aplicará en dicha labor minera. El método de sublevel stopping representa un método que puede minimizar el nivel de los riesgos asociados al desprendimiento de las rocas o tal vez por la fallas del desatado, ya que su acceso será en forma puntual y solamente para la limpieza del mineral roto.

Asimismo, se puede aprovechar para labores o proyectos de profundización, en la cual estos avances pueden utilizarse para proyectos de profundización, construcción de chimeneas y otros servicios que se requieran dentro de la mina; cabe indicar que las perforaciones inclusive llegan a 15 metros de altura.

Se resalta que esta técnica para la explotación de los yacimientos Mineros, es segura por un tema de acceso solo en los momentos de la extracción de dicho mineral,

utilizando un Scooptram a control remoto para ello. Cabe indicar, que todas las ventanas de extracción son congruentes con un bypass principal, por el cuál se extrae dicho mineral hasta las cámaras de carguío. Cabe indicar que se debe mantener el slot mientras dure el proceso de minado en un tajeo respectivo.

Cabe mencionar que la rampa principal de acceso a las zonas mineralizadas, son las labores por donde se desarrollarán los subniveles respectivos distanciados a 30 metros entre niveles, esto para tener una perforación de taladros positivos y negativos respectivamente.

Dentro de Los criterios para la aplicación de la metodología del sublevel stoping consideramos los siguientes:

- Estructura mineralizada de forma regular.
- Buzamiento mayor a 60°
- Resistencia del mineral y roca encajonante: medio a alto.
- RMR mayor 55.
- Potencia mayor a 3 m.
- La longitud de los yacimientos deben ser amplios y con rocas de estructura competente.
- **Características**
 - Genera una producción alta.
 - Se aplica a cuerpos inclinados, regulares de cajas competente.
 - La producción estimada es de 15 a 40 toneladas por hora.
 - Producción estimada por Tajeo es de 25 000 toneladas por mes.
 - Se tiene labores de desarrollos.
 - La geometría de los cuerpos mineralizados debe ser regulares para que el método sea selectivo.
 - Es un método de más bajo costo frente a otros métodos.

- **La preparación y el desarrollo**

La preparación está comprendida de niveles y subniveles de perforación y de extracción para evacuar el mineral y una cara libre o también llamado El Slot, la cual nos servirá para la proyección de la rotura en los siguientes disparos de dicho tajeo. El transporte del mineral se efectúa en el nivel inferior que recibe el mineral roto producto de la voladura que se acumula en las ventanas del tajeo. Nivel de producción, son galerías de transporte y estocadas de carguío donde se realiza el carguío y traslado de mineral. Subniveles de perforación, donde se inicia con la barrenación de los taladros para luego ser disparados, esto adecuado a la geometría, del cuerpo mineralizado que se tenga en

la mina, se tendrá también una chimenea o rampa de acceso a los subniveles de perforación, ubicados a lo largo del tajo que pueden estar ubicados en la parte superior o inferior del mismo.

- **Arranque**

La perforación y voladura se puede realizar de una manera constante según la operación de cada unidad minera, para ello también, se puede realizar progresivamente o en forma secuencial la perforación de los taladros con anticipación y un número adecuado de acuerdo con los criterios que la operación necesita, los que van a ser disparados según los requerimientos programados. La perforación se realiza con equipos electrohidráulicos de los subniveles dispuestos, formando taladros en lo posible paralelos de hasta unos 100 m de longitud con barras de extensión, de 2 a más pulgadas de diámetro que será de acuerdo a un diseño calculado por el área operativa.

- **Manejo del mineral**

En referencia al transporte del mineral, se utiliza equipos de bajo perfil como Scooptram con capacidades de cuchara de acuerdo con la producción exigida, que cumpla funciones de carguío a los equipos de transporte de mineral. En la actualidad se utilizan equipos Diesel para la extracción, del mineral hacia puntos de carguío y acumulación, dónde es cargado hacia los carros mineros o directamente a los camiones para su transporte final hacia superficie, esto depende de la infraestructura preparada que se tiene en la unidad minera.

- **Ventilación**

El uso de equipos Diesel para la extracción del mineral, exige tener una buena ventilación de acuerdo con los niveles de producción; para lo cual se debe utilizar todos los accesos ubicados en los límites del tajo por donde el aire debe ingresar y ser extraído, empleando ventiladoras correctamente ubicadas para poder ventilar de manera eficiente

- **Fortificación**

La metodología del sublevel stoping exige dentro de una de sus condiciones que la roca sea competente tanto para la roca encajonante, como también para la zona mineralizada; es decir, deben superar los supuestos autosoportantes, donde no se requiera el consumo excesivo de elementos de sostenimiento. Los niveles de producción en la base del tajo se sostienen según requerimiento y evaluación geomecánica, los cuales pueden ser con pernos, Split set y mallas electrosoldadas según condición estructural del terreno. En los subniveles de perforación se utiliza sostenimientos temporales y preventivos cuando la condición estructural lo requiera.

- **Operaciones unitarias**

En los diferentes procesos de explotación del yacimiento minero, se llevan a cabo un ciclo de minado, conformado por las siguientes fases: de perforación seguido de la voladura el desatado y la limpieza con telemando, y el relleno respectivo.

Perforación: Para la perforación se utiliza el equipo Simba 352, las cuales se utilizarán barras de 4 pies de distancia y una Broca de 64 mm de diámetro, esta será efectuada siguiendo el diseño de una malla la cual será por diseñada por el área de planeamiento.

Voladura: El carguío de los taladros se desarrollan con el equipo Anfo loader (cargador neumático mecanizado); para ello se utilizarán los accesorios de voladura como son: el panel corto de 15 metros el carmex referido a las guías ensambladas los explosivos como son el cordón detonante pentacord de 5 pies, emulsión 3000 de 2" x 12" y como agente de voladura se utilizará el Anfo.

Desatado: Para el desatado que será puntual después de cada voladura, se utilizará la escalera a fin de garantizar el acceso seguro que se realizará con los telemandos, evitando el acceso del personal hacia el área del stoping respectivo en su limpieza.

Limpieza: En cuanto a la limpieza, se ejecutará con un Scooptram 6 yardas de capacidad, para los ingresos a los tajos vacíos y su limpieza respectiva según la rotura será maniobrado por el telemando, para la seguridad del trabajador respectivo, después de ellos serán cargadas a los volquetes o camiones de bajo perfil que transportarán dicho mineral hacia los echaderos existentes.

Relleno: La fase de relleno es el último proceso operativo, el cual consiste en rellenar el espacio vacío dejado por la explotación del tajo mediante los emplazamientos de los rellenos hidráulicos o relleno detrítico (materiales de desmontes de los desarrollos).

C. Tonelaje

(Quezada & Suarez, 2018), Según el autor, considera que para evaluar un yacimiento de mineral, tendría que considerarse cuánto es el contenido de mineral la cual es calculada según el tonelaje (T) y la ley respectiva de dicha mineral (X) líneas abajo se detalla la expresión para dicho cálculo

$$Q = T * x$$

Ahora para el término de lo que es el cálculo de la ley de mineral, se utiliza procedimientos de análisis químico, pruebas de laboratorio u otras indirectas tales como

son las interpretaciones de tablas que son computadas e interpretadas. Por su parte (Alfaro Sironvalle M, 2007) señala que tonelaje es la cantidad de mineral susceptible a ser explotado y son calculados multiplicando los volúmenes de cada block por la densidad del mineral, ver expresión matemática siguiente.

$$T = \text{volumen del block} \times \rho_{\text{mineral}}$$

El cálculo del tonelaje respectivo, que es definitivo dentro de un block de mineral con su ley respectiva, se determina en base a las longitudes de los tramos mineralizados que lo determinan los bloques de reserva de mineral; también se determinan sus anchos y leyes promedias y su corrección respectiva de dichas leyes erráticas para después aplicarles el resto por la dilución respectiva.

(Calapuja, 2014), indica que, en el proceso convencional del cálculo de tonelaje de un bloque con estructura tabular, se debe determinar primeramente el volumen del block; para ello, se procede a calcular el área en secciones longitudinales, muchas veces utilizando un planímetro, y el ancho promedio diluido respectivo, en ese sentido la determinación del volumen se realiza aplicando la siguiente expresión matemática.

$$V = \text{Área del bloque} \times \text{Ancho promedio diluido}$$

Para la determinación del volumen de los cuerpos mineralizados, se calculan las áreas de los niveles inferiores e intermedios y así evitar errores por proyecciones personas erráticas; por consiguiente, se deberán estimar dos volúmenes para un mismo bloque. Luego de todo lo expresado, el autor establece que la determinación de T se realiza aplicando la siguiente expresión.

$$\text{Tonelaje}(TCS.) = \text{Volumen} \times \text{Factor de tonelaje}(Pex 1.102311) \\ \text{para TCS}$$

D. Factor de potencia y de carga

Teniendo en cuenta que la base de la ingeniería geológica es afirmar que el factor geológico son condicionantes de las obras de las ingenierías se ha obtenido e interpretados apropiadamente, para impedir o aminorar el resultado del riesgo geológico que fueron considerados en este estudio como indicadores el factor de potencia y de carga.

Con respecto al factor de potencia, (Cusi Huamani E, 2016) indica que se debe llevar un estudio con el fin de minimizar el daño al macizo, por ello se debe determinar el mismo, siguiendo los siguientes pasos:

- 1) Determinar la geomecánica de las rocas del Tajeo, mediante ensayos en el laboratorio de: las propiedades físicas, la compresión simple y triaxial, como también las propiedades elásticas.
- 2) Realizar la clasificación geomecánica, luego de conocido el parámetro: resistencias a las compresiones de las rocas, RQD, esparcimiento de la junta, condiciones de las juntas, presencia de agua y la corrección, la cual nos permitirá definir la competencia del macizo rocoso (RMR) y así poder establecer el tipo de sostenimiento adecuado, cabe señalar que también debemos especificar todas las condiciones de explotación de la veta y realizar el mapeo geomecánico.
- 3) Determinar los parámetros de perforación y voladura del tajo, a partir del cálculo total de explosivos en un disparo (Q_t) y calcular mediante el valor arrojado de tonelaje (T) el factor de potencia, aplicando la siguiente expresión.

$$F(\text{pot.}) = Q_t/T \text{ (Kg/TM)}$$

$$Q_t = \sum \text{ suma explosivos (Kg)}$$

En cuanto al factor de carga (f_c), (Santana Orellana L, 2014) que es un índice que muestra los kilos de explosivos que son necesarios para remover 1 m³ de roca y se expresa en Kg/m³. En los disparos (f_c) puede ir de 1,200 kg/m³ a 3 Kg/m³ o más. Depende de la tipología de la roca, del intemperismo de la roca y de la sección a excavar, se determina mediante la siguiente expresión matemática.

$$f_c = 0,04 \times BI(\text{índice de volabilidad})$$

$$BI = 0,5 \times \sum(RMR + JPS + JPO + SGI + RSI)$$

Dónde:

- RMR: especificaciones del macizo rocoso
- JPS: esparcimiento entre planos de juntas
- JPO: orientación del plano de las juntas
- SGI: influencia de los pesos específicos
- RSI: radio de las influencias de las resistencias

2.3.2 Diseño estándar de preparación y explotación Sublevel Stoping

Las preparaciones con respecto a la metodología del sublevel stoping en dónde considera una longitud de 380 metros con 90 metros de altura, consideran que deben tener una rampa espiral en los extremos chimeneas centrales de ventilación, en su fase inicial las labores de preparación consisten en ejecutar Galerías, En los niveles inferiores

con una sección de volquete para el caso de minería mecanizada, las construcciones de la galería principal no servirán como puntos de acarreo de mineral.

En forma paralela a esta se desarrollan los bypass que preferentemente estarán en contacto con las cajas del techo del yacimiento en roca estéril, concepciones adecuadas a los equipos de la minera, a partir de estos bypass se desarrollarán cruceros a futuras Draw Point, las cuales servirán como futuras ventanas de extracción a cada 20 metros entre sí, con secciones de acuerdo al equipo a utilizar en la extracción del mineral; en su trayecto dicho bypass contendrá ventanas de refugio adicionales a las ventanas de extracción si el caso lo amerite, cabe indicar que en las zonas intermedias se programarán avances de los subniveles a una distancia de 30 metros del su nivel inferior que servirán a su vez para la perforación de los taladros largos ya sean positivos o negativos respectivamente.

2.3.3 Parámetros Geológicos de mina

Está referida al estudio de las disposiciones de los materiales que se han construido la litosfera terráquea, de las diferentes causas que la origina y el efecto del agente que la altera. La geología, es la ciencia que estudia la disposición de los materiales que conforman la litosfera terráquea, sus causas que formaron ese tipo de disposición y como los agentes la alteran.

Partiendo de lo indicado en el párrafo precedente, es importante conocer la característica geológica del Tajo 830E. Topográficamente el distrito de Caylloma presenta un relieve conformado por cordilleras altas en donde el modelado glaciar es controlado por medio de los procesos vulcano-tectónico, lo que conduce a que su geología local se ubique dentro del grupo Yura y Tacaza. En cuanto a su geología estructural, está representada por la caldera Caylloma, ubicada al sur del campamento Huayllacho, cuya composición morfológica se conserva con el tiempo. Contiene fallas en los linderos SW-NE, lo cuales se han conformado como canales para que circulen las soluciones de minerales; dentro de esta geología se aprecia la veta de la Compañía Minera Bateas, ubicada en la parte alta del túnel de Pumahuasí y en la dirección SW (NE), están las grietas de la veta Don Luis II, a continuación, en la Figura 6, se puede apreciar un corte de la columna estratigráfica del Distrito de Caylloma.

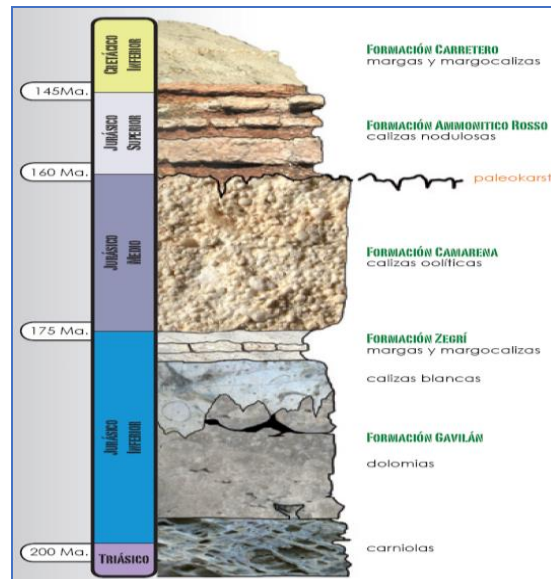


Figura 4. Geología de mina del Distrito de Caylloma.

Fuente: Minera Bateas (2019) Departamento de geología.

A. Ley de mineral

La Compañía Minera Bateas S.A.C., produce mineral polimetálico con leyes de 71 g/TM Ag; 0,17 g/TM Au; 2.73 % Pb; 2.51% Zn.

Según Cerda Bernal I, (2018), s/a), Considera que la ley de una especie mineralógica, se refiere a la concentración de metales como el oro la plata el cobre, el estaño y otros que están presentes en su composición o estructura mineralizada, las cuales están un yacimiento. Corresponde también a la proporción que tienen un determinado metal en lo que respecta al total de componentes que están presentes o que conforman la roca. La ley de un mineral metálico no valioso, un valor se puede expresar en distintos valores porcentuales. Por ejemplo, la ley del mineral precioso como el oro y la plata presentes dentro de se habla en (gramos / toneladas) y se utiliza para determinar la viabilidad económica de la explotación minera.

B. Densidad de las rocas y minerales

- **Densidad de las rocas**

En las rocas sedimentarias, esta depende de los minerales que la conforman y varía entre 2,6 y 3,4 Kg/m³, en donde la presión también influye, ya que, debido a la textura porosa y a las fracturas que presenten conducen a incrementar la presión, generando un aumento de la densidad de la roca; es decir, la variación de la porosidad

son unos de los factores determinantes en la densidad de este tipo de rocas y las mismas varían en los yacimientos según la Figura 7 a continuación.

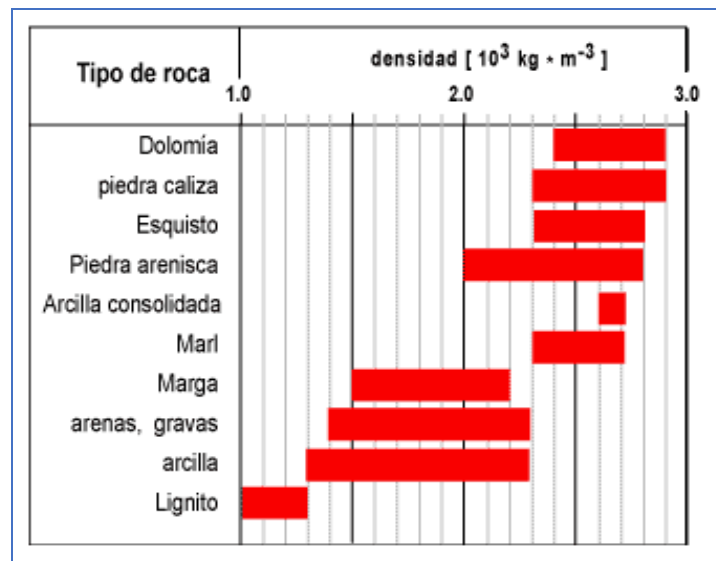


Figura 5. Densidades de las rocas sedimentarias.
Fuente: Minera Bateas (2019) Departamento de geomecánica.

La densidad dentro de un yacimiento minero, se determina en base a mediciones directas que se realizan en la muestra de la roca mineralizada, en ésta se aplica métodos distintos entre las que se pueden mencionar en donde la muestra o roca se pesa en aire y se calcula el volumen en agua para luego realizar una comparación. Representando este valor el volumen de la muestra y, por consiguiente, determinar la densidad seca, aplicándose la ecuación siguiente:

$$D = \frac{m}{v} (Kg/m^3) \quad \text{ecua. 1}$$

Más, sin embargo, se debe tener en cuenta la morfología de la roca, ya que si esta es porosa, la densidad saturada se puede determinar según lo indicado en el párrafo anterior luego de sumergir la roca en un envase con agua. Teniendo presente que el valor resultante de la densidad podría variar de acuerdo con su ubicación en el nivel freático, se deben realizar varias mediciones de muestras de rocas y calcular la varianza media, para así obtener una densidad confiable. En el mismo orden de idea, se indica que existen varios métodos directos e indirectos (o in situ), para la determinación de la densidad que pueden proporcionar información confiable.

En base a lo explicado anteriormente, podría utilizarse el método de determinación de la gravedad a diferentes profundidades que están debajo de la superficie, utilizándose para ello, un equipo llamado gravímetro estándar en un pozo de extracción; este equipo

nos ayudará determinar la densidad media de dicho material a través de una diferenciación de gravedades específicas existentes en la superficie y subterránea, en la figura líneas abajo podemos visualizar el procedimiento para las mediciones de la gravedad en superficie y en un punto subterráneo a una profundidad H la cual se detalla a continuación:

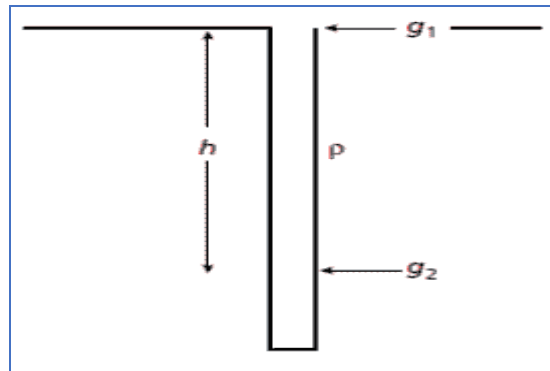


Figura 6. Determinación y cálculo de la densidad (gravedades superficial - subterránea).

Fuente: Departamento de geomecánica de minera Bateas.

En donde la determinación de la densidad, se realiza la diferencia de gravedad medida en el área superficial (g_1) y en el punto subterráneo (g_2) a una altura h , aplicándose luego las modificaciones del aire libre y del bouguer, la ecuación queda representada de la siguiente manera:

$$g_1 - g_2 = 3.086 h - 4\pi G\rho h \quad \text{Ecu. 2}$$

Dónde:

g = gravedades medidas

h = la altura

ρ = densidad

π =3.14

G = peso específico

- **Densidad de los minerales**

En los minerales, tanto la densidad como el peso específico, están en función de la estructura cristalina y la composición del mineral, como también de la temperatura (T) y la presión (P), porque al cambiar estos factores inducen al descenso de T y/o aumento de P .

(Mallma Perez I, 2019) indica que el peso definido (G) o la densidad relativa (ρ) del mineral, corresponde a las relaciones entre el peso de los volúmenes iguales de agua +a 4°C. Por ejemplo, si un mineral posee peso definido similar a dos, ello significa que la muestra determinada de los minerales que pesan dos veces lo que pesaría un volumen igual de agua. Ahora bien, para determinar la densidad de un mineral, (Cerde I., 2018), indica que se toma en cuenta primeramente el peso del mineral en un determinado volumen de agua, expresado en unidades como (gramos /cm³) o (ton / m³), el cual se obtiene mediante el desplazamiento que realiza en el agua una cantidad conocida de mineral, ver Figura 9, a continuación.

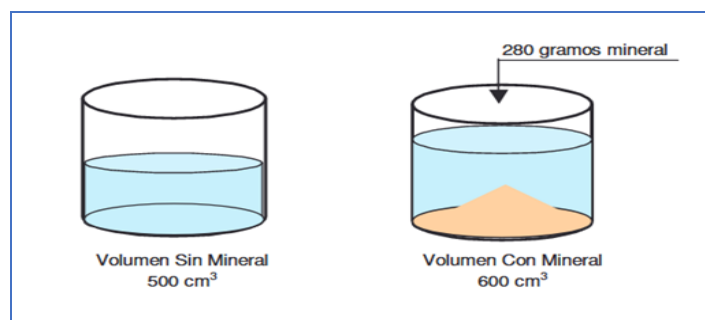


Figura 7. Determinación de la densidad de un mineral.

Fuente: (Cerde Bernal I, 2018).

Para calcular la densidad (cuyo valor numérico a obtenerse se conoce como peso específico), se toma en cuenta que al adicionar los 280 gramos de mineral al volumen de agua ocupado dentro del recipiente incremento en 100 cm³, entonces se aplica la ecua.

3:

$$\rho = \frac{280 \text{ gramos de mineral}}{100 \text{ cm}^3} = 2,8 \text{ gr/cm}^3 \quad \text{Ecu. 3}$$

C. Tipos de rocas y minerales

a. Rocas

De acuerdo con la literatura, existen los tipos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, estos primeros referidos a las rocas ígneas, son productos del enfriamiento y solidificación del magma de los volcanes, generalmente es enfriamiento estado en la corteza terrestre dando origen a las rocas plutónicas o intrusivas como son el granito el gabro o también pueden enfriarse en contacto calabacera o el océano formando las rocas como el basalto la riolita la obsidiana.

Las rocas metamórficas se forman producto de las rocas ígneas o sedimentarias que son sometidas a fuerzas físicas como el calor la humedad y la presión así por

ejemplo el granito se convierte en gneis, la caliza en mármol y las lupitas en pizarra que es difícil encontrarlas en territorios geográficamente jóvenes, pero que son muy comunes y abundantes en la Cordillera de los Andes.

Las rocas sedimentarias en si, son formadas como resultado de los agentes atmosféricos sobre dicha rocas, en otras palabras son producto de la meteorización causada por agentes físicos químicos biológicos, los cuales pusieron erosión en las rocas y sus sedimentos, fueron trasladados por el viento los ríos entre otros formando progresivamente capas o estratos de este tipo de rocas; como resultado de este transporte o proceso las rocas sedimentarias pueden ser de tipo plástico como son la arenisca la Lupita y el conglomerado y del tipo químico o evaporativo como son la caliza y la halita.

b. Minerales

(Cobert y Leach, 2002) indican que la mineralización en la zona está conformada por Oro (Au) y Plata (Ag), las cuales están alojadas en vetas que poseen una longitud variable y una extensión de 300 metros, aunque esto puede variar y se encuentran rellenando fracturas de forma de vetas y afloramientos, generando tramos mineralizados con texturas bandeadas, es decir, parecen depósitos de minerales en un ambiente sedimentario.

Ingenieros (2018) Los minerales conformación epitermal de oro y la plata generalmente, son pertenecientes a las formaciones volcánicas cenozoicas de la Cordillera Occidental de los Andes, representando una de las más importantes franjas de estos minerales en Arequipa, por ello se encuentran numerosas operaciones mineras en el sector.

Estas franjas quedan inspeccionadas por fallas NW-SE del sistema Condoroma-Caylloma, en donde se agrupan los depósitos de Au-Ag de alta, baja e intermedia sulfuración, cuyas edades de mineralización oscilan entre 18 y 10 Ma, y en donde muchos de los depósitos están relacionados con los centros volcánicos. El yacimiento se encuentra dividido en dos sectores norte y sur por la veta San Cristóbal, siendo esta la más resaltante de la zona con una extensión de 3.5 km. Ubicándose, en cuanto el sector norte las vetas de plata disminuyen gradualmente de longitudes, encontrándose en el sector sur, las vetas irregulares y más pobres en plata.

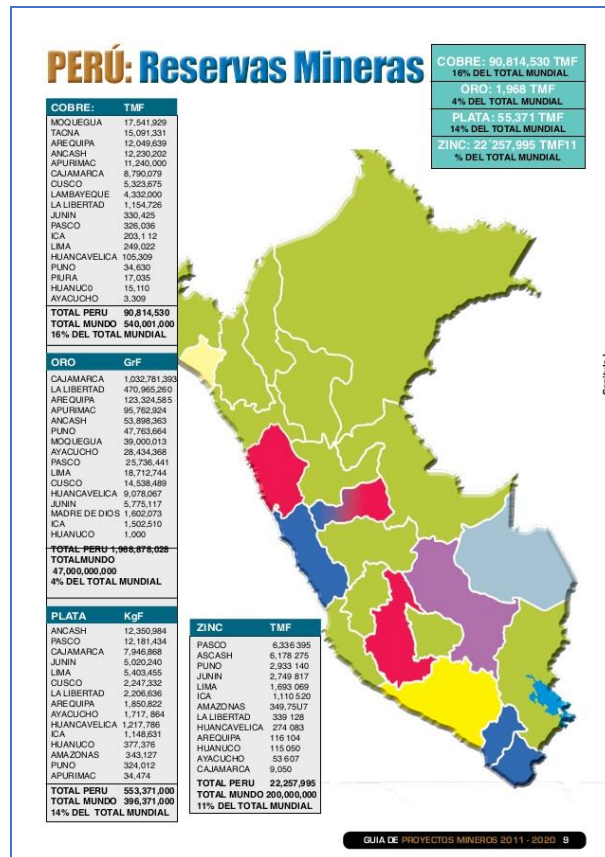


Figura 8. Reservas Mineras de Perú.
Fuente: Guía de proyectos mineros (2011- 2020).

2.3.4 Parámetro geomecánico de la Minera

Está referido al estudio de las diferentes propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles del material derivado de la tierra; es decir, investiga todo lo referente a la superficie y las rocas, por debajo del área terrestre permite conocer y determinar cuáles son sus propiedades principales. Permitiendo con ello la preparación de los tajos de acuerdo con sus características geomecánicas de las estructuras mineralizadas, y de esta manera aplicar el método de minado más adecuado; asimismo, se indica que el aspecto geomecánico tiene un rol preponderante a partir del punto de vista técnico. Así se indica en las normas legales peruanas publicadas vía web por El Peruano (2016), en el Capítulo I, referido a la gestión de las actividades minera en el subcapítulo V, artículo 33, indica que:

Para ejecutar una actividad Minera se debe considerar dentro del estudio la geología la geomecánica, la metodología entre otros estos, estudios deben ser suscritos y validados por los ingenieros colegiados y habilitados tal como menciona la reglamentación peruana; generalmente los estudios geomecánicos deben estar basados en ensayos de laboratorio las cuales especificarán sus parámetros de resistencia de la

mecánica de rocas y la tipología adecuada en la que están, en su explotación deberá considerarse en su panel respectivo, las tablas y planos geomecánicos en donde se señalarán las recomendaciones del sostenimiento y la calidad de roca de acuerdo a una clasificación así como debería indicar el dimensionamiento y los estándares de dichas labores, cabe indicar que también incluirá procedimientos que influenciaron en la seguridad de los trabajadores al conocer el macizo rocoso.

En correspondencia a las normas legales se infiere que dicho análisis del comportamiento geomecánico, se basa en una serie de parámetros cómo son las resistencias a las compresiones el índice de calidad de roca el espaciamiento y la longitud de discontinuidades, así como la rugosidad relleno meteorización, las condiciones de agua subterránea, para de esta manera estimar el sostenimiento adecuado y evaluar la calidad del terreno para la excavación de las labores mineras.

A. Dimensionamiento de tajeo mediante análisis geomecánico de estabilidad

Para la realización del dimensionamiento del Tajeo, se aplicará la metodología de la técnica gráfica de estabilidad, el cual está establecido en el cálculo de los siguientes componentes: Para el cálculo de la estabilidad (N) y el radio hidráulico (S) se considerará la ecuación mencionada líneas abajo. Primero partiremos con la determinación de la estabilidad siguiendo la siguiente expresión matemática.

$$N' = Q' \times A \times B \times C \quad \text{ecua. 4}$$

En donde se menciona que:

- Q Referido al índice de la calidad Q modificada.
- A considera el factor de esfuerzo en la roca.
- B referido al factor de ajuste por orientación de las juntas existentes en una roca.
- C referido al factor de ajuste gravitacional.

Ahora bien, para calcular a N' se deben determinar cada uno de los elementos de la ecuación 4, por consiguiente, a continuación, se explica detalladamente como realizarlo:

- 1) Determinación de la lista de calidad de la roca modificada (Q'), donde el valor de Q' es el valor modificado del Q de Barton asumiendo que los parámetros de las reducciones de la junta (Jw) y el factor de reducción de esfuerzos (SRF) son los dos iguales. Para su cálculo se debe tener toda la información necesaria y el valor se obtiene aplicando la siguiente ecuación matemática.

$$Q' = \left(\frac{RQD}{J_n}\right) \times \left(\frac{J_r}{J_a}\right) \quad \text{ecua. 5}$$

Donde:

- RQD: Calidad de roca designada mediante el registro de testigos de perforación.
- J_n : referido al índice del fracturamiento del macizo rocoso
- J_r : referido al índice de rugosidad de la junta.
- J_a : referido al índice que muestra la alteración de las discontinuidades.

2) Cálculo para hallar el esfuerzo de la roca (A), el mismo que representa el esfuerzo que está ejerciendo sobre la cara independiente de los tajeros abiertos en la profundidad. Son los que se determinan a partir de la fuerza compresiva, que son representados por " σ_c ", un esfuerzo que actúa de forma paralela a la cara del tajeo y que son denominados por " σ_i ". El factor de esfuerzo de la roca es determinado por la relación del esfuerzo de compresión y el esfuerzo paralelo a la longitud del tajeo en donde aplicando la relación de compresión entre el esfuerzo (i) se obtiene el siguiente esquema mostrado líneas abajo:

- **Caso 1:** Cuando $\sigma_c/\sigma_i < 2$

$$A = 0.1$$

- **Caso 2:** Cuando $2 < \sigma_c/\sigma_i < 10$

$$A = 0.1 \left(\frac{\sigma_c}{\sigma_i}\right) - 0.125$$

- **Caso 3:** Cuando $\sigma_c/\sigma_i > 10$

$$A = 1.0$$

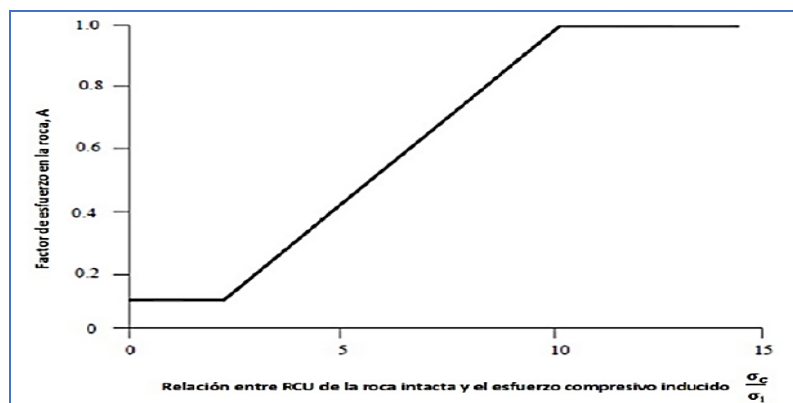


Figura 9. Determinación del factor de esfuerzos (A), según Potvin (1988).

Fuente: Montenegro (2015).

- 3) Se debe considerar también los factores de ajuste por orientación de juntas (B) en las diferentes fallas estructurales que ocurren a lo largo de la discontinuidad crítica, los ángulos de 15 entre las discontinuidades y la superficie indica que el puente es más fácil de romperse como consecuencia de la voladura por el esfuerzo O, también por otro sistema de discontinuidad, cuando los ángulos se aproximan a cero aumentan ligeramente la fuerza pues Los Duques de las rocas ejercen fuerza como una Viga con losa.

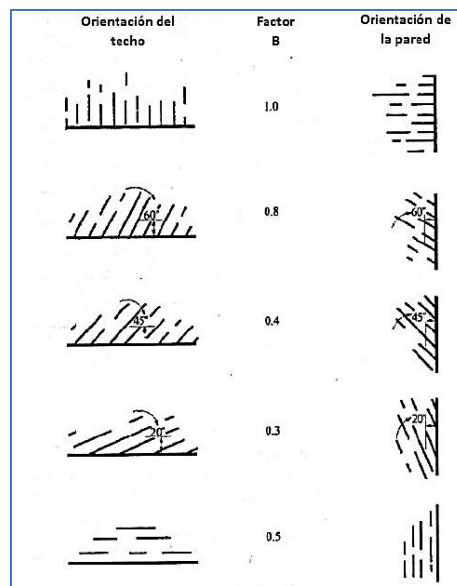


Figura 10. Factor de ajuste B, según Mathews (1980).

Fuente: Montenegro (2015).

- 4) En cuanto a la determinación del factor de deslizamiento gravedad, este presenta un ajuste que se realiza por efecto netamente de la gravedad, la falla del terreno puede causar caídas en la corona de la labor debido a fuerzas inducidas por la gravedad a partir de las paredes del Tajeo, Con el lajamiento. Está también depende de la inclinación de la superficie del tajeo y por consiguiente requiere una determinación del factor C. y se calcula a partir de las siguientes relación es:

- Por caídas por gravedad y lajamiento

$$C = 8 - 6\cos\alpha$$

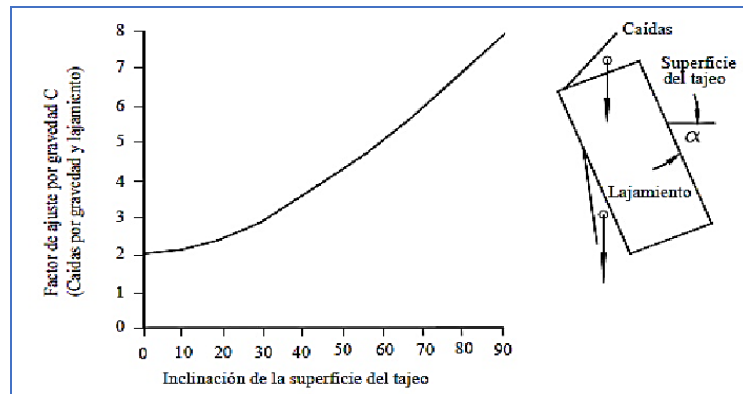


Figura 11:Factor C para las caídas por gravedad y lajamiento, según Potvin (1988).

Fuente: Montenegro (2015).

A continuación, se detalla los modos de falla debido al deslizamiento

$$C = 8 \quad \text{para } \beta = [0, 30]$$

$$C = 11 - \frac{\beta}{10} \quad \text{para } \beta = [30, 90]$$

Prosiguiendo con los cálculos para realizar el dimensionamiento del equipo, se indica la forma de conocer el radio hidráulico (S), el mismo se basa en relación entre áreas y los perímetros de cara que están siendo estudiadas, es decir:

$$HR = \frac{\text{Area}}{\text{Perimetro}}$$

A continuación, se detalla el HR que se suele oponer como un factor muy frágil de estabilidad de roca, dónde se pueden mencionar que una pequeña de altura creada podría considerarse la más estable y una mayor en su defecto como la menos estable. Cabe indicar que la configuración geométrica referente a la estabilidad para un tajeo es el cuadrado.

B. Sostenimiento

En las labores en explotación minera se pueden emplear como materiales de sostenimiento: Split set de longitud variable, malla electrosoldada, pernos expandibles (hydrabolt, swellex, entre otros), como madera si es requerida. De acuerdo con las condiciones geomecánicas que presente la masa rocosa, las labores mineras pueden ser desarrolladas atizándose un adecuado sostenimiento que permita controlar la estabilidad del techo y de las paredes de los tajeos.

(Taboada, Gutiérrez, González y Toraño, 2018), plantearon un diseño del sostenimiento requerido en yacimientos subterráneos, mediante las recomendaciones de Barton, en función del “índice de calidad” (Q) en el macizo de la roca y la dimensión

equivalente, el cual se obtiene a partir de la correlación existente entre el índice Q y el RMR de Bieniawski, o de forma directa, lo que le permite seleccionar cuál es el requerido, como se plantea en la Tabla 3, correspondientes al sostenimiento de labores permanentes, ver a continuación.

Tabla 3.

Sostenimiento de yacimientos en labores permanentes.

Rango RMR	Sostenimiento
51 - 60	Pernos sistemáticos 1.5 m x 1.5 m
41 - 50	Pernos sistemáticos espaciados 1.2 m x 1.2 m. Cinta strap o malla metálica de ser requerida.
31 - 40	Pernos sistemáticos, espaciados cada 1.0 m + malla metálica o shotcrete de 2'' a 3'' con fibra.
21 - 30	Shotcrete de 4'' con pernos sistemáticos. Alternamente, cimbras tipo 4W13 espaciadas cada 1.0 a 1.5 m, con marchavante o guardacabeza o una capa de shotcrete de 2'' a 3'' de espesor.
< 21	Cimbras tipo 6W20 a 6W26 espaciadas cada 1.0 m. Uso de marchavantes o guardacabeza o una capa de shotcrete reforzado de 3'' de espesor como preventivo. De acuerdo a la condición se hará uso del spilling bar de fierro corrugado de 1'' diámetro.

Fuente: (Calapuja Ponderi A, 2014).

A. Tipos de sostenimiento

- Cuadros de madera

Generalmente el uso de cuadros de madera, es por qué es capaz de soportar presiones altas que son ejercidas dentro de la excavación mayores a 45 mega pascales, generalmente la instalación de estas, implica una menor producción debido a las demoras en su instalación por el personal que en su mayoría son tres personas como mínimo, se considera el avance diario máximo de 1.8 metros en dos guardias.

También debe considerarse que el cuadro actuado trabaja dentro del macizo rocoso, cuando está consiguió la deformación máxima (ésta Está referida a la roca) y que sostiene la carga sobre el poste y sombrero, logrando de este modo sostener a dicha carga por pandeamiento horizontal o vertical.

- Pernos de anclaje

El reforzamiento por pernos minimiza el esfuerzo de deformación inducida por el peso muerto de la roca aflojada, que son provocadas generalmente, por la excavación; generalmente restringen el desplazamiento relativo del bloque de roca adyacente, el papel principal que se considera en los pernos de anclaje es que controlan la estabilidad del bloque y las cuñas rocosas potencialmente inseguros.

En rocas estratificadas horizontales y rocas no estratificadas que tenga una discontinuidad horizontal los pernos Generalmente ayudan en su resistencia relativa entre estratos aumentando así la rigidez de las estructuras y crean Una ligazón entre el bloque tabular que minimizan la deflexión del techo lo que se llama un efecto viga, y que podría ser extendido en las paredes paralelas al estrato las discontinuidades verticales, también generan el efecto columna y que minimizan el pandero del bloque tabular.

También podemos mencionar que la roca intensamente fracturada o débil en su defecto, el perno confiere una nueva propiedad e instala en forma radial creando un bulbo de resistencia en la cual interactúan con los bulbos de los pernos adyacentes y forman arcos rocosos que trabajan a compresión denominados como el efecto arco que da la estabilidad en las labores excavadas

Tomando en consideración el efecto de los pernos que se utilizan en la industria minera, existen una variedad en su tipología las cuales pueden ser cementados o con resinas o en su defecto los materiales pueden ser fierros corrugados barras helicoidales splits sets o swelex; generalmente los pernos de anclaje mecánico son Varillas de acero de 16 mm de diámetro dotado en sus extremos de unos anclajes mecánicos de expansiones que van al fondo del taladro.

En cuanto los pernos de sostenimiento, podemos mencionar que algunos pueden ser de cabeza forjada o de rosca en el que se muestra una placa y una base plana o cóncava, para forzar su inyección en la roca generalmente este tipo de planos son relativamente muy baratos.

- Malla metálica

En cuanto a la malla metálica utilizada para el sostenimiento tiene dos fines cómo lo podemos mostrar líneas abajo:

- La primera es advertir la caída de rocas que están ubicadas entre los pernos de roca, es decir, actúa como sostenimiento en la superficie de la roca.
- La segunda es detener la caída de fragmentos de rocas, es decir, que si vemos que la superficie de la labor minera ha sido reforzada con el shotcrete está actúa como un mecanismo de seguridad y refuerzo.

Podemos mencionar también que existen dos tipos de malla entre las cuales están en la eslabonada y la del tipo electrosoldada, en la segunda malla referida la electrosoldada forman cuadrículas de alambres soldados en las intersecciones generalmente de número 10 ó 8 con cuadrículas de 4 pulgadas por 4 pulgadas que son contruidos con materiales de acero negro y galvanizados, generalmente este tipo es recomendada para refuerzo de concreto lanzado, vienen en rollos o plantas que

generalmente tiene una longitud de 25 m por 2 de ancho y las planchas comúnmente tienen 3 metros de longitud por 2 de ancho.

- Concreto lanzado (Shotcrete)

Referente al concreto lanzado, podemos mencionar que los componentes son el cemento los agregados el agua adictivo y componentes del esfuerzo cómo pueden ser las grapas metálicas o de plástico, éstas generalmente se aplican neumáticamente y son compactados dinámicamente a alta velocidad por encima de la superficie que se desea cubrir con este tipo de material, generalmente la tecnología para este tipo de concreto lanzado se extiende en los procesos de las mezclas secas y húmedas.

B. Métodos de aplicación de concreto lanzado

- Método vía seca

Todos los componentes que incluyen el aditivo son mezclados previamente en el recorrido por la manguera, este método es clásico y se adapta fácilmente a condiciones cambiantes del terreno además de que su producción es baja comparada con otros métodos.

Las desventajas de este método son la pérdida por rebote que es alta y la generación de polvo.

- Método vía húmeda

A diferencia de la vía seca el aire y el acelerante líquido de fraguado se agregan en la boquilla de la manguera para tener una mayor compactación y una buena adherencia. Este método con el uso de equipos apropiados tiene un bajo rebote de (5%-10%) y la generación de polvo es mínima.

La decisión de utilizar, la vía seca o húmeda en los concretos lanzados, son debido a estudios que particularmente dependen de una mina, se puede diferenciar específicamente tres factores influyentes que son la productividad, qué es menor en 5 metros cuadrados por metro cúbico referido ha lanzado por vía seca, otro de los factores a considerar es el tema de rebote en la vía húmeda es menor qué es lanzado por vía seca, el tercer factor influyente por un tema de seguridad en la salud de los trabajadores que realizan esta actividad, se podría decir que por un factor de seguridad el lanzado por vía húmeda es el más óptimo en tema de productividad de rebote y de condición presente en dichas actividades de sostenimiento.

C. Sostenimiento en la Compañía Minera Bateas S.A.C.

Según Mallma I. (2016) En la Compañía Minera Bateas S.A.C el sostenimiento se realiza con Shotcrete por sus particularidades de adhesión a la roca y la alta resistencia. El Shotcrete en esta mina comprende la mezcla de la humedad en el proceso de la siguiente manera:

El componente del Shotcrete es alimentado a una tolva (Equipo Mixkret) de agitación permanente en la planta del concreto en el área. Los materiales son transportados en un flujo continuo a la manguera donde el aditivo se agrega en la boquilla del equipo.

Este sistema se usa más que todo porque no genera polución utilizando equipos mecanizados.

Tabla 4.

Sostenimiento en la Compañía Minera Bateas S.A.C.

DISEÑO HUMEDO							
MATERIALES	PROCEDENCIA	PESO SECO (KG)	% ABSORCION	% HUMEDAD	PESO CORREGIDO (KG)	VOL. (M3)	4m3
CEMENTO	YURA	397	-	-	397	0.1323	1,588
AGUA	MINA	153	-	-	153	0.153	612
ARENA	MINA	1,484	4.3	7.9	1,562	0.6558	6,250
GLENIUM 3810	BASF	4	-	-	4	0.0044	16
FIBRA	BARCHIP	4	-	-	4	0.0044	16
AIRE	MINA	-	-	-	-	0.05	-
TOTAL		2,042.00	-	-	2,120.40	1	8,481.60

Fuente: Área de Calidad de Unidad Mina San Cristóbal.

Para la aplicación del Shotcrete se realiza la limpieza, iluminación, ventilación del área y la verificación de la presencia de flujos de agua, ya que esta compromete la adherencia y en la compactación de los concretos. El concreto se coloca con una presión de 3-4 Bares y la relación agua-cemento (A/C) es de 0.45.

D. RMR

(Cusi E., 2016) Especifica que el sistema de clasificación RMR diseñado por Bieniawski, en los años de 1972 y 1973 y que fue corregido o reformado durante los años de 1966 hasta el año 1979 en la que consideró 300 casos de Minas en la que consideró estudios de taludes túneles cimentaciones reales, hoy en día se utiliza como referente la edición del año de 1989 en la que plantea que para la determinación de la calidad de roca corresponde realizar la sumatoria de los siguientes parámetros en el terreno:

- 1) Resistencia de la roca: (Cusi E., 2016) Para este caso considera una puntuación de 15, resultados como los ensayos de compresión simple o de carga puntual determinados para el macizo rocoso en estudio
- 2) Separación entre discontinuidades: (Cusi E., 2016), Para este caso considera una puntuación de 20 y su parámetro de medición es la distancia en metros entre las juntas de la familia principal de disco intimidad en el macizo rocoso dichos aspectos son indicados en la tabla que se muestra a continuación

Tabla 5.

Parámetro separación de las discontinuidades.

Descripción	Espaciado de las juntas	Tipo de macizo rocoso	Valoración
Muy separadas	>2 m	Sólido	20
Separadas	0.6 – 2 m	Masivo	15
Moderadamente juntas	200 – 600 mm	En bloques	10
Juntas	60- 200 mm	Fracturado	8
Muy juntas	< 60 mm	Machacado	5

Fuente: Bongiorno M. y Belandria T, (2015).

- 3) Estado de las discontinuidades: (Cusi E., 2016) influyen con unas valoraciones máximas de 30 puntos. Son aplicadas al criterio general, en donde el estado de las diaclasas se compone de otros parámetros que son: persistencia, apertura, rugosidad, relleno y alteración de juntas.
- 4) Orientación en las discontinuidades: (Cusi E., 2016) en este aspecto la valoración es de 15, en la que considera la presencia de agua y seda parametrizado en litros por minuto, realiza una relación entre la presión de agua existentes y la tensión principal, para determinar dichas especificaciones se muestra un cuadro comparativo líneas abajo.

Tabla 6.

Parámetro presencia de agua.

CAUDAL POR 10 M DE TUNEL	RELACION PRESION AGUA - TENSION PPAL MAYOR	DESCRIPCION	VALORACION
Nulo	0	Seco	15
< 10 litros/min	< 0.1	Ligeramente húmedo	10
10 - 25 litros/min	0.1 - 0.2	Húmedo	7
25 - 125 litros/min	0.2 - 0.5	Goteando	4
>125 litros/min	>0.5	Fluyendo	0

Fuente: (Bongiorno M. y Belandria T, 2015).

Luego de evaluado cada uno de los parámetros indicados de 1 al 5, más el RQD, que se explica en el apartado siguiente, se procede a determinar el RMR, realizándose la sumatoria de cada uno de los valores encontrados, tal como se expresa en la siguiente ecuación:

$$RMR = \sum \text{Parámetros}(1 + 2 + 3 + 4 + 5 + RQD)$$

Tabla 7.

Escala de valores para diferentes rocas.

Parámetros	ESCALA DE VALORES										
	Carga Puntual	80 kg/cm ²		40-80 kg/cm ²		20-40 kg/cm ²		10-20 kg/cm ²			
		A Compresión Simple	2000 Kg/cm ²	1000 - 2000 Kg/cm ²	500 - 1000 Kg/cm ²	250 - 500 kg/cm ²	100-250 kg/cm ²	30-100 kg/cm ²	oct-30 Kg/cm ²		
	VALOR	15	12	7	4	2	1	0			
R. Q.D.	VALOR	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	25%					
Espaciado de Juntas	VALOR	20	17	13	8	3					
	VALOR	3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50-300 mm	50 mm					
	VALOR	30	25	20	10	5					
		Muy rugosas sin continuidad cerradas, Paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1 mm. de separación Paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1 mm. de separación Paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm	ó abiertos 1-5mm	relleno blando de espesor < 5mm. ó abiertas <5 mm. fisuras				
Condición de Juntas	VALOR	25	20	12	6	0					
	Carit. Infiltración										
	10 m. de túnel										
Aguas Subterráneas	Presión de agua										
	Estuer. principal	Cero	0.0-0.2		0.2-0.5	0.5					
	Situación										
	General	Totalmente Seco	agua insterst.		Ligera presión de agua	Serios problemas de agua					
	VALOR	10	7	4	0						

Fuente: Javier Alonso Rodríguez (2007).

Tabla 8.

Clasificación según la obtención del índice de calidad RMR.

Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy buena	Buena	Media	Mala	Muy mala
Valoración	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20

Fuente: Javier Alonso Rodríguez (2007).

E. Índice de calidad de la roca RQD

Según Cusi E. (2016) El índice de calidad de roca tiene una valoración de 20 cómo Max en la que plantea que la cantidad de trozos de testigo con longitudes mayores a 10 centímetros relacionados con la longitud total nos determinará el índice de calidad de la roca RQD, puede ser determinado de acuerdo con Hudson (1989) se presenta de la siguiente manera:

- 1) Referido al tamaño de las rocas y los Testigos que son mayores a 10 centímetros, estos son recuperados de los sombreros y se aplican la siguiente ecuación:

$$RQD = \sum \frac{\text{longitud de los trozos de testigos} > 10\text{cm}}{\text{Longitud total}} \times 100$$

- 2) Otra de las formas de determinar el índice de la calidad de la roca es por discontinuidades presentes por una unidad de volumen del macizo rocoso J_v (número de fisuras por metro cúbico), mediante la siguiente expresión matemática:

$$RQD = 115 - 3,3J_v$$

- 3) Otra forma generalizada es el cálculo de la densidad de discontinuidades hola frecuencia de discontinuidades que son calculados aplicando la siguiente ecuación:

$$RQD = 100e^{0.1\gamma} [0.1\gamma - 1]$$

Dónde:

γ = Es la frecuencia media de discontinuidades por metro, representa:

$$\gamma = 1/(\text{frecuencia de discontinuidades}) \text{ o } \gamma = \frac{\text{Cantidad de dislocaciones}}{\text{Longitud del sonido}}$$

El error comprobado es de +/- 5%

Ahora bien, en base a los valores obtenidos de RQD, el medio rocoso está especializado de acuerdo con su calidad de la siguiente manera, ver Tabla 9, a continuación.

Tabla 9.

Calidad de la roca según el porcentaje RQD.

RQD (%)	Calidad de roca
90 - 100	Muy buena
75 - 90	Buena
50 - 75	Mediana
25 - 50	Mala
0 - 25	Muy mala

Fuente: Cusi E. (2016).

F. Clase de roca

De acuerdo a esta clasificación geomecánica RMR, podemos considerar que existen cinco tipos o clases de rocas, las cuales pueden mostrarse líneas abajo; el tipo 1 es de muy buena calidad hasta el tipo 5 que es de muy mala calidad, RMR estos referidos a la calidad del tipo de roca geomecánica en las que podemos sacar conclusiones como son los parámetros de cohesión y ángulo de rozamiento para el tipo de roca calculado

Tabla 10.

Clasificación geomecánica. Tipo de roca.

CLASE	CALIDAD	VALORACION RMR	COHESION	ANGULO DE ROZAMIENTO
I	Muy buena	100 - 81	$>4 \text{ kg/cm}^2$	$>45^\circ$
II	Buena	80 - 61	$3 - 4 \text{ kg/cm}^2$	$35^\circ - 45^\circ$
III	Mediana	60 - 41	$2 - 3 \text{ kg/cm}^2$	$25^\circ - 35^\circ$
IV	Mala	40 - 21	$1 - 2 \text{ kg/cm}^2$	$15^\circ - 25^\circ$
V	Muy mala	< 20	$< 1 \text{ kg/cm}^2$	$< 15^\circ$

Fuente: Minera Bateas (2019) Departamento de geomecánica.

2.3.5 Dilución

Representa en todas las minas una preocupación para el personal, dado a ello se busca minimizar sus efectos aumentando sus ganancias y reducir los costos. Este cálculo de dilución es importante, ya que no solo significa bajar la ley del mineral, sino elevar los costos debido a la explotación de desmonte o tonelada estéril a la planta que eleva la hace más costosa; podemos decir que en ese sentido la dilución está referida a la proporción del material no deseable que por aplicar diseños y una operación se mezcla con el mineral a extraer que en suma sería un mineral ideal es decir no contaminado; es

decir, aquellos residuos de roca de bajo grado, inevitablemente son aislados con el material en el proceso de minado, que ayudan a bajar la calidad del mineral explotado.

Por otra parte, existen varios tipos de dilución, que requieren distintos procesos de diseño y control. Entre estas, los fundamentos teóricos indican:

a). La dilución geológica, como aquella que es producida por un delineamiento inexacto de los recursos –contactos estériles– mineral, transiciones minerales, entre otros, y puede llegar a ser un tercio de la dilución total.

b) La dilución interna o planeada, corresponde cuando no se puede separar el mineral por su tamaño o en relación con el método minero y capacidad de los equipos, en ese sentido la dilución interna puede estar planeada en relación con el tamaño de bloque.

c) La dilución externa, es aquella que no es planeada, por consiguiente, el material no deseado es procesado junto al mineral. El material no deseado puede provenir de errores de producción o de caídas de material por inestabilidades del terreno y/o rellenos adyacentes.

A. Factores causadores de la dilución

- Factores técnicos

- 1) Falta de paralelismo en la barrenación. Es cuando los barrenos no son paralelos entre sí, por consiguiente, no siguen el seguimiento del cuerpo mineralizado, lo que ocasiona que algunos de ellos se salgan de la estructura, provocando el derrumbe de material estéril, en la Figura 12, a continuación, se puede observar lo indicado.

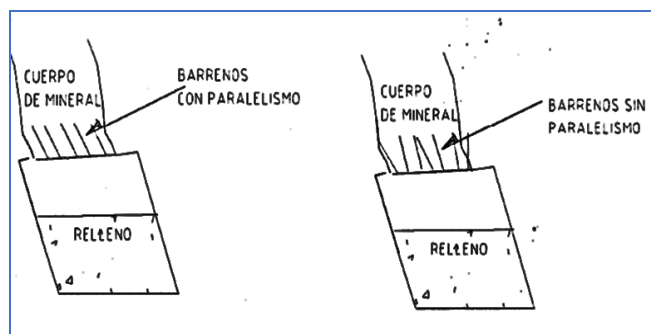


Figura 11.Falta de paralelismo en la barrenación.

Fuente: Minera Bateas (2019) Departamento de planeamiento.

- 2) Extracción de tepetate al rezagar. También se le llama contaminación de suelo, y es cuando el operador del Scooptram no respeta la línea de rezagado.

- 3) Calidad del relleno. Es cuando el material enviado del banco de préstamo de superficie no cumple con ciertas granulometrías, provocando que el relleno quede muy suelto, dificultando el regazo del material.
- 4) Descontrol del borde. Es cuando queda material en las tablas de un rebaje y los barrenos de recuperación exceden el espesor de estos. Ver Figura 13 a continuación.

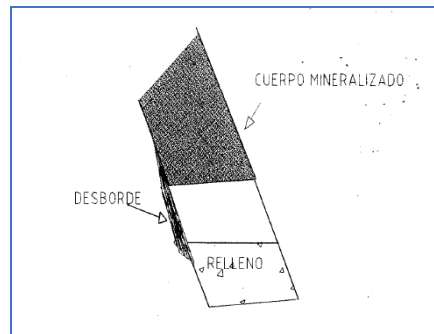


Figura 12. Descontrol del borde
Fuente: Minera Bateas (2019)
 Departamento de planeamiento.

La secuencia de mineral se puede dar por medio del siguiente factor humano

- Falta de comunicación.
- Falta de capacitación.
- **Método de estimación de dilución.**

(Castro R., 2018) plantea que existe un método para estimar la dilución en vetas angosta.

En cuanto a la estimación de la dilución en vetas angostas se puede considerar:

- 1) Los análisis geomecánicos - parámetro de estabilidad del macizo rocoso:
 - El análisis geomecánico de la estabilidad del macizo rocoso cumpliendo los siguientes: Ejecutar análisis empíricos de estabilidad determinando los factores correctivos de los esfuerzos por relaciones que existen dentro de la labor minera.
 - El requerimiento de relleno utilizado en las operaciones mina.
 - La utilización de los cables para incrementar la estabilidad del sitio yacimiento en su explotación
- 2) Análisis de la dilución por voladura
 - Pared plotea de como firme
 - Voladura controlada 1,3 m

- Voladura medianamente controlada 1,5 m
 - Voladura no controlada 1,7 m
 - Considerando que el ancho de veta es mayor a 1,2 0,6 m más (con una probabilidad de pérdida de mineral menor del 5%)
 - Considerando la pared inestable
 - Para vetas menores a 0,7 m – En línea 1,6 m
 - Para vetas mayores a 0,7 m – Desfasada 2.1 m
- 3) Para indicar la salida de los socavones en las paredes adyacentes se considera lo siguiente:
- N menor a 5, En la que se menciona que se produce fallas que agrega a la dilución.
 - N mayor a 5, Para este caso puede considerarse las paredes colgantes y que incluiría bloques de mineral dentro de las explotaciones mineras, provocando una mayor dilución.
- 4) Evaluar las potencias de los esfuerzos inducidos en las estabilidades previas (daño). Para el caso de la mitología de determinación del cráneo inestabilidad en la explotación minera utilizarán los gráficos de estabilidad empírica de los pilares que explica los confinamientos medios usados por Pakalnis, en cuanto a la determinación de los esfuerzos de aleatorios referidos al esfuerzo 1 y al esfuerzo 3 que en ambos casos serían mayor a 0.4 UCS. Si consideramos problemas de daño podríamos agregar una división de 10 a 30 centímetros en la explotación del yacimiento.

2.4 Métodos de explotación subterránea y su evaluación

2.4.1 Corte y relleno ascendente

Esta metodología del corte y relleno consiste en la extracción de dicho mineral mediante franjas horizontales desde la parte inferior del tajo e ir ascendiendo verticalmente. Cuando se extrae por completo una franja se rellena con material estéril (relleno detrítico), relleno hidráulico, relleno creado in situ, de preferencia obtenido de la caja piso, etc.

Este relleno además de crear un nuevo piso de perforación para seguir extrayendo el mineral también cumple la función de sostenimiento de la caja techo. El método se aplica a cuerpos mineralizados y vetas con límites regulares de buzamiento superior a los 50° con potencias moderadas y tipo de roca incompetente.

A. Ventajas y desventajas

• Ventajas

- Las recuperaciones son cercanas a 100%.
- Otra de las ventajas es el tema de la seguridad referida, aquí se puede controlar el tema del macizo rocoso, en el tema de axiales y del mismo yacimiento
- Generalmente se podría decir que son altamente selectivos, podemos extraer solo el mineral de alta ley y abandonar las zonas que no lo son, esto crea una dinámica en su explotación de dichos yacimientos
- Generalmente este da una fragmentación adecuada para el tratamiento en planta de dicho mineral.
- En cuanto a su operación con equipos, tiene un alto grado de mecanización para su explotación.
- Generalmente son adecuadas en yacimientos que presentan una roca no muy competente
- Es viable trabajar las vetas de las pocas potencias, pero alta ley, utilizando diferencia de descoste.
- Permite una disponibilidad inmediata del mineral.
- La dilución correspondida al acarreo de los minerales es mínima.
- En la voladura se obtiene un daño controlado.
- La carga y transporte del material son operaciones independientes, por lo que no retrasan el ciclo.

• Desventajas

- Los costos de la explotación son elevados, puesto que se le corresponde añadir los costos de la preparación, acarreo y colocación de los rellenos.
- Generalmente la productividad referida al tonelaje, es menor con respecto a la metodología del sublevel stoping, y debido también a que es necesario la distribución del relleno dentro de la cámara lo que provoca el uso de tiempo y recursos para realizar dicha actividad
- Rendimientos bajos por las paralizaciones de las producciones como las consecuencias de los rellenos.
- Consumos elevados de los materiales de fortificación.

2.4.2 Tajeo por subniveles

Este método también es conocido con los términos de Sublevel stoping y consiste en realizar subniveles entre los niveles principales del tajo y realizar la extracción a partir de estos subniveles mediante taladros largos y luego recuperarlos a través de las ventanas (Drawpoints) para luego transportarlos a la superficie.

Este método es aplicado a cuerpos mineralizados y a vetas angostas, con un buzamiento mayor a los 50° y con rocas de calidad de media a buena.

A. Ventajas y desventajas

- **Ventajas**

- Es un método altamente eficiente. Se han registrado topes de producción de hasta 110 toneladas por hombre, en un turno de producción.
- Bajo una buena administración, el sublevel stoping trae consigo excelentes tasas de producción mensual.
- El sublevel stoping es un método sumamente seguro, ya que el personal se encuentra expuesto al área durante mucho menos tiempo, en comparación con otras alternativas de extracción.
- La dilución baja implica un mayor estado de pureza de mineral extraído.
- Una de las ventajas más influyentes de esta metodología es que una vez realizada la voladura la producción del tajo entra en forma inmediata y rápida.
- Las minas se recuperan rápidamente luego de ser sometidas a este método.

- **Desventajas**

- Se trata de un método no selectivo; esto quiere decir que, necesariamente, el cuerpo mineral debe tener una silueta regular; en otros casos el método no es viable.
- El método es ineficiente cuando los ángulos de inclinación no son pronunciados.

2.5 Definición de términos básicos

Producción: El significado de producción en el área de minería, está referido al aporte de mineral que es programado de forma mensual que generalmente debe abastecer operaciones mina para ser tratado por el área operativa de planta.

Productividad: Generalmente la productividad en el campo minero es sinónimo de mecanización en la cual una labor que es tratada u operada de manera convencional

cambia su explotación con el uso de maquinaria sofisticada. Así mismo este término es un indicador de gestión (TM/hombre-gdia) que mide la producción en TM y los recursos utilizados (hombre-gdia), también esta productividad debe estar enmarcada en valores (US\$). Tenemos 2 tipos de productividad: Productividad Física (Producción/Recursos) y la Productividad Real (Valor de Producción/ Valor de Recursos)

Recuperación: La recuperación está incluido en el proceso de concentración en porcentaje del contenido metálico tratado generalmente está referido por unidades de volumen, y expresado en porcentaje

Depósito mineral: Cuando hablamos de este tema hablamos de la concentración natural del material que puede ser extraído y vendido generando una rentabilidad dichos depósitos de mineral Generalmente están referidos a las reservas económicamente explotables.

Ley: Cuando hablamos de ley nos referimos al porcentaje de contenido metálico en sus distintas facetas que podría tener el macizo rocoso

Ley de corte: Esta ley es importante, ya que delimita la ley mínima de explotación, considera un valor económico y generalmente es utilizada en el cálculo de reservas de un depósito o yacimiento de mineral.

Explotación: En el tema de la exportación son actividades que están relacionadas Generalmente a la extracción de reservas económicas irrecuperable que tienen ciertas características económicas y operativas.

Dilución (pérdida que se extrae): La dilución está referida al término de desmonte o mineral no económicamente explotable entre el mineral que cumple la ley mínima de explotación, generalmente está referida a factores como la explotación, la limpieza y la división geológica que pudiera presentar esta.

Beneficio/Costo (B/C): Cuando hablamos de beneficio-costo se mide una operación minera en la cual se detalla las ganancias y utilidades o las pérdidas que se obtienen en esta, incluye todos los costos y gastos inmersos en los sistemas productivos para su cálculo.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Método y alcance de la investigación

3.1.1 Método de investigación

El presente Trabajo de investigación, aplica una metodología aplicada - cuantitativa, ya que está orientada a describir una realidad existente en las metodologías que la minera bateas aplica en sus operaciones. (Mallma Perez, 2018).

3.1.2 Alcance de la investigación

En cuanto al nivel de investigación es descriptivo, en un principio se asocia la teoría con respecto a estas metodologías de explotación con la realidad operativa que existe en la minera; para ello se describe las dos variables, tanto la independiente que es el incremento de la producción en el Tajo 830E, y la dependiente es el método de sublevel stoping.

(Mallma Perez, 2018) La investigación de nivel descriptiva, considera una descripción de sus datos y las características de la población en estudio, esta descripción está referida en el presente trabajo de investigación a la metodología de sublevel stoping y el corte relleno ascendente, así como su comparación en sus factores respectivos.

La presente investigación tuvo como finalidad estudiar una realidad determinada para la aplicación e implementación el método sublevel stoping.

3.2 Diseño de la investigación

3.2.1 Diseño de investigación

La presente investigación presenta el diseño de la investigación: **investigación preexperimental**, el cual tiene el presente esquema:

Dónde: $O_1 \times O_2$

O_1 = Pre-observación (antes)

O_2 = Post observación (después)

X = Tratamiento o manipulación de la variable independiente

3.2.2 Nivel de investigación

Fue una investigación de tipo explicativa dado que se expuso la relación que hay entre la implementación del método sublevel stoping con taladros largos en el incremento de producción.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

La población está determinada por 14 tajos los cuales están distribuidos en tres niveles (10, 12, y 13). Donde en el 10 hay 4 tajos, en el 12 existen 6 tajos y en el 13 hay 4 tajos.

3.3.2 Muestra

En cuanto a la muestra, se determinó de una manera no probabilística conformada por el Tajo 830E, ya que en este tajo se aplicó el método Sublevel Stopping con taladros largos. Se eligió este tajo porque reúne una serie de características en cuanto a lo geológico y geomecánico básico y necesario para la implementación del método de explotación.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos

Las técnicas utilizadas fueron:

La observación directa del macizo rocoso (Tajo 830E). En cuanto a esta técnica aplicada, está referido a la toma de datos en campo en cuanto a la metodología aplicada en la minera Bateas, esta toma de datos, nos sirvió para el cálculo de los radios indicadores, así como en la estimación de costos. En cuanto a los instrumentos usados en este tipo de técnica, fueron los cuadernos de nota y la computadora personal. Estos datos fueron inicialmente los que nos darán un esquema evaluativo de la metodología actual y la propuesta.

Cabe indicar que para el análisis descriptivo, se considera el siguiente concepto “análisis descriptivo, es un método estructurado que permite administrar, manejar y

resolver acciones orientadas al control de los procesos, dichas acciones pueden derivarse de una diversidad de fuentes, como investigaciones, inspecciones, observaciones, informes, reportes, etc.” Hernández D. (2006).

En el trabajo de campo.

- Recorrido del área de influencia, donde se aplica el método de corte y relleno de la minera Bateas.
- Análisis de los programas de minado

En el Trabajo de gabinete.

- Se realiza una recopilación conceptual de las teorías con respecto al método de aplicación en los proyectos de mina.
- Se realiza un cálculo de costo real de la operación, así como su inversión a detalle con respecto a las metodologías de explotación
- En cuanto a los resultados, se hace un análisis y su variabilidad de riesgo con respecto a estos parámetros.

3.4.2 Técnica de investigación

Se aplicarán las técnicas de:

En cuanto a las técnicas de investigación, se aplicará un análisis bibliográfico y documental referido a las metodologías de explotación usadas. Así como también los procedimientos habituales que permitirán una descripción conceptual de dicha investigación. Este análisis estará referido a las dos variables que son el incremento de la producción y la metodología del sublevel stoping.

3.4.3 Instrumento

En cuanto los instrumentos de investigación, aplicados referentes al método de explotación y el incremento de la producción en la unidad minera bateas, se tomarán en consideración lo siguiente:

La ficha bibliográfica y de resúmenes. Nos dio un marco conceptual y teórico de las variables a estudiar.

Questionario: Conformada por incógnitas direccionadas a recoger toda la data necesitada para nuestra tesis.

Las siguientes técnicas son:

Primaria, en la investigación se ha recolectado data en las labores mineras del cuerpo de explotación, así como también directamente recopilada del campo de investigación a través de los logueos, ensayos de laboratorio, etc. Mallma I.(2018)

Secundaria, la información tomada en cuenta es esta investigación ha sido recogida y escrita en los casos de autores conocidos, documento especial, internet, en el campo de la minería y para ello se refirió en cuenta trabajos de investigaciones, revistas, etc. (Mallma Perez, 2018)

3.4.4 Procedimiento y análisis de datos

El estudio combina observaciones y acopio de información de campo, pruebas de laboratorio y trabajos de gabinete, utilizando técnicas adecuadas, seleccionadas entre las alternativas disponibles.

Actividades de campo:

- Reconocimiento geológico-geomorfológico de la zona
- Logueo geomecánico de testigo rocoso de las perforaciones diamantinas desarrollados como parte de la explotación del yacimiento.
- Pruebas In situ y data de muestra para pruebas de laboratorio de mecánica de rocas y mecánica de suelos.
- Recolección de data aparte (plano, informe, etc.), de relevancia para la investigación.

Actividad de laboratorio:

Se realizaron ensayos de laboratorio de mecánica de roca para definir las características físicas y mecánicas de las rocas. Los ensayos realizados fueron: propiedades físicas, carga puntual, compresión uniaxial, compresión triaxial, tracción y corte directo.

A la vez se hicieron pruebas de laboratorio de mecánica en suelos muestras de mineral para la determinación de sus propiedades físico-mecánicas. Estos ensayos fueron: caracterización física (granulometría, límites de Atterberg, humedad), compactación Proctor, compresión uniaxial y compresión triaxial.

Materiales y equipos para usar son:

- Materiales: Útiles de escritorio, textos, revistas, USB.
- Equipos: Computadora, Impresora, Fotocopiadora, Calculadora.
- Recursos Humanos: Asesor de tesis, 1 digitador

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1 Descripción del Tajo 830E

A. Ubicación del Tajo 830E

La Compañía Minera Bateas S.A.C. está ubicado en el distrito minero de Caylloma se reconoce la presencia de 5 sistemas de vetas: San Pedro, Trinidad, San Cristóbal, Ánimas y Antimonio. El Tajo 830E se encuentra en el sistema de vetas Animas noreste.

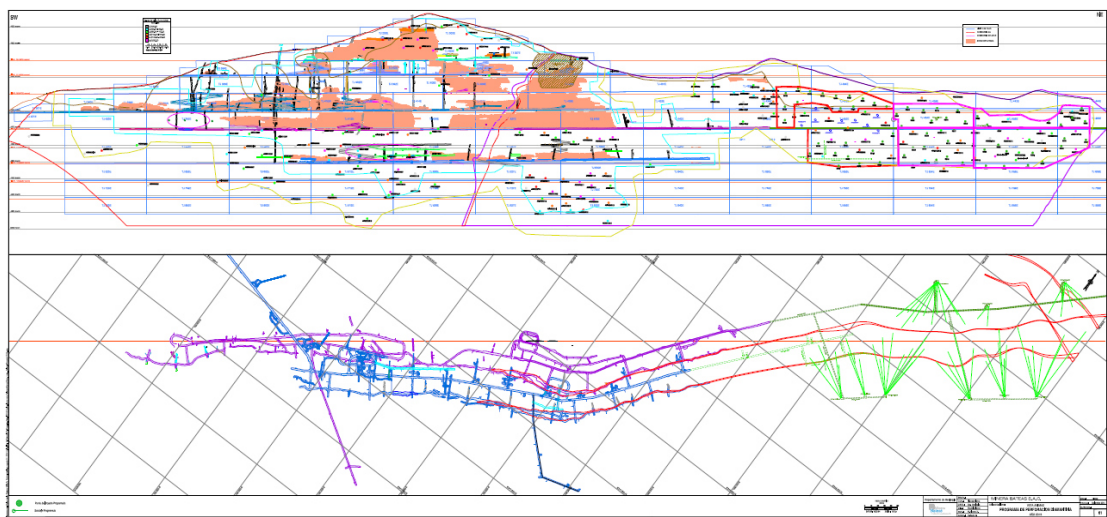


Figura 13. Sección longitudinal Veta Ánimas.

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

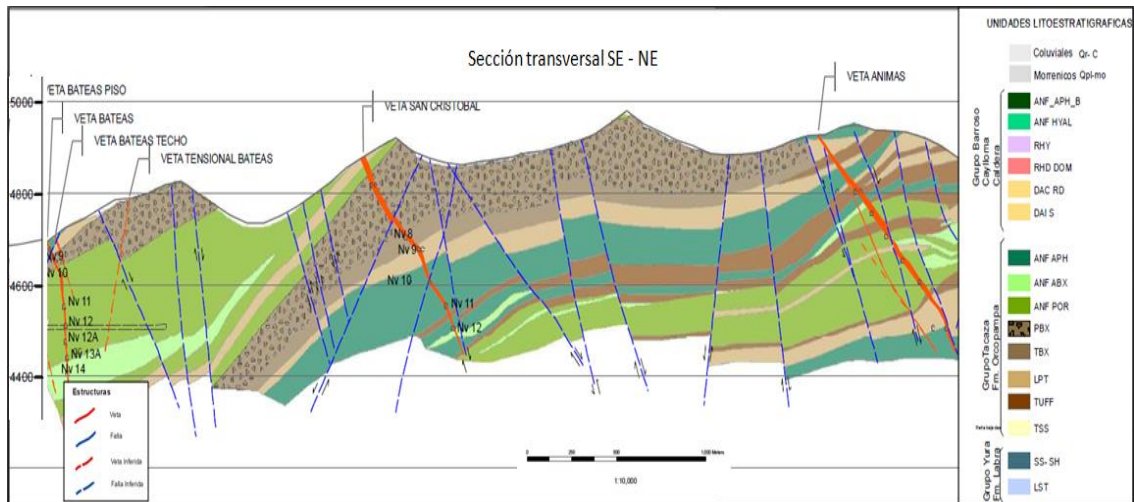


Figura 14. Sección transversal SE – NE, mostrando la principal veta que actualmente se explota (ánimas) y la litología que gobierna y las condiciones estructurales que presenta la veta.
Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

La zona que se analizará se ubica en el nivel 14 en Ánimas Noreste. Tajo 830E

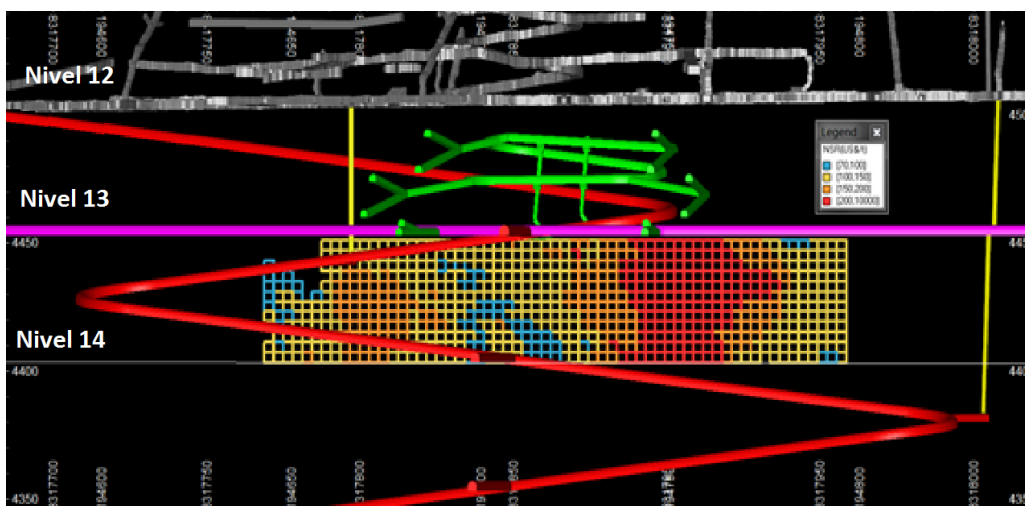


Figura 15. Ubicación del modelo de bloques del tajo 830E.
Fuente: Área de planeamiento de la mina Bateas.

B. Mineralización

La mineralización de la veta Animas en la cual se encuentra el Tajo, están compuestas por una matriz de grano fino de rodonita, cuarzo, pirita, metales base y tetraedrita y se presenta intercalada con las rocas encajonantes, mientras que la mayor concentración de plata se encuentra en las bandas del techo de la veta.

Las reservas en esta zona, según el modelo a corto plazo del mes de mayo, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11.*Mineralización del Bloque 830E*

LABOR	Ton	Ag(g/t)	Au(g/t)	Pb(%)	Zn(%)	NSR(US\$/t)	Width(m)
TJ627E	7,570	70	0.17	3.24	2.94	123	8.2
TJ630E	15,739	99	0.10	4.75	4.96	183	4.6
TJ727E	37,814	71	0.14	3.50	3.83	137	3.3
TJ730E	152,623	99	0.10	5.32	6.02	203	5.8
Total general	213,746	93	0.11	4.88	5.44	187	5.4

Fuente. Área de planeamiento de la mina Bateas.

Como valor total de mineral tenemos US\$ 39,956,275. Esta zona económica tiene una longitud de aproximadamente 245.00 m

4.1.2 Descripción actual del método de explotación mina Bateas

A. Descripción y desarrollo de Elección del tajo 830 E

El tajo 830 E tiene las siguientes dimensiones: Longitud de 120 mts., Altura de 50 mts., un ancho de minado de 3 mts. Para realizar la delimitación se realiza 2 chimeneas de bloqueo a los extremos del tajo además de 2 galerías principales en los niveles superior e inferior, una chimenea central de doble compartimento para acceso de personal e izaje de materiales a la misma vez delimitan las alas de explotación y para la descarga del mineral se construye un buzón echadero (ore pass) con una tolva de chuteo, para el descargue del mineral roto del tajo hacia la galería principal para luego ser transportado por locomotora hacia el pique 640.

El método de explotación actual en la Compañía Minera Bateas S.A.C es el Corte y Relleno Ascendente semimecanizado y mecanizado, empleando el relleno hidráulico y también material de desmonte.

El método Corte y Relleno Ascendente semimecanizado lo realizan en vetas cuyas potencias varían de 0.8m a 2.0m, la perforación es semivertical (realce) con una altura de aproximadamente 1.8m y un agujero de perforación de 2.7m.

El método Corte y Relleno Ascendente mecanizado lo realizan en vetas cuya potencia son mayores a 2.0m, la perforación es horizontal (breasting) con una altura de banqueo de 4.5m.

El tajo en investigación tenía una producción mensual de mineral de 600Tn/diarias, para su minado se utilizaba el método Corte y Relleno Ascendente semimecanizado.

4.1.3 Características geomecánicas

El Tajo 830E tiene las siguientes características geomecánicas;

Tabla 12.

Características geomecánicas del Tajo 830E.

	TECHO	MINERAL	PISO
RMR	50 - 60	45 - 55	55 - 65
RQD	50% - 75%	25% - 50%	50% - 75%
Clase de Roca	Estructura rocosa de origen volcánico (andesitas).	Estructura rocosa, color gris-oscuros con tonalidades "asociadas a la presencia de rodonita, rodocrosita, cuarzo y calcita", con presencia de sulfuros".	Estructura rocosa de origen volcánico (andesitas).
	Textura de grano fino, color gris-verdosa con tonalidades violáceas y amarillentas. Meteorización hacia el contacto con la estructura mineralizada.	Estructuralmente encuentran "fracturadas, muy fracturadas"	Textura de grano fino, color gris-verdosa con tonalidades violáceas y amarillentas.
	Estructuralmente están "levemente fracturadas, fracturadas, muy fracturadas"		Meteorización especialmente hacia el contacto con la estructura mineralizada.
			Estructuralmente están "levemente fracturadas, fracturadas, muy fracturadas"
Tipo de sostenimiento	Perno o perno con malla.	Perno o perno con malla.	Pernos.

Fuente: Área de geomecánica Compañía Minera Bateas.

Para el análisis de las condiciones geomecánicas se hace uso de la siguiente cartilla:

Minera Bateas CARTILLA GEOMECAICA		CONDICION SUPERFICIAL																						
<table border="1"> <tr><td>III-B</td><td>RMR</td></tr> <tr><td>III-A</td><td>81 - 100</td></tr> <tr><td>III-B</td><td>71 - 80</td></tr> <tr><td>III-C</td><td>61 - 70</td></tr> <tr><td>III-D</td><td>51 - 60</td></tr> <tr><td>III-E</td><td>41 - 50</td></tr> <tr><td>III-F</td><td>31 - 40</td></tr> <tr><td>III-G</td><td>21 - 30</td></tr> <tr><td>III-H</td><td>0 - 20</td></tr> </table>	III-B	RMR	III-A	81 - 100	III-B	71 - 80	III-C	61 - 70	III-D	51 - 60	III-E	41 - 50	III-F	31 - 40	III-G	21 - 30	III-H	0 - 20	CLASIFICACION CSI / RMR Tiempo de Autosoporte CERO Sostenimiento Inmediato Metro Avanzado Metro Sostenido	MUY BUENA (EXTRAMADAMENTE RESISTENTE, FRESCA SUPERFICIE, LAS DISCONTINUIDADES MUY RARAS E INACTIVAS, GRANAS (N > 250 uPa) (SE INSTALAN GOLPES DE PROTA)	BUENA (MUY RESISTENTE, SUPERFICIE ALTERNAN DISCONTINUIDADES GRANAS, LAS ALTERNAN MUCHAS DE DUDOSA LEVE ABERTA (N: 100 a 250 uPa) (SE TRABAJA CON UNOS GOLPES DE PROTA)	REGULAR (RESISTENTE Y LEVEMENTE ALTERNAN DISCONTINUIDADES LIGAS, MODERADAMENTE ALTERNAN LEVEMENTE ABERTAS (N: 50 a 100 uPa) (SE TRABAJA CON UNOS GOLPES DE PROTA)	POBRE (MODERADAMENTE RESISTENTE Y ALTERNAN SUPERFICIE PULIDA CON ESTRUCIONES, MUY ALTERNAN HOLLADO COMPACTO O CON FRAGMENTOS DE ROCA (N: 20 a 50 uPa), SE TRABAJA SUPERFICIALMENTE)	MUY POBRE (ALBANA, MUY ALTERNAN SUPERFICIE PULIDA Y ESTEREA, MUY ABERTA CON PULIDO DE BLOQUES GRANOS (N: 5 a 20 uPa) (SE TRABAJA CON UNOS GOLPES DE PROTA)
III-B	RMR																							
III-A	81 - 100																							
III-B	71 - 80																							
III-C	61 - 70																							
III-D	51 - 60																							
III-E	41 - 50																							
III-F	31 - 40																							
III-G	21 - 30																							
III-H	0 - 20																							
CONDICION ESTRUCTURAL		DEGRADAMIENTO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL																						
LEVEMENTE FRACTURADA. TRES O MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SI (2 A 6 FRACT. POR METRO) (RQD = 75 - 90)	FRACTURADA. MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES QUISQUEALES (6 A 12 FRACT. POR METRO) (RQD = 50 - 70)	MUY FRACTURADA. MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD = 25 - 50) (12 A 20 FRACT. POR METRO)	INTENSAMENTE FRACTURADA. FLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO, CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERSEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS E IRREGULARES (RQD = 5 - 25) (RQD DE 20 FRACT. POR METRO)	TRABADA O BIRRECHADA. LIGERAMENTE TRABADA, MASA ROCOSA EXTRAMADAMENTE ROTA CON UNA MEZCLA DE FRAGMENTOS FACILMENTE DESORDENABLES, ANGULOSOS Y REDONDEADOS. (SIN RQD)	LF/MB	LF/B	LF/R	LF/P	LF/MP															
F/M/B	F/B	F/R	F/P	F/MP	MF/MB	MF/B	MF/R	MF/P	MF/MP															
IF/MB	IF/B	IF/R	IF/P	IF/MP	T/MB	T/B	T/R	T/P	T/MP															

Figura 16. Cartilla geomecánica de la Compañía Minera Bateas.

Fuente: Área de geomecánica Compañía Minera Bateas.

El Tajo 830E tiene las siguientes leyes:

- 99 gr/ton Ag
- 0.10 gr/ton Au
- 5.32 % Pb
- 6.02 % Zn

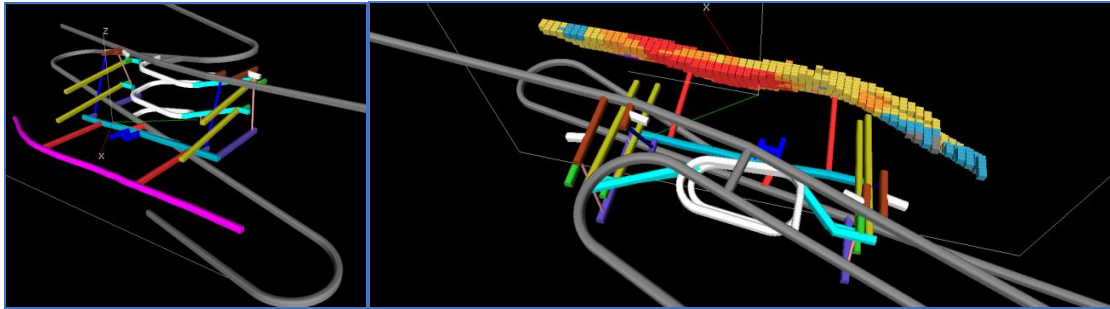


Figura 17. Diseño de la explotación con el método corte y relleno ascendente.
Fuente: Área de planeamiento de la compañía Minera Bateas.

4.2 Desarrollo operativo de las labores en el Tajo 830E

El método implementado en el Tajo 830E es el Sublevel Stopping o Tajeo por subniveles. El tajo tiene una longitud aproximada de 140m y una altura de 50m, en este tajeo se ejecutaron 4 subniveles con una altura de banco de 9m a excepción del último que tiene 4m debido a que se dejó un puente de 3m.

Los subniveles se realizaron en veta con dimensiones de 3.50m x 3.50m. Además, se desarrolló un crucero de sección 3.50m x 3.50m con una longitud de 104m.

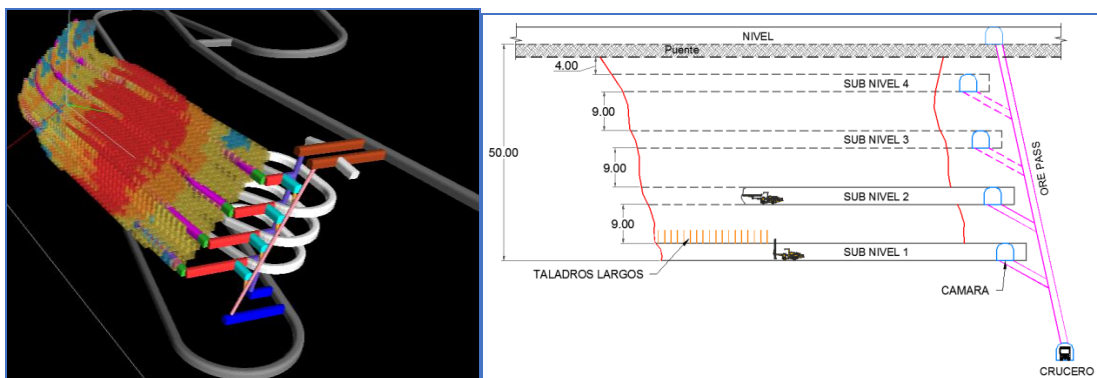


Figura 18. Desarrollo de los subniveles en el Tajo 830E.
Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

El siguiente cuadro muestra las labores de desarrollo realizadas en el Tajo 830E, así como las dimensiones (sección y longitud).

Tabla 13.

Dimensiones de las labores de desarrollo en el tajo.

Fase	Ref_Labor	Tipo	Sección (m)	Longitud (m)
Desarrollo	CAM	Horizontal	3.50 x 3.50	155
		Inclinado	3.50 x 3.50	20
	Cx	Horizontal	3.50 x 3.50	104
		RB	Vertical	1.50 x 1.50
			2.10 x 2.10	66
Longitud total				416

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

4.2.1 Descripción del método Sublevel Stoping en el Tajo 830E

El método Sublevel Stoping usado en el Tajo 830E es debido a que presenta las siguientes condiciones.

- Potencia de 5.97m al oeste y 3.40m al este.
- Mineral de buena ley.
- Buzamiento de 48°.
- Los límites de la veta son regulares.
- Las rocas encajonantes son tipo III (media).

Además, se tomó en cuenta algunos criterios de selección como:

- Costos bajos (inversión y operación).
- Mayor producción.
- Seguridad del personal debido a al uso de equipos a control remoto.

4.2.2 Explotación

La extracción del mineral se inició desde el subnivel inferior con perforaciones subverticales positivas realizadas por un Raptor 44 XP, estas perforaciones tienen longitudes de aproximadamente 6.40m en dirección del buzamiento de la veta y desde un subnivel superior se realizaron perforaciones negativas de la misma manera.

Para una voladura de 100m de un banco se obtuvo una producción aproximada de 17,000 toneladas, cuando el mineral es arrancado se deposita en el subnivel inferior y es limpiado por medio flota de camiones y llevado al Ores pass.

Cálculo de producción para 100m de banco:

$$V. \text{ arrancado} = l \times h \times e$$

$$V. \text{ arrancado} = 100\text{m} \times 9\text{m} \times 5.97\text{m}$$

$$V. \text{ arrancado} = 5,373 \text{ m}^3$$

Tonelaje total= V. arrancado x P.E.

Tonelaje total= 5,373m³ x 3.22 Tn/ m³

Tonelaje total= 17,301.06 Tn

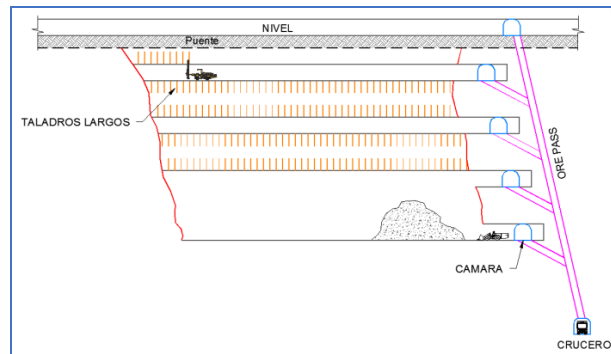


Figura 19.Explotación del Tajo 830E.

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

El siguiente cuadro muestra las labores de producción realizadas en el Tajo 830E, así como las dimensiones (sección y longitud).

Tabla 14.

Dimensiones de las labores de preparación en el Tajo 830E.

Fase	Ref_Labor	Tipo	Sección (m)	Longitud (m)
Preparación	CH	Vertical	1.50 x 1.50	20
	RP	Inclinado	3.50 x 3.50	417
	SN	Horizontal	3.50 x 3.50	1,034
Longitud total				1,471

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

4.2.3 Acarreo y carguío

Cuando se están realizando los subniveles o cuando se haya extraído el mineral del banco este material es limpiado por un Scooptram de 4.2 yd 3a control remoto, este recorre una distancia aproximada de 26m (longitud del cruceiro) y traslada el mineral al ore pass.

4.2.4 Sostenimiento

En las labores de desarrollo el sostenimiento aplicado es solo perno Split set de 1 – 4 – 5 - 7 pies en labores ubicadas en la caja piso y perno Split set con malla en las labores ubicadas en veta y en la caja piso. Además, se hace uso del relleno hidráulico cuando se haya explotado por completo un banco.

4.2.5 Relleno

Cuando se haya extraído por completo el primer banco, se coloca una barrera en la entrada del subnivel y el vacío dejado por la extracción del banco es rellenado con relleno hidráulico con la finalidad de realizar el sostenimiento de las cajas y para seguir con el ciclo de extracción; este procedimiento se realiza cuando se extrae por completo cada banco

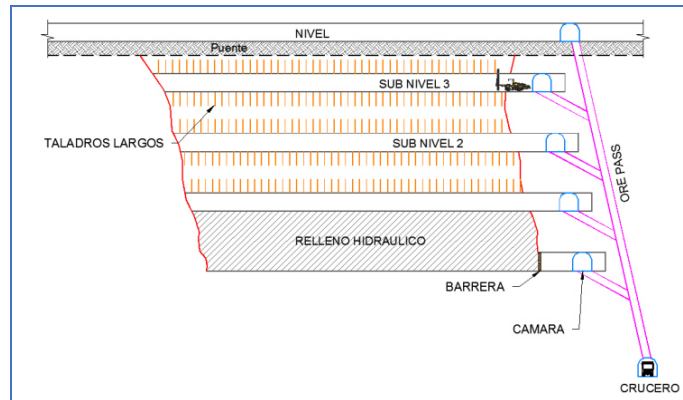


Figura 20. Relleno hidráulico.
Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

4.2.6 Control de dilución

El método Sublevel Stoping tiene como principal desventaja: la dilución, la cual es controlada en el tajo mediante perforaciones siguiendo el buzamiento de la veta, estas tendrán longitudes de aproximadamente 6.40m para evitar la desviación de taladros y además se instaló el Cable Bolting hacia el techo del subnivel para un mejor control de la caja techo.

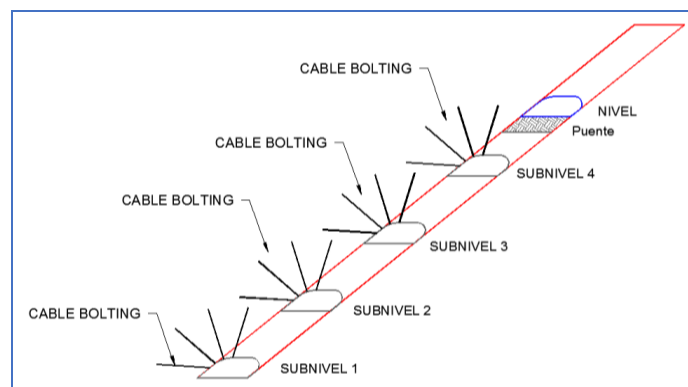


Figura 21. Control de dilución en la vista de perfil.
Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

4.2.7 Producción

Como se indicó anteriormente, la producción para 100m de banco arrancado es de aproximadamente 18,000 t de mineral al mes; pero en el Tajo 830E se realizan voladuras de aproximadamente 4m obteniendo los siguientes parámetros:

- Toneladas/día: 600 ton
- Longitud de perforación: 6.40 m
- Kg. de emulsión usado: 223.64 kg
- Kg. de Anfo usado: 1,515 kg
- Factor de potencia ejecutado: 0.80 kg/ton
- Factor de potencia estándar: 0.81 kg/ton

4.3 Comparación de costos de las metodologías utilizadas

4.3.1 Comparación de costos de la preparación en Tajos

En la Compañía Minera Bateas se aplica el método de explotación corte y relleno ascendente y además se implementó en el tajo 830E el método de Sublevel Stopping; a continuación, se muestran los costos en la preparación de las labores para ambos métodos.

A. Método de corte y relleno ascendente.

Este método es el usado en los demás tajos, teniendo los siguientes costos en las labores de desarrollo y preparación.

Tabla 15.

Costos de las labores realizadas para el método corte y relleno.

Fase	Ref_Labor	Tipo	Sección	Valores	Costo	
Desarrollo	ByParr(BP)	Horizontal	4.00 x 4.00	L (m)	143	
				US\$	169,364	
	Coman(CAM)	Horizontal	3.50 x 3.50	L (m)	139	
				US\$	149,397	
			4.00 x 4.00	L (m)	108	
				US\$	127,912	
		Inclinado	3.50 x 3.50	L (m)	40	
				US\$	46,280	
	CX	Horizontal	3.50 x 3.50	L (m)	120	
				US\$	128,976	
			4.00 x 4.00	L (m)	15	
				US\$	17,765	
	GAL	Horizontal	3.50 x 3.50	L (m)	249	
				US\$	267,626	
	RB	Vertical	1.50 x 1.50	L (m)	90	
				US\$	94,500	
			2.10 x 2.10	L (m)	101	
				US\$	121,200	
	L (m) Desarrollo					1,005
	US\$ Desarrollo					1,123,020

Fase	Ref_Labor	Tipo	Sección	Valores	Costo	
Preparación	Coman(CAM)	Horizontal	3.50 x 3.50	L (m)	40	
				US\$	29,888	
	CH	Vertical	1.50 x 1.50	L (m)	24	
				US\$	9,769	
	RP	Inclinado	3.50 x 3.50	L (m)	327	
				US\$	263,017	
	SN	Horizontal	3.50 x 3.50	L (m)	89	
				US\$	66,500	
			Inclinado	3.50 x 3.50	L (m)	111
				US\$	89,281	
	VTN	Inclinado	3.50 x 3.50	L (m)	300	
			US\$	230,796		
L (m) Preparación					891	
US\$ Preparación					689,249	

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

Los tonelajes de material (desmote y mineral) removidos para este método se pueden apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 16.

Tonelajes removidos en la preparación de las labores.

Material	Densidad promedio	Disposicion	Toneladas
Desmote	2.5 t/m ³	Desmontera	42,943
		RD	18,689
Total desmote			62,632
Mineral	3.22 t/m ³	Extraccion	8,840
Total de mineral			8,840
Total general			71,472

Fuente: Área de planeamiento de la compañía Minera Bateas.

Tabla 17.

Porcentajes de la ley mineral.

Nivel	Tajo	Trabajo	Au g/t	Ag g/t	Pb %	Zn %	Cu %	Vp (s/t)
14	Tj 830	Vtn 470	0.08	166	914	828	0.16	346.05

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

La ley N° 23230 comprende todo lo relativo al aprovechamiento de las sustancias minerales del suelo y del subsuelo del territorio nacional, así como del domicilio marítimo, incluyendo los recursos geotérmicos. Se exceptúan del ámbito de aplicación de esta Ley, el petróleo e hidrocarburos análogos, los depósitos de guano y las aguas mineromedicinales.

A. Sublevel Stopping por taladros largos

Este método se implementó en el Tajo 830E teniendo los siguientes costos en la elaboración de las labores de desarrollo y preparación:

Tabla 18.

Costos en la preparación de las labores para la explotación por Sublevel Stopping.

Fase	Ref_Labor	Tipo	Sección	Valores	
Desarrollo	CAM	Horizontal	3.50 x 3.50	L (m)	155
				US\$	166,594
		Inclinado	3.50 x 3.50	L (m)	20
				US\$	23,140
	CX	Horizontal	3.50 x 3.50	L (m)	104
				US\$	111,779
	RB	Vertical	1.50 x 1.50	L (m)	71
				US\$	85,200
			2.10 x 2.10	L (m)	66
				US\$	79,200
L (m) Desarrollo					416
US\$ Desarrollo					465,914
Preparación	CH	Vertical	1.50 x 1.50	L (m)	20
				US\$	8,141
	RP	Inclinado	3.50 x 3.50	L (m)	417
				US\$	335,407
	SN	Horizontal	3.50 x 3.50	L (m)	1,034
			US\$	996,140	
L (m) Preparación					1,471
US\$ Preparación					1,339,687
Total L (m)					1,887
Total US\$					1,805,600

Fuente: Área de planeamiento de la compañía Minera Bateas.

Tabla 19.

Porcentajes de la ley mineral.

Nivel	Tajo	Trabajo	Au g/t	Ag g/t	Pb %	Zn %	Cu %	Vp (S/T)
14	Tj 830	Vtn 470	0.08	166	914	828	0.16	346.05

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

La ley N° 23230 comprende todo lo relativo al aprovechamiento de las sustancias minerales del suelo y del subsuelo del territorio nacional, así como del domicilio marítimo, incluyendo los recursos geotérmicos. Se exceptúan del ámbito de aplicación de esta ley, el petróleo e hidrocarburos análogos, los depósitos de guano y las aguas mineromedicinales.

Los tonelajes de material (desmante y mineral) removidos para este método se pueden apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 20.

Tonelajes removidos en la preparación de las labores por el método Sublevel Stopping.

Material	Densidad promedio	Disposicion	Toneladas
Desmonte	2.5 t/m ³	Desmontera	21,235
Total desmonte			21,235
Mineral	3.22 t/m ³	Extraccion	35,714
Total de mineral			35,714
Total general			56,948

Fuente: Área de planeamiento de la compañía Minera Bateas.

Tabla 21.

Porcentajes de la ley mineral.

Nivel	Tajo	Trabajo	Au g/t	Ag g/t	Pb %	Zn %	Cu %	Vp (S/T)
14	Tj 830	Vtn 470	0.08	166	914	828	0.16	346.05

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

4.3.2 Resumen de la comparación de costos en la preparación

Tabla 22.

Comparación de los costos en la preparación de las labores para ambos métodos.

N°	Item	Corte y relleno ascendente	Sub Level Stopping
1	Desarrollo	m	416
		US\$	1,123,020
2	Preparación	m	1,471
		US\$	1,339,687
Total		m	1,887
		US\$	1,805,600

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

Tabla 23.

Comparación de material removido.

N°	Item	Corte y relleno ascendente	Sub Level Stopping	Δ
		(t)	(t)	(t)
1	Mineral	8,840	35,714	26,874
2	Desmonte	43,943	21,235	-22,708
Total		52,783	56,948	

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

A. Comparación de costos de operación

Para el análisis en los costos operativos se tomó como referencia tajos de un tonelaje de aproximadamente 213,746 t de mineral, para de esta forma poder realizar una comparación de costos de ambos métodos teniendo los valores presentados en la tabla.

Tabla 24.

Comparación de costos operativos para ambos métodos.

N°	Ítem	Corte y relleno ascendente	Sub Level Stoping	Δ (Sublevel – corte y relleno)
		(US\$)	(US\$)	
1	Avance	1,812,269	1,805,600	-6,669
2	Desquinche	122,393	5,653	-116,740
3	Transporte de desmonte	131,830	63,705	-68,125
4	Transporte de mineral	22,099	89,284	67,185
5	Instalación de tolva	297,675	148,838	-148,837
6	Explotación	3,046,463	1,388,655	-1,657,808
7	Relleno hidráulico	999,695	999,695	0
Total (US\$)		6,432,423	4,501,429	-1,930,994

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

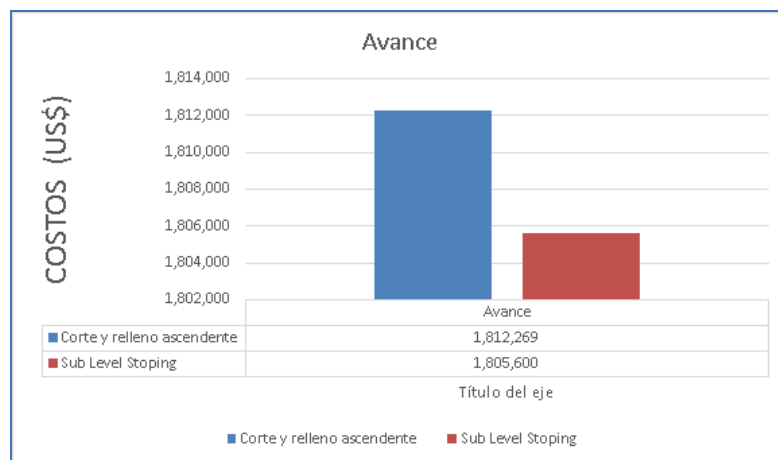


Figura 22. Avance en laboreos de ambos métodos.

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

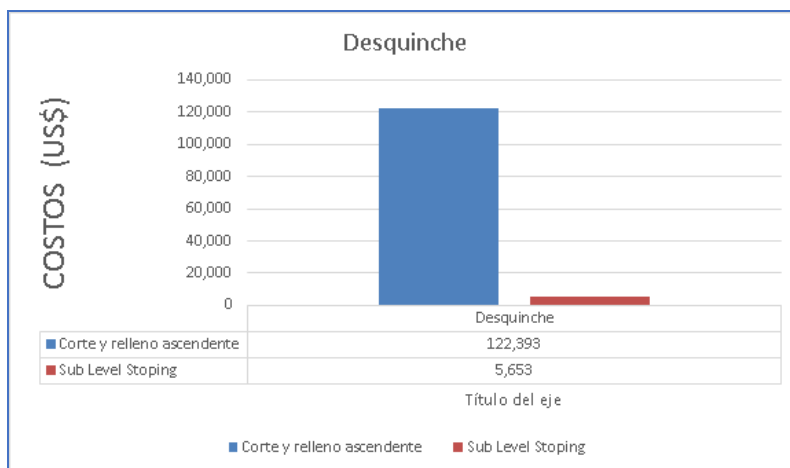


Figura 23. Desquinche en ambos métodos.
Fuente: Planeamiento Mina Mateas.

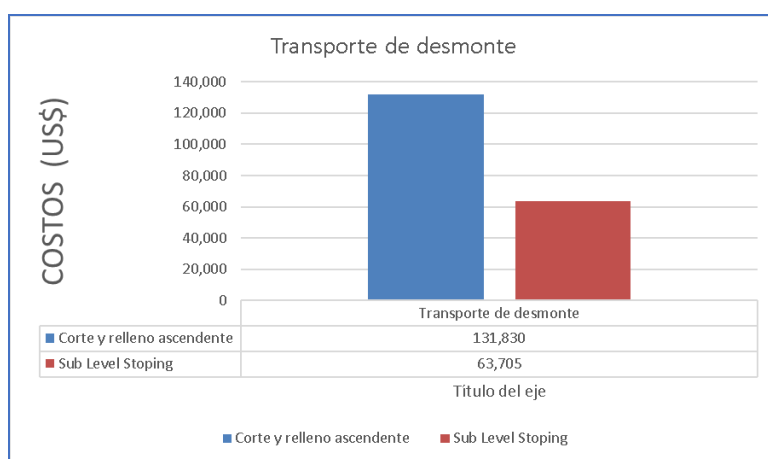


Figura 24. Transporte de desmonte.
Fuente: Transporte de desmonte.

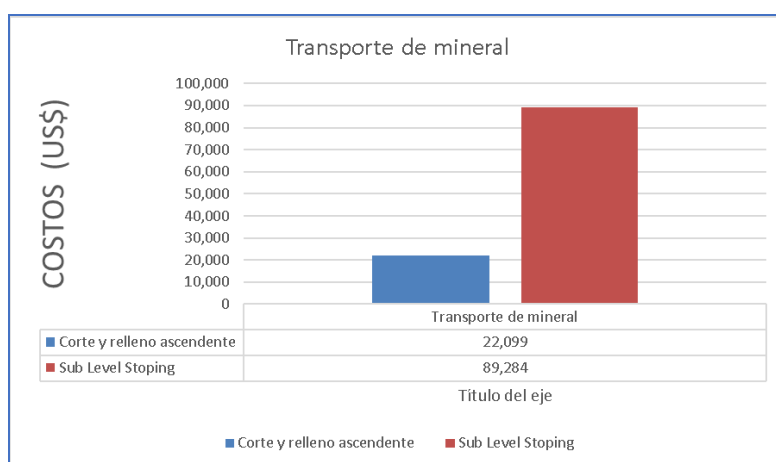


Figura 25. Transporte de mineral en ambos métodos.
Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

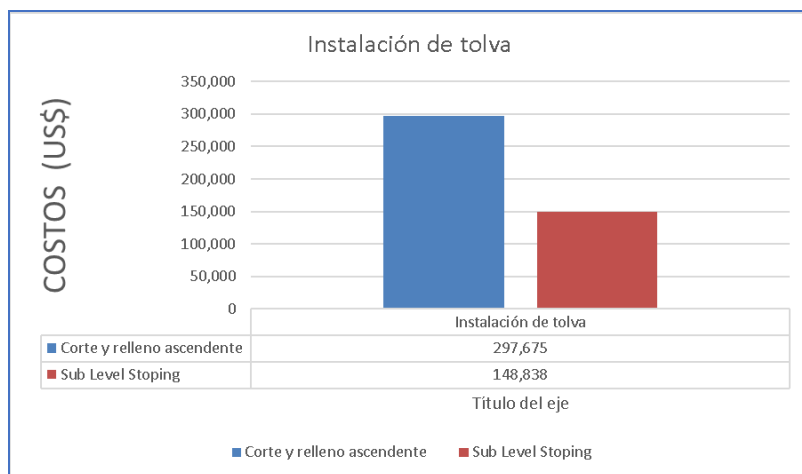


Figura 26. Instalación de tolva en ambos métodos.
Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.



Figura 27. Explotación en ambos métodos.
Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

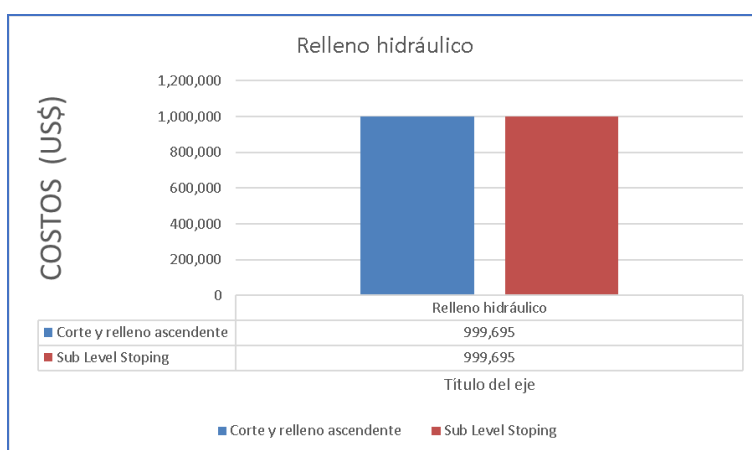


Figura 28. Relleno hidráulico en ambos métodos.
Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

A continuación, presentamos el costo por tonelada extraída de mineral para ambos métodos basándonos en los datos de la tabla 21.

Tabla 25.

Comparación de los costos por tonelada de extracción.

N°	Item	Corte y relleno ascendente	Sub Level Stopping
1	Costo total (US\$)	6,432,423	4,501,429
2	Mineral total (t)	213,746	213,746
	US\$/t	30.09	21.06

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

4.3.3 Ventajas y desventajas del método sublevel stopping

A. Ventajas

El método de explotación Sublevel Stopping se caracteriza en el tajeo por las siguientes características:

- Mayor producción, con la aplicación del método por sublevel stopping incremento la producción del Tj 830E de 2025 ton al mes a 3645 ton, dando como resultado la vida del tajo de 3.5 meses reduciendo el costo de producción de logrando con ello la viabilidad de implementar este método en la explotación de vetas en Minera Bateas.
- Es más económico. Al implementar el método Sublevel Stopping, con taladros largos sirvió para que los costos generales de la mina disminuyeran en US\$ 2, 181,697 lo que provocó que el costo por tonelada extraída disminuya en 4.07 US\$/t.
- Seguridad en el trabajo debido al poco personal que transitará en la zona.
- Mayor rendimiento de los equipos, debido a la alta concentración de un solo punto de acopio de mineral.

B. Desventajas

El método de explotación implementado tiene las siguientes desventajas:

- Costos de relleno, esto debido a como se indicó en la tabla 22 que el movimiento de desmonte será menor 22 708 toneladas menor que el método de corte y relleno ascendente.

- Este método no es selectivo, esto debido a que hay que optimizar controles en la dilución, es en la perforación es donde se debe de realizar los controles.

4.3.4 Costos de aplicación actuales

Los costos generales de la Compañía Minera Bateas en el 2018 cuando se aplicaba el método de corte y relleno son los siguientes con una producción anual de aproximadamente 535,500 t.

Tabla 26.

Costos generales de mina aplicando el método de Corte y Relleno.

ÍTEM	Costo
SUPERVISIÓN MINA	921,592
PREPARACIÓN	1,812,269
DESQUINCHE	575,218
EXPLOTACIÓN	6,041,759
ACARREO Y CARGUÍO	283,476
SOSTENIMIENTO	5,021,348
RELLENO	1,672,788
TRANSPORTES	1,337,724
SERVICIOS AUXILIARES	3,024,948
ENERGÍA	1,842,038
TOTAL	22,533,160
US \$/t	42.08

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

Los costos generales con la aplicación del método Sublevel Stopping en el Tajo 830E realizan cambios en los costos de explotación, y además la producción aumenta a causa de la implementación del método, los datos de los costos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 27.

Costos anuales proyectados aplicando el método Sublevel Stoping.

ÍTEM	Costo
SUPERVISIÓN MINA	790,339
PREPARACIÓN	1,339,687
DESQUINCHE	575,218
EXPLOTACIÓN	4,501,429
ACARREO Y CARGUÍO	331,884
SOSTENIMIENTO	4,663,920
RELLENO	1,979,976
TRANSPORTES	1,444,092
SERVICIOS AUXILIARES	2,703,986
ENERGÍA	2,020,932
TOTAL	20,351,463
US \$/t	38

Fuente: Planeamiento Compañía Minera Bateas.

A continuación, se muestra un gráfico en donde se puede apreciar la diferencia de los costos en las distintas áreas:

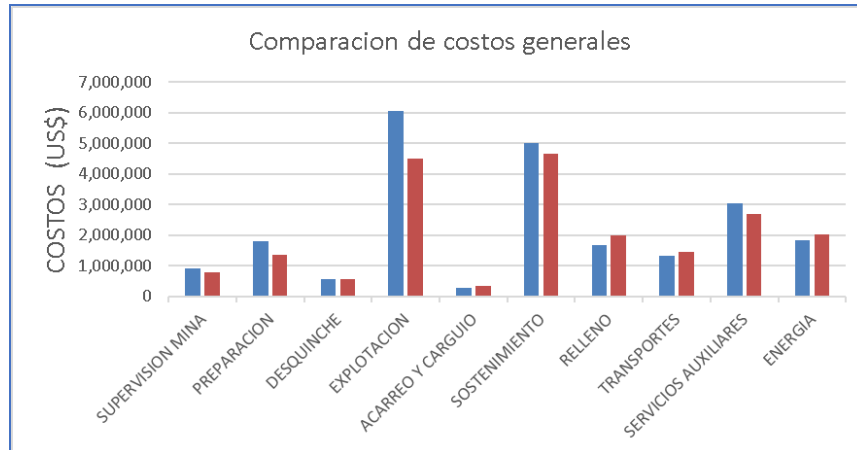


Figura 29. Comparación de costos generales en la Compañía Minera Bateas.

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Discusión de resultados

Nuestro estudio reporta que con la aplicación del método Sublevel Stoping en el Tajo 830E, se incrementa la productividad de la Compañía Minera Bateas, además de que el ciclo de minado aplicado es el mismo que en los demás tajos: perforación, voladura, sostenimiento, carguío, relleno. Además de ser automatizado se previene

posibles accidentes debido al uso de equipos a control remoto como el Scooptram de 4.2 yd³ que se encargará de la limpieza del material.

Además, el método tiene una producción de mineral constante desde el inicio de la preparación del Tajo, y una producción de aproximadamente 600Tn/diarias una vez ya implementado el método; esto generaría una producción de 18,000Tn al mes que es la producción actual en todo el nivel 12. Por lo tanto, coincide con lo concluido por el autor (Apaza Arivilca E, 2014) que concluye que la aplicabilidad de diferentes métodos según las zonas de mineral puedan ser económicos y productivos, lo que está agrupado al control y/o evaluación permanente de las medidas de operaciones que ayudan a disminuir los costos de minado.

También nuestro estudio proyecta los costos anuales que generaría la aplicación de este método en el Tajo 830E indican un costo operativo de US\$ 4, 501,429 y un costo anual de 38.US\$/t, siendo más económico y productivo el método Sublevel Stopping. Lo cual nos asemeja a la conclusión del Autor Chamorro A, (2015), que después de realizar todos sus resultados concluye que al aplicar los métodos de explotación tajeo por los subniveles taladros largos, se realizan una adecuada recuperación de mineral económicamente muy rentable de los rellenos de mina San Genaro de la Corporación Minera Castrovirreyna S.A., cumpliendo así las hipótesis planteadas.

Para hacer un análisis enfático, se tomó en consideración la evaluación de los 14 tajos de las cuales nos mostraron una valoración aceptable para cada uno de los aspectos que influyen en el método de sublevel stopping, como son el tema de la geomecánica procesos operativos y Los costos que estos influyen.

Las valoraciones que se tomó en consideración son

- 1 valor de deficiente.
- 2 valor de moderado.
- 3 valor de óptimo para su aplicación.

Considerando todos estos aspectos se puso a hacer los siguientes análisis

4.4.1 Análisis de Confiabilidad

Cómo se puede observar en el análisis de confiabilidad para los 14 tajos considerando los aspectos geomecánicos, los procesos operativos mina y los costos que estos influyen el análisis Alfa de Cronbach nos arroja de un 94.7% de confiabilidad.

También se realizó un análisis de regresión en la cual se acepta 3 modelos que arrojan un coeficiente de determinación mayor al 85%.

Tabla 28.

Estadísticas de fiabilidad de la investigación.

Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	14	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	14	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,947	14

Fuente: Elaboración propia.

El modelo 3 se acerca más al análisis que nosotros estábamos buscando, la cual tiene un nivel de significancia en sus distintas dimensiones de la variable método sublevel stoping cómo podemos observar el factor influyente es la geomecánica para el método de sublevel stoping después le sigue el tema del análisis de costos y culmina con los procesos operativos que son netamente la aplicación del método.

Mallma (2018) Este análisis nos conlleva a descifrar qué aspectos y consideraciones se deben tomar en cuenta para el incremento de la producción en la mina Bateas.

Tabla 29.

Dimensiones de entrada de la variable sublevel stoping.

VARIABLES ENTRADAS/ELIMINADAS^a			
Modelo	VARIABLES ENTRADAS	VARIABLES ELIMINADAS	Método
1	Costos Operativos	.	Por pasos (Criterios: Probabilidad-de-F-para-entrar <= ,050, Probabilidad-de-F-para-eliminar >= ,100).
2	procesos operativos mina	.	Por pasos (Criterios: Probabilidad-de-F-para-entrar <= ,050, Probabilidad-de-F-para-eliminar >= ,100).
3	Geomecánica del método sub level stoping	.	Por pasos (Criterios: Probabilidad-de-F-para-entrar <= ,050, Probabilidad-de-F-para-eliminar >= ,100).

a. Variable dependiente: Incremento de producción

Fuente: elaboración propia.

Tabla 30.

Coefficiente de determinación de la variable sublevel stoping.

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,927 ^a	,859	,847	,29683
2	,995 ^b	,990	,988	,08324
3	1,000 ^c	1,000	1,000	,00000

a. Predictores: (Constante), Costos Operativos
 b. Predictores: (Constante), Costos Operativos , procesos operativos mina
 c. Predictores: (Constante), Costos Operativos , procesos operativos mina, Geomecanica del metodo sub level stoping

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31.

Estadísticos de regresión de las dimensiones de la variable sublevel stoping.

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	2,707	,682		3,969	,002
	Costos Operativos	,758	,089	,927	8,551	,000
2	(Constante)	,452	,269		1,678	,121
	Costos Operativos	1,577	,073	1,929	21,547	,000
	procesos operativos mina	-,374	,031	-1,065	-11,899	,000
3	(Constante)	6,000	,000		6747462,117	,000
	Costos Operativos	1,000	,000	1,223	10093387,65	,000
	procesos operativos mina	-1,000	,000	-2,849	-9956056,246	,000
	Geomecanica del metodo sub level stoping	1,000	,000	2,461	6319577,283	,000

a. Variable dependiente: Incremento de produccion

Fuente: Elaboración propia.

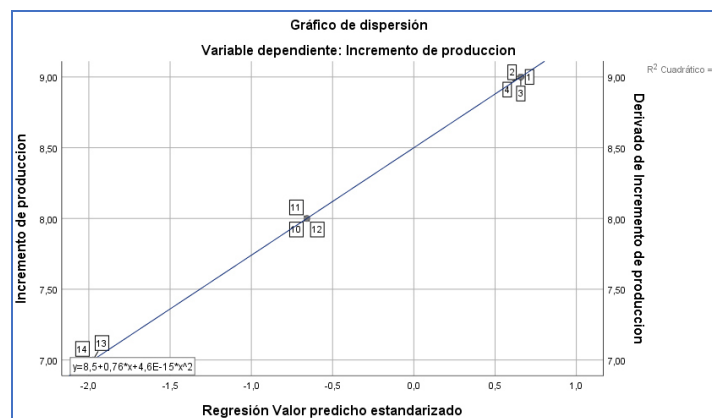


Figura 31. Análisis de regresión predictivo de la variable incremento de producción con respecto a la metodología de sublevel stoping.

Fuente: Elaboración propia.

Mallma I. (2018) Para corroborar lo antes mencionado, se detalla un análisis de los componentes a estudiar como son el tema geomecánico los procesos operativos mina y Los costos operativos todos ellos nos dan en un 98% la existencia de un solo componente para estos tres aspectos tal como lo muestra la varianza total explicada líneas abajo.

Tabla 32.

Análisis de la varianza total con respecto a las dimensiones existentes dentro del sublevel stoping.

Varianza total explicada						
Componente	Total	Autovalores iniciales		Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
		% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	2,936	97,858	97,858	2,936	97,858	97,858
2	,063	2,108	99,965			
3	,001	,035	100,000			

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Fuente: Elaboración propia.

En el tema de la matriz de estos componentes, se considera que los tres aspectos son importantes para la formación de un solo factor que es el método sublevel stoping, tal como tal como lo muestra el gráfico de sedimentación mostrar a líneas abajo

Tabla 33.

Análisis gráfico y matriz de las dimensiones a relacionar en la metodología de sublevel stoping.

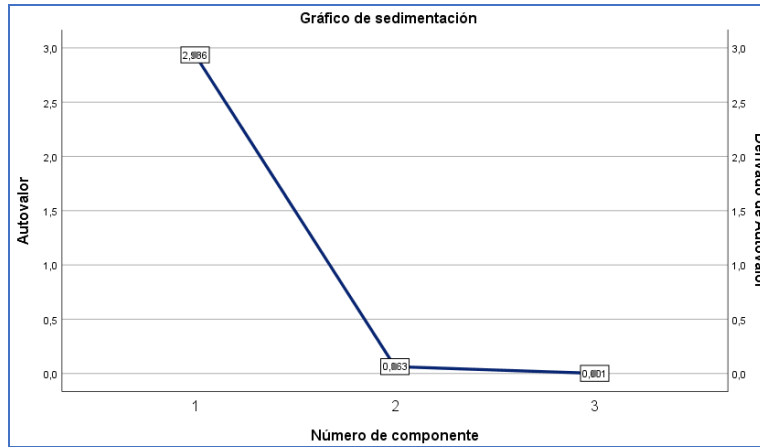
Matriz de componente ^a	
	Componente 1
Geomecanica del metodo sub level stoping	,998
procesos operativos mina	,989
Costos Operativos	,980

Método de extracción: análisis de componentes principales.
a. 1 componentes extraídos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34.

Análisis gráfico de las dimensiones a relacionar en la metodología de sublevel stoping.



Fuente: Elaboración propia.

Se hizo también un análisis cruzado del incremento de la producción con respecto a la metodología sublevel stoping, como decir que existen cinco tajos que influyen medianamente en la producción y 9 tajos que influyen de manera alta en la producción con la cual se toma la opción de que el incremento de la producción está relacionado a la metodología del sublevel stoping para la minera bateas en sus distintos niveles de tajos y operación mina.

Tabla 35.

Tabla de contingencia del incremento de producción con respecto a la metodología de sublevel stoping.

Tabla cruzada Incremento de producción*Metodo sublevel stoping					
Recuento		Metodo sublevel stoping			Total
		BAJO	MEDIO	ALTO	
Incremento de producción	MEDIO	5	0	0	5
	ALTO	0	7	2	9
Total		5	7	2	14

Fuente: Elaboración propia.

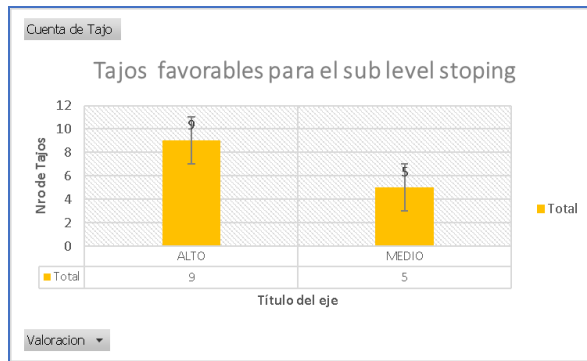


Figura 30. Estimación de tajos donde se puede aplicar la metodología de sublevel stoping.
Fuente: Elaboración propia.

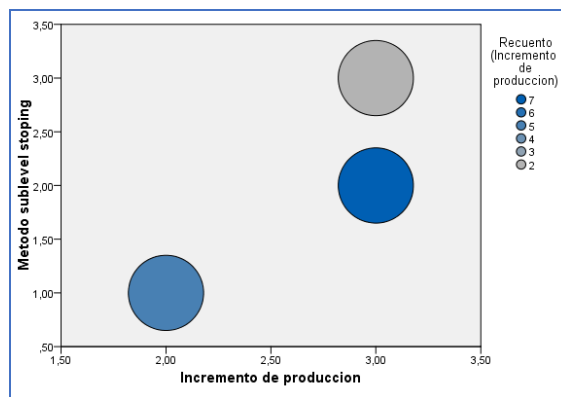


Figura 31. Figura decisiva del incremento de producción con sublevel stoping, en la parte derecha se observa los tajos favorables a la metodología.
Fuente: Elaboración propia.

El gráfico agrupado del incremento de producción y la metodología sublevel stoping Mallma I. (2018) muestra claramente el número de tajos que incrementan la producción. Este análisis es importante en la toma de decisiones de manera operativa y gerencial para futuras investigaciones

CONCLUSIONES

1. En el tema geomecánico, se detalla el que método a usar de acuerdo a las condiciones geomecánicas de la roca en la veta dando como resultado un RMR en mineral RMR 45 hasta 55, Caja piso y techo RMR 50 - 65, haciendo factible la implementación y diseño del método de explotación por sublevel stoping.
2. Se concluye que al implementar el método Sublevel Stopping en los procesos operativos el rendimiento en el Tj 830E por disparo de dos filas de taladros largos es de 190 TMS/Disparo que en la implementación de más tajos con características similares tendría grandes ahorros a largo plazo. Además, el método tiene una producción de mineral constante desde el inicio de la preparación del Tajo, y una producción de aproximadamente 1600 Tn/diarias, una vez ya implementado el método, generará una producción de 18,000Tn al mes que es la producción actual en todo el nivel 12. Además, en el tema de acarreo y relleno se automatizará para prevenir posibles accidentes debido al uso de equipos, esto con control remoto en Scooptram de 4.2 yd³ que se encargará de la limpieza del material y en la perforación y voladura los indicadores están en 24 ton/taladro.
3. En la evaluación al implementar el método Sublevel Stopping con taladros largos, sirvió para que los costos generales de la mina disminuyeran en US\$ 2, 181,697, lo que provocó que el costo por tonelada extraída disminuya en 4.07 US\$/t; por tanto Los costos proyectados anuales que generó la aplicación de este método en el Tajo 830E indican un costo operativo de US\$ 4, 501,429 y un costo anual de 38.00 US\$/t con ello podemos observar que la mayor diferencia en los costos se da en la explotación, siendo más económico y productivo el método Sublevel Stopping.

RECOMENDACIONES

1. En el tema geomecánico, el tipo de roca IV contribuye con la explotación usando esta metodología de sublevel stoping; cabe indicar que en el tema de recuperación de los puentes se realizará una vez que se haya rellenado el tajo completamente y para así no provocar una inestabilidad en las cajas.
2. En la implementación operativa para poder aplicar el método sublevel stoping es necesario conocer el ciclo minado actual de la Compañía Minera Bateas. La Compañía Minera debe invertir en capacitación a sus trabajadores para que puedan tener un amplio conocimiento sobre la formación de la minera. Se menciona también que la mina Bateas tiene gran potencial para la perforación y voladura con taladros largos, y considerar la posibilidad de ampliar la producción actual, debido a que el yacimiento tiene mucho potencial y factores a contribuyen a esta. Se hace hincapié que, sobre todo hay que realizar un buen ciclado en la etapa de explotación para que la producción sea continua.
3. Según la evaluación, se indica implementar el método de explotación Sublevel Stopping, con taladros largos para el incremento de la producción en el Tajo 830E y otras zonas con similares características, en la zona de profundización de la Compañía Minera Bateas, según los resultados, se tendrá un ahorro de \$ 4 por tonelada en los precios unitarios de la operación, y una producción mayor comparada con el método corte y relleno ascendente mecanizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

1. ALFARO M. 2007. Estimación de Recursos Mineros 2007. [Fecha de consulta: 10 de setiembre del 2019] Disponible en http://cg.ensmp.fr/bibliotheque/public/ALFARO_Cours_00606.pdf
2. ANUARIO minero 2017. Minería en el Perú. 2017. Ministerio de energía y minas del Peru, pág. 79. [Fecha de consulta: 20 de setiembre del 2019] Disponible en http://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=1&idPublicacion=573
3. APAZA E. 2014. Implementación de taladros largos en vetas angostas para determinar su incidencia en la productividad, eficiente y seguridad de las operaciones mineras Mina Huaron S.A. Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín, 2014.
4. BONGIORNO M. y Belandria T. 2015. Clasificaciones geomecánica de los macizos rocosos según: Bieniawski. Barton. Hoek y Brown. Romana,. Venezuela : s.n., 2015. [fecha de consulta 12 de diciembre del 2019] disponible en https://www.academia.edu/17400474/clasificaciones_geomec%81nica_de_de_lo_s_macizos_rocosos_seg%9an_bieniawski_barton_hoek_y_brown_romana
5. CALAPUJA A. 2014. Geología, profundización y proyecto de exploración de la veta Mirtha para la compañía de minas Buenaventura, S.A:A. Distrito de Tapay, provincia de Caylloma . Arequipa : UNSA, 2014.
6. CARHUAMACA J. 2018. Método de minado Sub Level Caving (SLC) para mejorar la recuperación de mineral - Mina Azul Cocha. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú –Facultad de Ingeniería de Minas , 2018.
7. CASTRO R. 2018. Rol y fuente de dilución en minería subterránea. Chile : Sonami, 2018.
8. CERDA I. 2018. Leyes y densidades minerales. Lima : sonami, 2018. Fecha de consulta: 15 de Julio del 2019. Disponible en http://www.sonami.cl/images/stories/pdf/Leyes_y_Densidad_de_Minerales
9. CHAMORRO A. 2015. Aplicación del método de explotación tajeo por subniveles – taladros largos para la recuperación de mineral económicamente rentable de los rellenos de Mina san Genaro de la Corporación Minera Castrovirreyna S.A. Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.
10. DATOS Climáticos Mundiales. Caylloma clima Peru2017.[Fecha de consulta: 20 de octubre del 2019] Disponible en <https://es.climate-data.org/americadel-sur/peru/arequipa/caylloma-26421/>.

11. COBERT y LEACH. 2002. Mineralización Reconocida. 1998 [Fecha de consulta: 5 de Octubre del 2019] Disponible en https://www.u-cursos.cl/usuario/mi_blog/r/Skarn-Blabla.pdf.
12. CRUZ. 2015. Minería Subterránea: Apostando por la innovación y tecnologías . s.l. : Rumbo minero, 2015.
13. CUSI E. 2016. Estudio del factor de potencia explosiva para minimizar el daño al macizo rocoso encajonante de la veta Isabel. Compañía minera Ares S.A.C. Arequipa : UNSA, 2016.
14. PORTAL de internet DePeru.com. Mapas del Peru Caylloma 2018. [fecha de consulta 25 de octubre del 2019] Disponible en: <https://mapas.deperu.com/arequipa/caylloma/>.
15. GUTIÉRREZ L. 2011. Proyecto de aplicación del método de explotación sub level stoping en el tajo 420-380 en mina Chipmo, U.E.A. Orcopampa. Lima : PUCP, 2011.
16. HERNÁNDEZ D. 2016. La cultura organizacional y su relación con el desempeño laboral en el área de cirugía del hospital Naylamp-Chiclayo. Chiclayo : repositorio.uss.edu.pe, 2016.
17. INGEMMET. 2018. Los informes técnicos del Instituto Geológico, Minero . Lima : Ingemet, 2018.
18. MALLMA Perez. 2018. Factores influyentes para el planeamiento estratégico en la Minera Bateas. Huancayo : Valle Azul, 2018. Fecha de consulta 12 de setiembre del 2019. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5150>
19. MINEM. 2018. Método de Explotación sub level Stopping. Lima : s.n., 2018.
20. MINERA Bateas2019. Plan Anual Minera Bateas 2019. Departamento de Planeamiento y Operaciones mina Caylloma 2019.
21. MISARI S. 1998. Uso de taladros largos y Dropraising. s.l. : Perubar, 1998.
22. RAMOS W. 2017. Desarrollo de herramientas de diseño para minería por Sublevel Stopping y su impacto económico en un proyecto minero. Santiago: Universidad de Chile, 2017.
23. RICHARD, S. 2019. Evaluación del método de explotación por subniveles con taladros largos para optimizar la producción en la Compañía Minera Chalhuane S.A.C. Huancayo: Universidad Nacional del centro del Peru, 2019.
24. RIVERA E. 2015. Método de minado sublevel stoping en Corporación Minera Castrovirreyra S.A. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería., 2015.

25. ROLEY W. 2019. Implementación del método sublevel stoping con taladros largos para el minado del tajo 012, nv 18 veta Ximena - zona Oroya – Cía. Minera Casapalca. Cusco: UNSAAC, 2019.
26. SANTANA L. 2014. Diseño de malla para perforación y voladuras de frente utilizando modelo matemático de Holmberg e índice de volabilidad de Lylli. Huancayo : Universidad nacional del centro de Peru , 2014.
27. SULLA A. 2013. Análisis técnico económico y de seguridad del método Sub Level Stoping utilizado en la explotación del tajo 574 Veta Esperanza Mina Casapalca. Arequipa : UNSA, 2013.
28. TABOADA, GUTIÉRREZ, GONZÁLEZ y TORAÑO. 2018. Dimensionamiento y sostenimiento de minas subterráneas de pizarra. España : Universidad de Coruña, 2018.
29. URIZAR R. 2019. Método de Corte y Relleno Ascendente. s.l. : Academia.edu, 2019.Fecha de consulta 15 de Octubre del 2019. Disponible en https://www.academia.edu/36348555/m%C3%89todo_de_corte_y_relleno_ascendente_over_cut_and_f%C3%adll

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia Implementación del método sublevelstopping con taladros largos para el incremento de la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas SAC

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL			
¿La implementación del método sublevel stopping con taladros largos incrementara la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.?	Evaluar la implementación del método sublevel stopping con taladros largos y su incremento en la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.	La implementación del método sublevel stopping influyen en el incremento en la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.	DEPENDIENTE X: INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EL TAJO 830E		TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. Observación
PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		TIPO DE INVESTIGACIÓN La presente Investigación está en el tipo Aplicada	Instrumento Ficha de observación Análisis descriptivo
¿Cuál es el diagnóstico inicial de los parámetros geomecánicos del Tajo 830E, que influirán en el incremento de la producción en el tajo 830E de la Minera Bateas S.A.C.?	Realizar un diagnóstico inicial de los parámetros geomecánicos del Tajo 830E, que influyen en el incremento de la producción en el tajo 830E de la Minera Bateas S.A.C.	El diagnostico inicial de los parámetros geomecánicos del Tajo 830E , influye en el incremento en la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.		NIVEL DE INVESTIGACIÓN Investigación descriptiva	
¿Al implementar las técnicas operacionales del ciclo de minado del sublevel stopping influiré en el incremento para el tajo 830E de la Minera Bateas S.A.C.?	Implementar las técnicas operacionales en ciclo de minado con la metodología del sublevel stopping para el incremento para el tajo 830E de la Minera Bateas S.A.C.	Al implementar las técnicas operacionales del ciclo de minado con la metodología del sublevel stopping, influirá el incremento en la producción en el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.	INDEPENDIENTE X: MÉTODO SUBLEVEL STOPING	MÉTODO GENERAL Metodología descriptiva	POBLACIÓN Tajeos de la Compañía Minera Bateas
¿La evaluación del método de explotación por Sublevel Stopping permitirá optimizar la producción, los costos operativos en el tajo 830E de la profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.?	Evaluar la producción y costos con la metodología de sublevel stopping el tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.	La evaluación de la producción y costos con la metodología de sublevel stopping será optima en su aplicación del tajo 830E en la zona de profundización de la compañía minera Bateas S.A.C.		DISEÑO Diseño comparativo	MUESTRA Tajeo 830E, muestra no probabilística

Anexo 2. Operacionalización de las variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES
IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO SUBLEVEL STOPING CON TALADROS LARGOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN
EN EL TAJO 830E EN LA ZONA DE PROFUNDIZACIÓN DE LA COMPAÑÍA MINERA Bateas SAC

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
DEPENDIENTE X: INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EL TAJO 830E	Define a la producción polimetálica como producto de operaciones mineras en yacimientos epidermales de la Mina Bateas (Israel Mallma 2019)	Referido a las mejoras en procesos metodológicos de explotación para el su incremento de producción	Incremento de producción	Producción diaria (ton/día)
				producción mensual (ton/mes)
				Producción anual (ton/año)
INDEPENDIENTE X: MÉTODO SUBLEVEL STOPING	Tipo de método de explotación con tasa de producción moderada a alta y recuperación sobre 90%	El método de explotación sub level stoping para el incremento de producción incluye procesos operativos aplicados a un tipo de roca y que causan utilidades en los costos, con respecto a otros métodos de explotación minera.	Diagnostico inicial de los parámetros geomecánicos	RMR
				RQD
				Sostenimiento
			Técnicas operacionales de ciclo de minado del Sublevel Stoping	Explotación
				Acarreo
				Relleno
				Ventilación
			Evaluación de la producción, costos y el impacto ambiental	Perforación y voladura
				Evaluación de la producción
				Evaluación de los cotos
	Evaluación del impacto ambiental			

SOLICITO: Autorización de proyecto de tesis.

Ingeniero Fredy Macetas Fernandez
Superintendente Mina

Yo; Enrique Castillo Gutiérrez, Identificado con DNI N° 40416303, colaborador en el área MINA, me presento ante Usted y expongo:

Que habiendo culminado la carrera de **INGENIERIA DE MINAS**, en la Universidad Continental, solicito a Usted permiso para la elaboración del proyecto de mi tesis **"IMPLEMENTACION DEL METODO SUBLEVEL STOPING CON TALADROS LARGOS, PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCION EN EL TAJO 830E, ZONA DE PROFUNDIZACIÓN DE LA COMPAÑIA MINERA BATEAS SAC."** Para lo cual solicitaré la siguiente información: Geológica, Geomecanica y así como los costos.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a Usted acceder a mi solicitud.

Caylloma, 23 de septiembre de 2018



SUPERINTENDENCIA MINA	
Fecha: 27/09	Mora: Sr. Castillo
Expedido por: Fredy Macetas F.	
Firma: [Signature]	
LA SUPERINTENDENCIA TÉCNICA CORPORATIVA	

ENRIQUE CASTILLO GUTIÉRREZ
DNI N° 40416303