

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS



TESIS

**Aplicación del método bench and fill para optimizar las operaciones
mineras zona socorro bajo - unidad minera Uchucchacua**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor: Bach. Henry TORRES NAJERA

Asesor: Dr. Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTO

Cerro de Pasco – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS



TESIS

**Aplicación del método bench and fill para optimizar las operaciones
mineras zona socorro bajo - unidad minera Uchucchacua**

Sustentada y aprobada antes los miembros del jurado:

Mg. Vicente César DÁVILA CORDOBA
PRESIDENTE

Mg. Nieves Oswaldo GORATUFINO
MIEMBRO

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA
MIEMBRO

DEDICATORIA

A mis queridos padres; por hacer posible la cristalización de mis proyectos para mi desarrollo personal y profesional, sin su apoyo no sería posible concretar. A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por sus aportes de sus experiencias que han complementado mi carrera profesional. A los profesionales y demás familiares que encaminaron la pasión por mi carrera profesional.

RECONOCIMIENTO

A mis hermanos Pedro, Judith y Evelyn, ellos siempre son una luz en el desarrollo de mi vida, por su orientación, constante motivación y voluntad.

A los ingenieros de la minera Uchucchacua, por permitir desarrollar esta investigación y a las demás personas que participaron y me apoyaron en este proyecto.

RESUMEN

La intención del proceso de investigación es demostrar que la aplicación del método Bench and Fill optimiza las operaciones mineras en la zona Socorro bajo de la minera Uchucchacua.

El desarrollo del trabajo se considera como una investigación aplicada, de diseño cuantitativo, con un nivel explicativo. La muestra conforma la veta Gina-Socorro durante el año 2019, en la zona Socorro bajo. La técnica de recolección se realizó mediante el análisis documental, estadístico; considerando el análisis descriptivo y bivariado.

Los análisis de la contrastación de hipótesis demuestran que la aplicación del método Bench and Fill minimiza muy significativamente el costo por tonelada, esto permite un ahorro de \$ 35.19 dólares por tonelada. También se demostró que la aplicación del método Bench and Fill minimiza significativamente el tiempo de minado, logrando menorar el tiempo de minado en 2.5 horas. A la vez se puede observar que no reduce significativamente el % de dilución, muy a pesar de que el promedio del % de dilución con el método Cut y Fill fue de 18%, mientras que con el método Bench y Fill, fue de 14%.

Se concluye, que la aplicación del método Bench and Fill optimiza las operaciones mineras significativamente en el costo por tonelada y el tiempo de minado de la zona Socorro bajo, Veta Gina-Socorro.

Palabras Claves: método Bench and Fill, costo por tonelada, tiempo de minado, porcentaje de dilución.

ABSTRACT

The present research work "Application of the New Aqueous Solution of Gasifiable Nitrate to optimize the Primary Blasting of Phase 1 - 2 of the Toromocho Pit - Minera Chinalco Perú S.A. It has been carried out due to the need to continue with the optimization of the rock blasting process in the Tajo Toromocho. The work became a reality thanks to the joint collaboration of the Drilling and Blasting Area of Minera Chinalco Peru S.A., and the Commercial Management of Famesa Explosivos S.A.C.

In the primary blasting of the Toromocho Pit, the Heavy Gasified Anfo Q73 is used, the projects fired with this explosive mixture have been taken as a baseline to compare the results. The research work proposes the application of a new explosive mixture capable of optimizing fragmentation and excavation speed in the primary blasting of Phase 1 - 2 of the Toromocho Pit.

The performance of the explosive was reflected in the result of the fragmentation and excavation speed of the blown material, with which a decrease of the P80 from 5.05 inches to 4.30 inches was obtained, in addition, an increase in the excavation speed of 9,061.0 tons was obtained. / h to 9,670.0 ton / h. The power factor in meshes of 4.80 m x 5.50 m was reduced by 3.8%, in meshes of 5.20 m x 6.00 m by 4.4%, in meshes of 6.90 m x 8.00 m by 6.4% and in meshes of 8.70 m x 10.00 m by 10.0%. Post-blasting, no presence of nitrous gases was obtained, due to the fact that ANFO is not a component of the New Aqueous Solution of Gasifiable Nitrate and consequently to the good oxygen balance of the mixture based on pure emulsion

KEY WORDS: Fragmentation, Excavation Speed, Power Factor, Nitrous Gases.

INTRODUCCIÓN

La Unidad Minera Uchucchacua, se encuentra ubicada en el occidente de los andes, distrito y provincia de Oyón, región Lima. Esta investigación **“Aplicación del método bench and fill para optimizar las operaciones mineras zona socorro bajo - unidad minera Uchucchacua”** tiene como objetivo mejorar los parámetros de las operaciones mineras. Ya que, en la actualidad se han presentado costos muy elevados, una producción de materiales muy baja, prolongado tiempo en el minado.

El proceso de la investigación considera cuatro capítulos. En capítulo primero se describe la identificación y determinación del problema, la delimitación de la investigación, objetivos de la investigación, la justificación y las limitaciones de la investigación.

En el capítulo segundo se menciona sobre el marco teórico considerando los antecedentes nacionales e internacionales en base a la investigación realizada, se detalla las características y procesos de los métodos de explotación, la formulación de hipótesis general y específicas, la identificación de las variables y la definición operacional de variables e indicadores este capítulo considero muy vital para comprender el desarrollo del análisis de la investigación. En capítulo tercero se describe la metodología de investigación, el tipo, método y diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección y procesamiento de datos, la selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación. En el cuarto capítulo se describe las pruebas de campo aplicando los parámetros reformulados con la presentación de resultados, donde se analiza la información, luego se interpreta los métodos de minado considerados en el estudio, así como el análisis estadístico. se muestra el contraste demostrando la hipótesis y la discusión de resultados, donde se demuestra la relación y diferencias de la data de campo como antecedentes de la presente investigación; finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones.

El Autor

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
RECONOCIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
INTRODUCCIÓN	V
ÍNDICE	VI
CAPÍTULO I	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Identificación y determinación del problema	1
1.2 Delimitación de la investigación	2
1.3 Formulación del problema	17
1.3.1 Problema principal	17
1.3.2 Problemas específicos	17
1.4 Formulación de Objetivos	18
1.4.1 Objetivo General	18
1.4.2 Objetivos específicos	18
1.5 Justificación de la Investigación	18
1.6 Limitaciones de la investigación	19
CAPÍTULO II	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1 Antecedentes de estudio	20
2.2 Bases teóricas científicas	23
2.3 Definición de términos	29
2.4 Formulación de Hipótesis	32
2.4.1 Hipótesis general	32
2.4.2 Hipótesis específicas	32
2.5 Identificación de variables	32
2.6 Definición Operacional de variables e indicadores	33
CAPÍTULO III	34
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	34
3.1 Tipo de Investigación	34
3.2 Métodos de Investigación	34
3.3 Diseño de Investigación	34
3.4 Población y muestra	35

3.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	36
3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	36
3.7 Tratamiento Estadístico	37
3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	37
3.9. Orientación ética.....	37
CAPÍTULO IV	38
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1 Descripción del trabajo de campo	38
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados	50
4.3 Prueba de hipótesis	58
4.4 Discusión de resultados	60
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	68

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y determinación del problema

Como es de conocimiento en los últimos años la plata es el metal con mayor demanda globalmente, ocasionado por la guerra comercial de países como Estados Unidos y China, este metal es un material insustituible para muchas industrias por las propiedades que posee, como conductividad eléctrica y térmica, resistencia, maleabilidad y es dúctil, su reflectancia de la luz y la capacidad de soportar temperaturas altas, las cuales hacen de este metal un aliado en las industrias de joyería, eléctrica, medicina, electrónica y óptica, lo que se refleja en el incremento del 10% de su precio en el 2017 (DIPROMIN, 2018).

Barecena (2018), secretaria ejecutiva de CEPAL, afirma que en la región latinoamericana se tiene una importante cantidad de reservas y producción, esto debido a un incremento poblacional, incremento económico y roles de consumo, en países como la India y China como impulsores de productos básicos.

Para disminuir el impacto que genera en el medio ambiente, afectados por las operaciones mineras, se diseña aplicar nuevas técnicas en métodos de minado que minimiza el impacto a nivel continental. Perú es nombrado el 2017 como la potencia principal en reservas de oro, plata, zinc, plomo y segundo lugar en reservas de

cobre, considerado en el Ministerio de Energía y Minas del Perú. Registró el mes de febrero del 2018 un crecimiento en la producción de cobre, 0.67%; plata, 2.02%; zinc en 8.59%; hierro, 41.17%; plomo, 5.75% y estaño 5.87%.

Ante esta situación del sector económico minero, se ve conveniente evaluar el diseño de la operación minera, para poder garantizar su sostenibilidad medioambiental en el sector minero y poder maximizar las ganancias operacionales mediante una mayor productividad.

La baja del precio de los metales del segundo semestre 2018 ha venido afectando a la compañía minera Buenaventura, que se puede observar en las acciones de la empresa. En el 2018 la Bolsa de Valores de Lima se registra la baja de 2.26% del índice general del sector minero y 8.85% en acciones de la compañía. Uchucchacua es afectado directamente sus ingresos, requiriendo la empresa a reevaluar sus operaciones mineras.

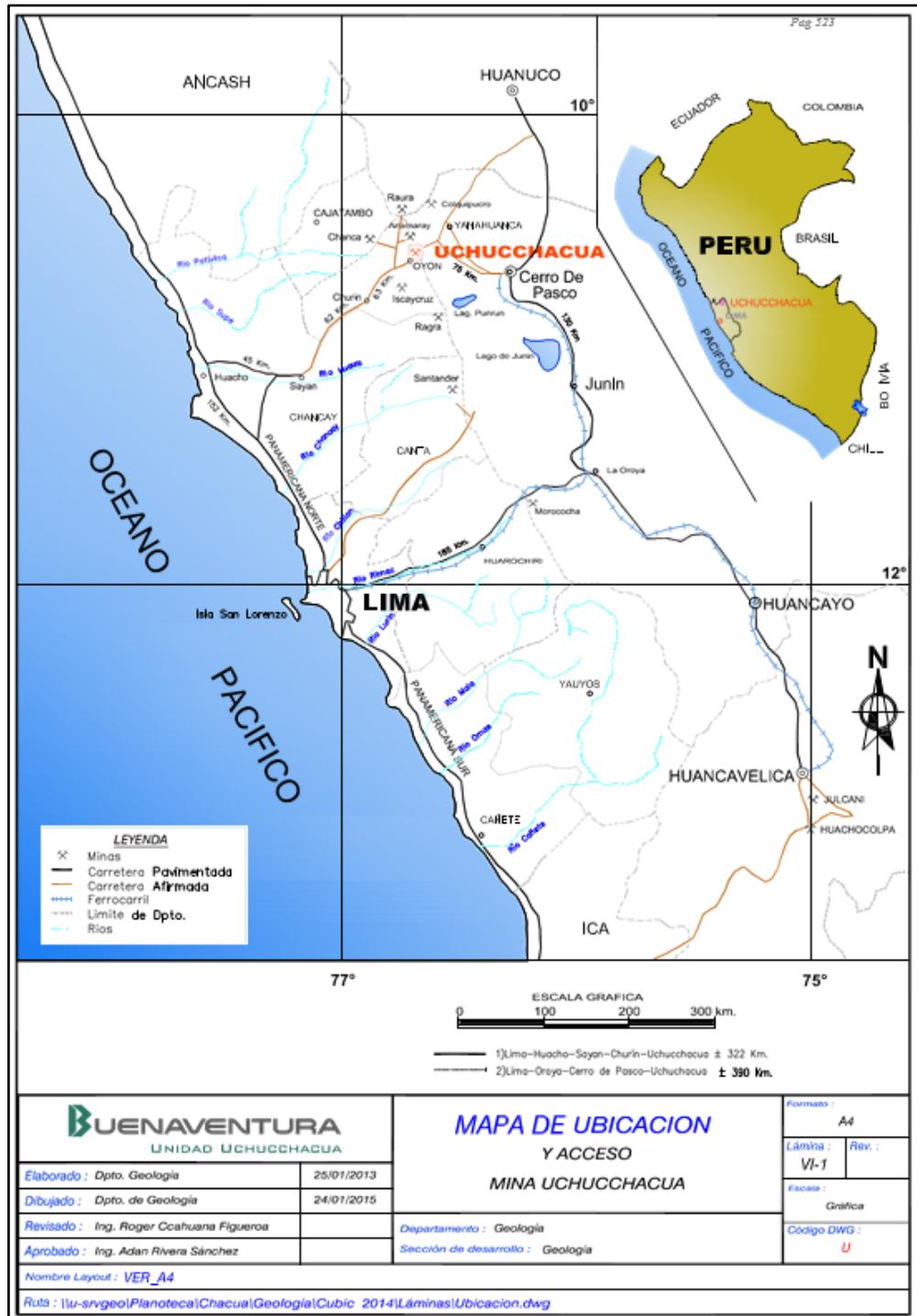
Por lo tanto, en la unidad minera se busca mejorar las operaciones mineras de explotación del método actual que se está utilizando; ya que por las razones detalladas la unidad minera se ve en la necesidad de aplicar nuevos métodos para lograr sus objetivos de eficiencias de operaciones, sus fines económicos y lograr la productividad que toda empresa visualiza. Por lo que se ha realizado pruebas y planteado la aplicación del método de explotación Bench y Fill cuya meta es buscar la reducir el costo por tonelada, minimizar el tiempo del método de minado manteniendo el bajo porcentaje de dilución. Así cumplir su programa de productividad.

1.2 Delimitación de la investigación

1.2.1 Unidad Minera Uchucchacua

La mina tiene un yacimiento mineral que se encuentra en pleno proceso de explotación, está ubicada en la vertiente occidental de los andes, en la zona del distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima, con un promedio de

altitud entre los 4300 a 5000 msnm. Se encuentra aproximadamente en las coordenadas 10° 36' 34" Latitud Sur, 76° 59' 56" Longitud Oeste. (Ver plano de ubicación)



La zona es muy montañosa que se encuentra dentro de una longitud aproximada de 35 km por un ancho de 12 a 15 km, forma una topografía

abrupta, sobresale unos 700 m. sobre el relieve adyacente; está constituida por montañas que alcanzan elevaciones mayores a los 5,000 m., presenta valles profundos, colinas y altiplanicies. También se puede apreciar rasgos de un efecto glacial en el área con circos glaciares, lagos, aretes, till y depósitos glaciales morrénicos, evidencia del trayecto de las lenguas glaciares y artesas.

La unidad minera Uchucchacua actualmente cuenta con tres zonas de minado, la zona Socorro, Huantajalla y Carmen; de estas, la zona Socorro es la más importante para la explotación actual y futura de la mina; esta zona Socorro se encuentra en plena profundización, está comprendida entre el Nivel 3990 y Nivel 3710, entre ellos están los Niveles 3920, 3850 y 3780 distanciados verticalmente por cada 70 m.

La rampa principal ya llega al nivel 3640. En esa zona la mineralización abarca una longitud aproximada de 1 km y la potencia de las estructuras mineralizadas son variables, de 1 a 4.5 m, que pueden alcanzar los 12 m. a 16 m. o más localmente.

1.2.2 Sondaje Diamantino

La perforación de pequeño diámetro y una gran longitud que se ejecutan para llegar a zonas de difícil acceso se inicia desde la superficie o labores mineras. Mediante estos sondajes se puede obtener muestras de diferentes zonas a profundidades de hasta 1.100 m para luego ser analizadas en el laboratorio de geología. La técnica más utilizada es la perforación de recuperación de testigos o diamantina y la recuperación de detritos o aire reverso. (Ver figura 01)

Se realizaron trabajos de logueo geotécnico de los testigos rocosos de los diferentes sondajes diamantinos ejecutados como parte de los trabajos de exploración del yacimiento.

El estudio se desarrolló en la unidad minera Uchucchacua, el cual se encuentra ubicado en el occidente de los andes, en el distrito y provincia de Oyón, departamento de Lima, a una altitud promedio de 4300 a 5000 msnm. Ubicada en las coordenadas 10° 36' 34" Latitud Sur, 76° 59' 56" Longitud Oeste.

La zona es bastante agreste, presenta una longitud de 35 km. con un ancho de 12 a 15 km, está formado por una topografía abrupta. Se encuentra conformada por valles profundos, colinas y cumbres que alcanzan elevaciones de los 5000 msnm. Se puede visualizar circos glaciares, aretes, lagos sub y depósitos glaciares morrénicos.

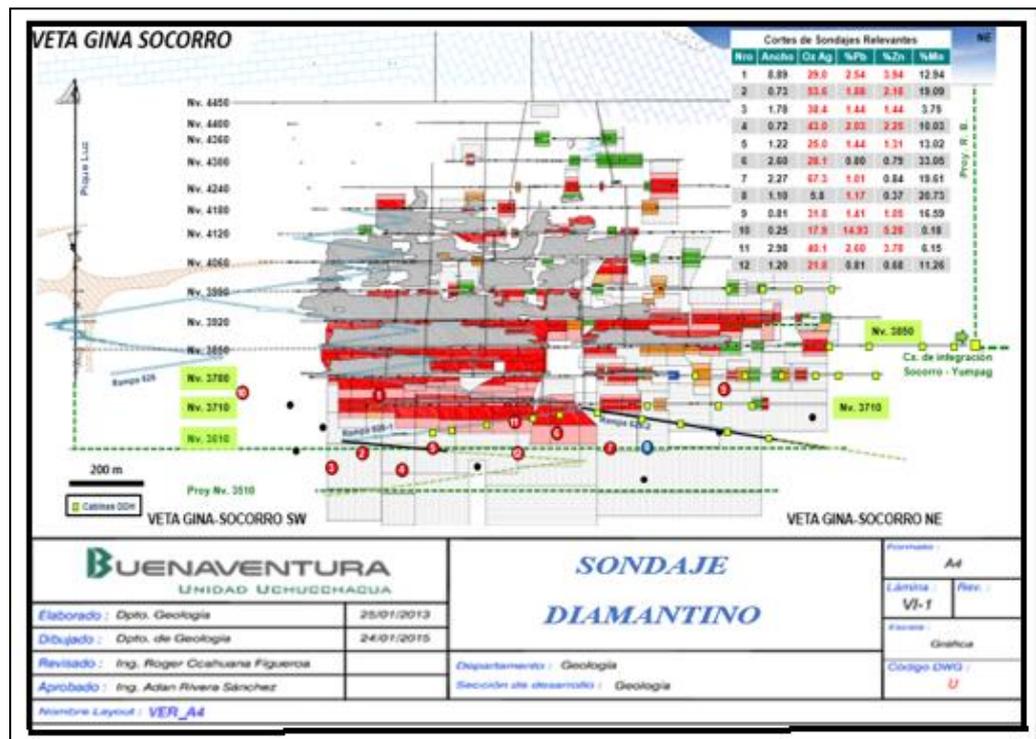
La mina Uchucchacua cuenta con tres zonas de minado: Socorro bajo, Huantajalla y Carmen; la zona Socorro bajo es la más importante en la vida actual y futura de la mina. La profundización de Socorro bajo está entre el Nivel 3990 y Nivel 3710, entre ellos están los Niveles 3920, 3850 y 3780 separados cada 70 m. (Ver figura 01)

La rampa en profundización ya llegó al Nivel 3640. Su mineralización abarca una longitud próxima a 1 km y la potencia de la estructura mineralizada es variable, de 1 a 4.5 m, alcanzando a veces los 12 m y hasta 16 m.

El clima es frígido y seco posee cambios de temperatura muy variables durante el día y la noche. Las precipitaciones fluviales se presentan en los meses de enero a abril con temperaturas muy variables de -5° C a +16° C; tiene una estación bastante seca entre los meses de mayo a diciembre también con temperaturas variables de -6° C y +15° C; las precipitaciones pluviométricas llegan a un promedio anual de 680 mm.; donde el 80% corresponde a la estación lluviosa, la humedad tiene un promedio del 60%

con un cielo cubierto de baja nubosidad entre los meses de enero a abril y con una humedad relativa del 40% con un cielo despejado y altos estratos de nubosidad entre los meses de mayo a diciembre. Su vegetación es mayormente abundante en los meses de lluvias, donde se desarrolla principalmente el ichu.

Figura 01. Sondajes diamantinos ejecutados



Fuente: Área de proyectos unidad minera Uchucuchacua

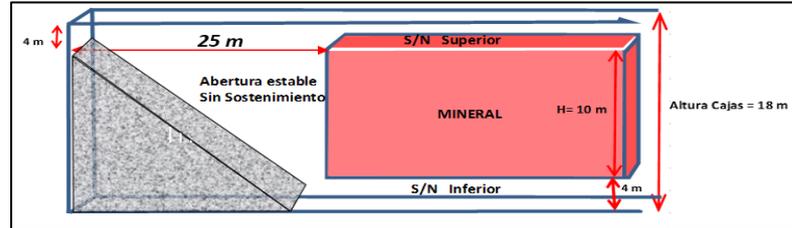
1.2.3 Desarrollo

En su proceso de desarrollo cuenta con niveles bases, niveles en donde se estrangula el mineral también se cuenta con niveles intermedios. (Ver figura 02)

- Generalmente la sección de las rampas es de 4.5x4 m.
- En su infraestructura cuenta con by passes con un pilar mínimo de 10 m. por tajo y unas ventanas de extracción separados entre sí cada 15 m.

- Cuenta con crucesos cada 25 m. a lo largo de todo el cuerpo mineralizado

Figura 02. Desarrollo del método de minado bench and fill

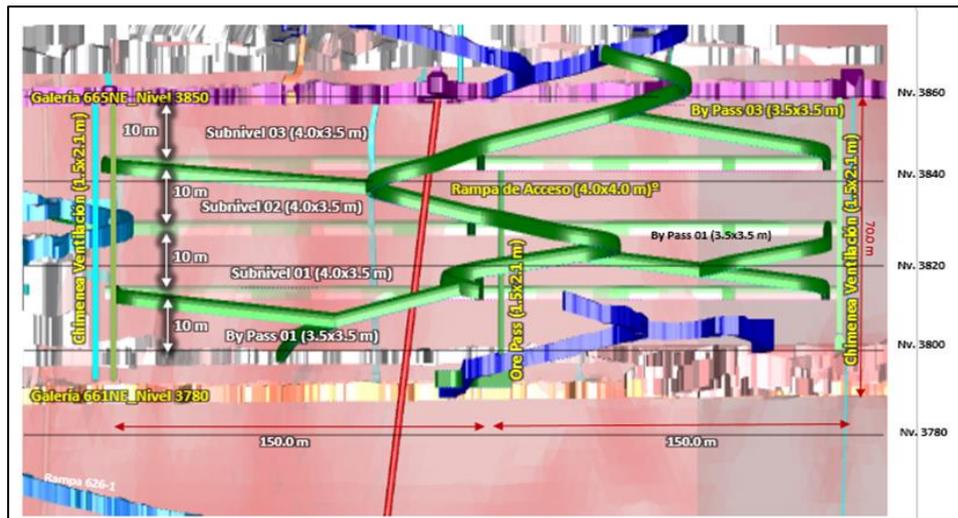


Fuente: Área de proyectos unidad minera Uchucchacua

1.2.4 Preparación

- Se ejecutan las Chimeneas del tipo V.C.R. (Vertical Cráter Retreat) con una sección de 1.5 m x 2.1 m. que son construidas para crear la cara libre de un determinado cuerpo mineralizado en producción. (Ver figura 03)
- Se ejecutan subniveles inferior y superior de sección 3.0x3.0 m para delimitar los blocks mineralizados a explotar. (Ver figura 03)

Figura 03. Preparación del método de minado bench and fill



Fuente: Área de proyectos unidad minera Uchucchacua

1.2.5 Explotación

En la Mina Uchucchacua se utiliza mayormente el método de corte y relleno ascendente, ha sido siempre el método de minado utilizado tanto en la modalidad convencional como en la modalidad mecanizada. El personal de la mina está bastante familiarizado con este método y tiene un buen dominio y experiencia en el mismo. Por cada corte de explotación por este método se considera la perforación, voladura, sostenimiento, carguío, acarreo, transporte y relleno hidráulico. El método de minado es obligatorio a seguir utilizándose para la explotación de las partes de ensanchamiento de la potencia de la Veta Gina Socorro que corresponden a cuerpos o bolsonadas mineralizadas que tienen contornos irregulares. De manera resumida se describe a continuación las operaciones unitarias principales.

1.2.5.1 Perforación y voladura

La perforación se ejecuta mediante taladros largos paralelos y radiales, que alcanza longitudes promedias entre 15 a 20 m. hacia arriba y abajo, mediante las barras de perforación shack adapter. (Ver figura 04)

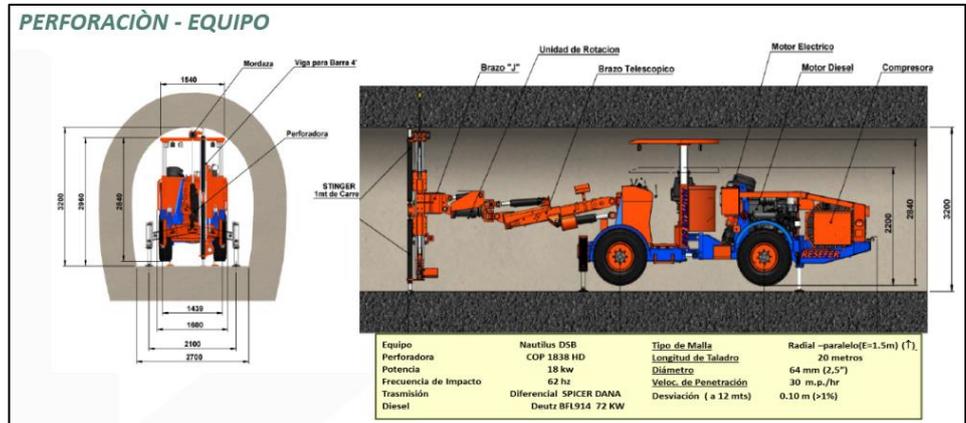
Figura 04. *Barra de perforación*



Fuente: Área de proyectos unidad minera Uchucchacua

- Para la perforación se cuenta con equipos electrohidráulicos con un avance de ratio 3.75 TM/m. perforado. (Ver figura 05)

Figura 05. Equipo de perforación electrohidráulico



Fuente: Área de proyectos unidad minera Uchucchacua

- La perforación se inicia en el nivel principal los taladros positivos, por lo que la perforación en el nivel intermedio es negativa se comunica con el tajo inferior y el positivo deja un puente al siguiente nivel base.

Para la voladura se utiliza el anfo industrializado (examen V) se cargan a los taladros mediante el equipo maclean AC2, los detonadores no eléctricos de milisegundo y contorno los de medio segundo, como cebo se usa la dinamita del 80% gelatina, en algunos casos se utiliza doble detonador cuando hay presencia de agua y para activar los detonadores se utiliza el cordón detonante 5P.

1.2.5.2 Carguío y transporte

En este ciclo el carguío y acarreo se realiza mediante los scoops con una capacidad de 2 y 3 yardas cúbicas dependiendo del tamaño del

tajo, concluyen la limpieza entre dos y tres guardias, estos equipos lo cargan directamente a los equipos de bajo perfil con capacidades de 40 a 50 toneladas el transportan una distancia más o menos de 3 km. Hasta el echadero principal. Una vez que se tiene limpio el tajeo se procede al relleno del tajo para continuar el ciclo de minado.

1.2.5.3 Relleno

El material para el relleno está conformado por roca estéril, que proviene de las labores de preparación como cruceros, rampas, ventanas, by pass y cámaras de acumulación todo este material se rellena en los tajeos de explotación.

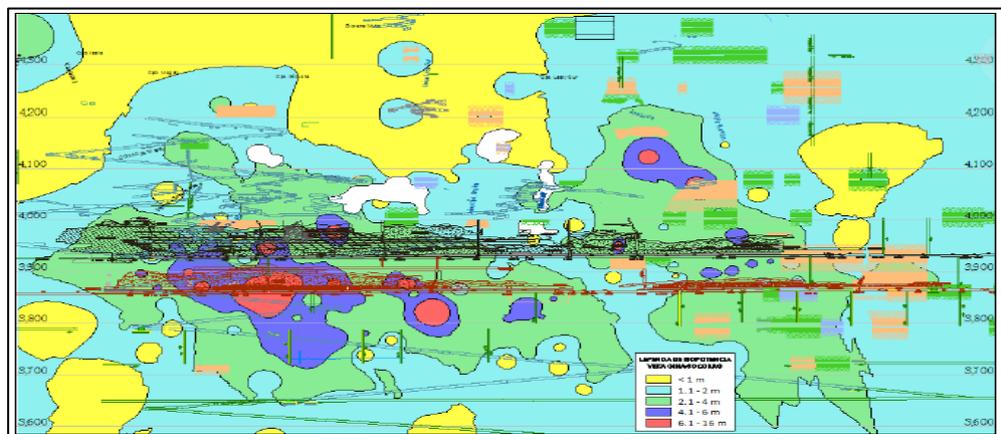
También se usa como relleno los desechos de planta concentradora los relaves; consiste en transportar un relleno compuesto por material con granulometría menor a 3/8" en una pulpa en base a agua por medio de tuberías, que se deja decantar en los tajos ya explotados. El relave que viene de la planta metalúrgica es captado y bombeado con una bomba (Harthman 9x7) al Tanque principal donde se almacena con 3 Hidro Ciclones 2 tipo (Q-22) para densidades de 2000-1800Gr/Lt y un tercero tipo (Q-30) que clasifica a una densidad promedio de 1700-1600Gr/Lt estos clasifican los relaves gruesos hacia 2 tanques primero de capacidad de 2000TM y otro de 1000TM y luego es bombeado a la mina por medio de una Bomba Harthman Tipo L -180 de 395HP con capacidad de bombeo de hasta 43 m³/Hr (sólidos)y capacidad de 70m³/hr de pulpa (sólidos + agua) a una densidad de pulpa máxima de 1800 Gr. /Lt con % de sólidos de 70% con una capacidad de 12,000m³ /mes de bombeo. Así mismo se tiene instalados desde la planta de RH dos líneas de bombeo principal de

5" de diámetro con longitudes de 2500m hacia la mina Carmen y la otra red de 5" de diámetro de 1800m de longitud hacia la mina Socorro.

1.2.6 Geología local

Las estructuras de la Veta Socorro está conformada por el relleno mineral de fracturas tipo rosario de rumbo N35°-45°E y con un buzamiento sub vertical presenta potencias variables de 1.0 a 4.5 m. y en algunos tramos o inflexiones se tiene la formación de cuerpos que varían de 4 a 16 m. de potencia y de manera localizada la potencia alcanza hasta los 22 m (ver Figura 06) con una longitud reconocida que alcanza aproximadamente 1 km. y con una amplitud vertical se desarrolla hasta 300 m. aproximadamente, se puede apreciar que va acompañada de estructuras satélites o ramales sub paralelos, los que también presentan un comportamiento tipo rosario, pero con unas longitudes que no logran alcanzar más de 200 m. en promedio con algunas excepciones mayores como la estructura Lilia. Su composición mineralógica está compuesta por esfalerita, galena, marmatita, alabandita, platas rojas, pirita y calcita. (Ver figura 06)

Figura 06. Contornos de potencias de la estructura mineralizada veta Socorro



Fuente: Área de proyectos unidad minera Uchucchacua

1.2.6.1 Geología Estructural

El aspecto estructural es de suma importancia en Uchucchacua y así lo refiere el siguiente extracto: “La génesis del yacimiento de Uchucchacua está relacionado a una estructura geológica principal de nuestros Andes, evidenciada por los cuerpos intrusivos de Raura, Uchucchacua, Chungar, Morococha y otros. Es también evidente que esta actividad magmática ha traído consigo la formación de yacimientos minerales importantes. Al respecto, conviene anotar que la composición de las rocas intrusivas encontradas en Uchucchacua son de acidez intermedia, similar a la de tantos otros intrusivos relacionados con yacimientos minerales en el Perú” (Benavides,1974).

□ **Pliegues**

Una de las principales estructuras que se presentan en la zona veta Socorro de estudio es el anticlinal de Cachipampa, se trata de un anticlinal asimétrico de rumbo andino ($N30^{\circ}W$), su plano axial de rumbo NW tiene un buzamiento de 50° - 60° al SW, los estratos de su flanco occidental presentan un buzamiento suave entre 10° - 20° SW y los estratos de su flanco oriental tienen un buzamiento entre 70° - 80° NE, el eje de la charnela presenta una suave inclinación hacia el SE; en su extremo NW este anticlinal es cortada y desplazada dextralmente por las fallas Gina - Socorro, Cachipampa y Uchucchacua. En la continuidad NE de este pliegue se forma el sinclinal de Cachipampa también de rumbo NW-SE y asimétrico, con su plano axial casi paralelo al anterior (tiene una separación de 700 m aproximadamente entre ambos planos), su flanco occidental tiene un buzamiento de 70° - 80° al NE y su flanco oriental presenta un buzamiento más suave de unos 10° SE. Finalmente, al SW del

yacimiento se presenta un sinclinal volcado Patón de rumbo NW- SE, el plano axial tiene rumbo NE y un buzamiento de 60° al SW, el flanco occidental es la que se encuentra invertido colocando así a la formación Jumasha medio encima de la formación Jumasha superior y esta a su vez encima de la formación Celendín, sus estratos presentan un buzamiento de 80°SW, el flanco oriental tiene un buzamiento de 80° SW y en su extremo NE es cortada por la falla Uchucchacua.

□ Fallas

Las minas Carmen, Socorro y Huantajalla presentan diferentes sistemas de fallas, que se describen a continuación:

Mina Carmen: se caracteriza por tener cuatro sistemas estructurales bien definidos: E-W, N30°E, S55°E y S55°W.

Mina Huantajalla: se evidencian tres sistemas estructurales importantes, N30°W, N15°E y E-W.

Mina Socorro: se tienen tres sistemas estructurales importantes: N35°-40°E, N60°E y E-W.

1.2.6.2 Geología económica

El yacimiento de Uchucchacua forma parte de los yacimientos polimetálicos hospedados en rocas carbonatadas del cretáceo superior relacionado a intrusiones del mioceno en los andes del Perú Central. Es uno de los mayores productores primarios de Plata con una producción histórica de 290 millones de Oz Ag finas recuperadas desde el 1975 hasta el 2020 en 45 años de operación minera. La característica principal que presenta es que tiene bajos valores de Pb-Zn y valores inusualmente altos de Ag-Mn, mucha más que los otros

yacimientos del mismo ambiente tectónico, inclusive superando a yacimientos epitermales de Ag como son Pallancata y Arcata.

1.2.7 Mineralogía

Los procesos de mineralización en el yacimiento de Uchucchacua han sido complejos y múltiples, debido a esto su mineralogía es inusualmente variada. Entre los principales grupos minerales se tiene: óxidos, silicatos, carbonatos, sulfuros y sulfosales. Asimismo, Uchucchacua se caracteriza por ser localidad típica de minerales raros como la uchucchacuita, la benavidesita y por tener los mejores ejemplares de alabandita cristalizada.

Minerales de Mena

Galena, Proustita, Argentita, Pirargirita, Plata Nativa, Esfalerita, Marmatita, Jamesonita, Polibasita, Boulangerita, Chalcopirita, Covelita, Jalpaita, Estromeyerita, Golfiedita.

Según estudio de Bisa (noviembre 2011), se han reportado nuevas especies de minerales de plata, como son: Diaforita, Pearceita, Freibergita, Miargirita, Uchucchacuita, Smithita, Tetrahedrita, Pirquitasita, Canfieldita, Freieslebenita

Minerales de Ganga

Pirita, Alabandita, Rodocrosita, Calcita, Pirrotita, Fluorita, Psilomelano, Pirolusita, Johansonita, Bustamita, Arsenopirita, Marcasita, Magnetita, Estibina, Cuarzo, Oropimente, Rejalgar, Benavidesita, Tefroita y Yeso.

Tipos de mineralización

En Uchucchacua se presentan tres tipos:

1) Relleno de Fracturas

Por efecto de los movimientos de las fallas regionales referidas en el capítulo correspondiente, se originó un complejo fracturamiento en las unidades rocosas del Jumasha, estas fracturas son de magnitud distrital (1-1.5 km) y

con desplazamiento de relativo poco salto en las componentes vertical y horizontal, estas al ser rellenadas por las soluciones hidrotermales toman la configuración en rosario; el relleno mineralógico es mayormente de sulfuros tales como Galena, Blenda, Pirita, Plata Roja, Alabandita, también Calcita, Rodocrosita; en menor cantidad presentan silicato; en sus tramos tensionales quedaron cavidades que permitieron la percolación de aguas meteóricas que en algunos casos disolvieron la caliza, y en gran parte oxidaron el mineral. La mineralización se dispone en bolsonadas de diversa longitud con zonas de ensanchamiento y adelgazamiento en los bordes, en algunos casos son filones de fisura de muy limitada extensión; indudablemente están íntimamente ligadas a la formación de cuerpos de reemplazamiento.

Reemplazamiento Metasomático

Las calizas del Jumasha Medio e inferior como cajas de las fracturas en Chacua, han favorecido el proceso de reemplazamiento por sulfuros y silicatos de metales económicos como plata y zinc, formando cuerpos irregulares muy relacionados a las vetas las cuales funcionaron como canales definidos de mineral reemplazante en sus zonas de inflexión, la forma de estas concentraciones es irregular, con dimensiones entre 30 a 140 m de longitud, alrededor de 150 m. de altura y 4 a 30 m de ancho; en el caso particular del Cuerpo Irma Viviana, esta llega a tener una extensión vertical de alrededor 300 m. En profundidad el reemplazamiento es mucho más irregular y tienden a ser controlados por planos de estratificación, sus afloramientos en superficie se caracterizan por presentar un enjambre de venillas de calcita con oxidaciones de manganeso.

Metasomatismo de Contacto.

La presencia de intrusivos en el distrito minero determina la existencia de skarn en sus dos tipos, endoskarn y exoskarn mineralizados

predominantemente con blenda oscura, Chalcopirita y Galena Argentifera de grano grueso que se disemina con granate del tipo grosularia, presentan también una configuración irregular alrededor de los intrusivos, están constituidos por diseminaciones y vetillas de mineral cualitativamente inferiores a las vetas y reemplazamientos. Por ahora no revisten importancia económica sin descartarse que puedan existir concentraciones de este tipo con calidad y volumen importantes.

2) Sistema de Vetas

Entre las fallas Uchucchacua, Cachipampa y Socorro es posible definir tres sistemas de veta: Sistema NW-SE, predomina mayormente en el área de Socorro, a esta pertenece las vetas Camucha, Lucero, Dora, V-3, Doris, Socorro 1 y se encuentran limitados entre las fallas Uchucchacua y Cachipampa. Sistema E-W, el cual parece estar controlando el fracturamiento NW-SE y EN-SW; estas vetas tienen rumbos entre N 80 E a E-W y buzamientos que tienden a ser verticales, sus zonas de oxidación profundizan considerablemente, pasando a veces los 300 m; las vetas de este sistema son: Rosa, Sandra, Rosa 2, Consuelo, Karla, Silvana, etc.

Sistema EN-SW, es al parecer el sistema dominante sobre todo al Sur de la zona de producción, las exploraciones al Sur de veta Rosa toman el rumbo de las vetas de este sistema, las cuales se disponen alrededor de los intrusivos observados en superficie en el área de Casualidad, son de relativa larga longitud ya que se las observa desde el campamento Plomopampa, son sinuosos con ramales secundarios, zonas de angostamiento y ensanchamiento; a este sistema pertenecen las vetas Luz, Casualidad 1, 2, Victoria, Claudias, Plomopampa 1, 2 y sistema Huantajalla.

3) Sistema de Cuerpos

Se diferencia los cuerpos de metasomatismo de contacto cuyas características principales son su forma irregular, su relación estrecha a los

intrusivos del área, la conformación de skarn con granates, marmolización y mineralización diseminada de blenda, chalcopirita y galena; hasta el momento no se ha determinado concentraciones importantes de este tipo, pero se conoce algunas de segunda importancia económica, entre vetas Luz y Luz 1 del nivel 550 a 450, otro en la cortada 976 en el nivel 550, también en el nivel 450 cerca al pique, igualmente en el 450 de Casualidad. Cuerpos de reemplazamiento metasomático en veta Socorro están relacionados a inflexiones de vetas, se encuentran vecinos o unidos a ellas, de formas irregulares, más extendidos en vertical que horizontalmente, con valores de plata superiores a los anteriores; su característica principal es la presencia de los silicatos de manganeso en mayor cantidad que en las vetas, la cantidad de platas rojas es notable y evidentemente de deposición tardía; entre los cuerpos reconocidos se tiene a Irma-Viviana, Rosa Norte, Rosa 2 y Claudia. Como cuerpos de reemplazamiento metasomático tenemos en la mina Socorro los del sistema Luceros, con caracteres estructurales y mineralógicas diferentes a los de la mina Carmen, donde predominan los carbonatos como matriz (calcita, rodocrosita), fina diseminación de pirita, galena, esfalerita, puntos de plata roja, alabandita y no se observan silicatos de manganeso.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema principal

¿Cómo se realizará la aplicación del método bench and fill para optimizar las operaciones mineras, zona socorro bajo - unidad minera uchucchacua?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son las consideraciones técnicas para efectuar la aplicación del método bench and fill, zona Socorro Bajo Unidad Minera Uchucchacua?

- ¿Cómo se optimizará las operaciones mineras del método bench and fill, Zona Socorro Bajo Unidad Minera Uchucchacua?

1.4 Formulación de Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar la aplicación del método bench and fill para optimizar los parámetros de las operaciones mineras, zona socorro bajo-Unidad Minera Uchucchacua.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar las consideraciones técnicas para efectuar la aplicación método bench and fill, Zona Socorro Bajo Unidad Minera Uchucchacua.
- Optimizar las operaciones mineras del método bench and fill, Zona Socorro Bajo Unidad Minera Uchucchacua

1.5 Justificación de la Investigación

El estudio de investigación establece como la aplicación del método de minado bench and fill optimiza las operaciones mineras, zona de socorro Bajo – Unidad Minera Uchucchacua.

Para extraer el mineral de los niveles se ejecutaba con el método cut and fill ascendente el cual es realizar el corte de niveles y luego rellenar con material detrítico, este método acarrea altos costos de los procesos en cada nivel como el sostenimiento de splits set con mallas electro soldadas, se desarrolló un cambio de método de explotación con taladros largos con su variante bench and fill, del cual se obtiene una gran reducción de costos por el tipo de aplicación, principalmente se utiliza el sostenimiento a través de cables bolting en el techo del nivel superior para sostener el techo del área, luego se procede con el minado de taladros largos entre los sub niveles que se encuentran a la distancia próxima de 15 metros de altura, al realizar la voladura se fragmenta la zona mineralizada desplomándose el

nivel inferior por donde se programó realizar la extracción del mineral, finalmente se rellena con material hidroneumático cementado, así se minimiza el tiempo, el costo de sostenimiento y se acelera el minado de la operación.

1.6 Limitaciones de la investigación

Para desarrollar el presente estudio de investigación no se tuvo mayor limitación en cuanto a la obtención de la información, ya que facilitaron toda la data de la Gerencia de Producción de la Unidad Minera Uchucchacua.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Arapa (2018) “Planificación minera a corto plazo en minería subterránea – Unidad minera San Rafael – MinSur S.A”, revisa los conceptos de mejorar y optimizar un programa a corto plazo en minería subterránea, de esta manera contribuye a las empresas que ingresan al sector minero.

Considera que para planificar lo mencionado se requiere datos iniciales que da forma a un programa de producción, considerando el programa de mantenimiento equipos mina, de mantenimiento de planta, requerimiento de equipos de acarreo y transporte mina, información de levantamientos topográficos.

Considerando la combinación de las operaciones unitarias asociadas a sus tiempos, con ello cumplir metas fijadas en la alimentación de mineral y productividad de la empresa minera.

Coto (2018) de la universidad nacional del Altiplano, la tesis “Factores representativos en los métodos de explotación en la unidad minera San Rafael – Minsur S.A”, el estudio investiga los diferentes métodos de

explotación con la finalidad de obtener un método que genere alta rentabilidad a la empresa; la investigación analiza los métodos que se ejecuta en la empresa Minsur S.A.

En su estudio evalúa métodos de explotación como Sub Level Open Stopping, Shrinkage Stopping y Cut and Fill Stopping. Bench and Fill (taladros largos) y Sub Level Stopping Transversal y Longitudinal (taladros largos). La recopilación de la información, su análisis y seleccionar el óptimo método de explotación que minimiza costos y eleva la productividad; el resultado de la investigación de Ccoto arroja que el método de explotación de taladros largos bench and fill llega a un porcentaje significativo de 36% determinando como la óptima alternativa.

Villalta (2018) de la universidad nacional del Altiplano, en la tesis “Aplicación del método de explotación por taladros largos en veta Virginia de la unidad San Cristóbal de la compañía minera Volcan S.A.A.” en su estudio de investigación de defectos de sostenimiento y explotación, busca determinar métodos que bajen los altos costos de minado y mejore el nivel de productividad de las operaciones mineras.

Esta investigación busca conocer la geometría del depósito mineral, las características geo mecánicas del macizo rocoso, para la implementación del método de explotación de taladros largos.

Vilca (2018) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, en su investigación “Diseño e implementación del método de explotación Bench and Fill Stopping en vetas angostas tipo rosario, para incrementar la producción – Minera Chalhuane SAC” evalúa la influencia del método de explotación de la mena y costos de producción de las operaciones por qué, el método de minado Cut y Fill no ha dado resultados programados, en parte es por las vetas angostas de la unidad minera.

Por lo que se plantea una solución al problema mencionado con la implementación del método Bench y Fill, la que se concluye que la propuesta es factible la implementación del método por la reducción del costo de producción.

Se logra mejor nivel en la seguridad del personal en mina por no tener trabajos de fortificación en la estabilidad de las labores del método seleccionado.

Gutiérrez (2011) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en el estudio de investigación “Proyecto de aplicación del método tajeo por subniveles en el tajo 420-380 en Mina Chipmo, u.e.a. Orcopampa”, la tesis detalla que se ve frente a un problema de producción. Lo producido el año 2008 no satisface la producción mensual; con la implementación del método de explotación Bench and fill stoping, se incrementa la producción.

2.1.2 Antecedentes internacionales

Jorquera (2015) de la Universidad de Chile, en su tesis “Método de explotación Bench y Fill y su aplicación en minera MICHILLA” ejecuta la investigación en las zonas más profundas de la mina, por el costo elevado durante los procesos de explotación minera con la aplicación del método Cut and Fill post room and pillar, lo cual se tiene la necesidad de buscar métodos alternativos para reducir los costos operativos.

La tesis analiza la aplicación del método Bench and Fill como solución al problema de costos, de acuerdo con la evaluación planteada se estimó que el costo del método Bench and fill tiene un costo mina de 34,3 US\$/TM, siendo comparable de manera favorable con el Cut y Fill post room and pillar (46,5 [US\$/TM] y 31,2 [MUS\$] respectivamente).

Romero (2014) de la Universidad Central del Ecuador, en su tesis “Análisis de costos de la explotación minera para determinar el método de mayor

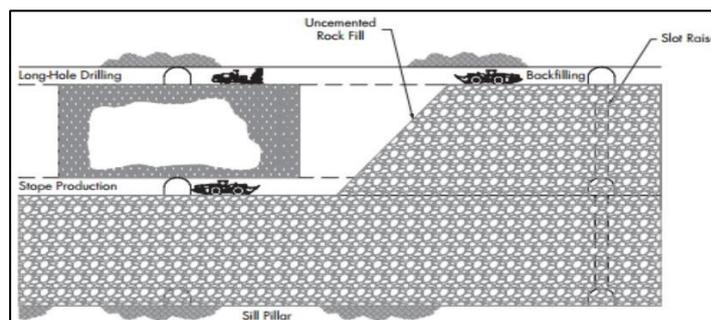
productividad en los Cantones Portovelo y Zaruma – Ecuador” esta investigación tiene como su finalidad analizar los costos de explotación minera del yacimiento de los cantones de Portovelo y Zaruma, así también los efectos no favorables producidos que dan como resultado altos costos por tonelada de producción, luego evaluar estos resultados de los procesos de explotación para determinar el método que genera mayores beneficios que conlleva al aplicar una correcta explotación minera, como también para dar una capacitación adecuada y aportes a sus trabajadores, así como también la protección al ambiente, flora y fauna.

2.2 Bases teóricas científicas

2.2.1 Criterios y parámetros del método Bench and Fill

Para Joquera (2015) El método de minado por taladros largos, banqueo y relleno donde este método se usa en cuerpos verticales o casi verticales logrando una reducción en costos de producción. (ver figura 07)

Figura 07 Método Bench and Fill



Fuente: Joquera (2015)

El banco incluye la fragmentación inicial de un taladro y la unidad de extracción de todo el largo y ancho del yacimiento. Se inicia con una cara libre de banco en los dos horizontes del extremo, luego la ampliación de corte situado cerca a la pared del yacimiento. La cara libre creada se utiliza como

un vacío de expansión del resto del banco se apertura mediante una voladura secuencial. En mayoría de los casos, la cara libre de producción se perfora en anillos paralelos entre las dos unidades. La extracción se produce con el disparo secuencial del anillo de producción en el vacío que se explota y el mineral se limpia de forma remota desde el nivel inferior de extracción. La limpieza de bancos se realiza en cortes transversales centrales ubicados entre los pilares de 40 m. de ancho. Los cortes poseen una orientación de este-oeste y tiene acceso permanente a los yacimientos en un elevador de banco particular.

La operación de equipos convencionales de limpieza, los de teletrabajo de carga y descarga (LHD) es riesgoso para los bancos por de seguridad cuando se encuentran debajo de la ceja. Los LHD se operan desde subniveles con control remoto se ubican en áreas seguras. Tienen cámaras incorporadas de video montadas en los equipos que cuentan con vista frontal y posterior de forma continua durante el ciclo de limpieza. El banco y el área de tránsito está aislada por barricadas ópticas en toda entrada que detienen al equipo si se interrumpe. Se usa una red de cable coaxial para alimentación de fugas en el subnivel para enviar la señal de video, datos y control entre el LHD y La estación de control.

El tope de un banco típico se extiende sobre el ancho de la pieza con una longitud promedio de 100 m. unido a una pared colgante inclinada sin soporte, desde 12 a 45 m. de inclinación descendente. Luego de la extracción de la zona económica del yacimiento, el espacio vacío se rellena con arena hidráulicamente o con agregado estéril, el mismo se convierte en la unidad nueva de extracción para el siguiente levantamiento. El relleno hidráulico llega a la labor con una densidad de 69% de sólidos, se distribuye en todo el tope a través de tubos de 150 m de tubos revestidos de caucho. La otra forma de relleno, conocido como "agregado", es el producto de la preconcentración

pesada-media de minerales de la mena de plomo; se transporta a las estaciones a través de alimentadores por estrangulamiento y llega al destino final mediante las unidades LHD.

El comportamiento del muro colgante no soportado, el control de perforar pozos con la desviación mínima y la ubicación de unidades de acceso preexistentes se toman en cuenta al seleccionar la altura del bloque del banco. La extracción de un bloque en particular se ejecuta después de controlar los factores de producción, la restricción del acceso, la capacidad del relleno y análisis de las secuencias operacionales. Generalmente el acceso al bloque se ejecuta a través de disminuciones de servicios, incremento de minerales y ventilación ubicados cerca de los cortes transversales y dentro de pilares permanentes.

2.2.2 Ciclo del método de explotación del Bench y Fill

A. Perforación

Es la ejecución o elaboración de taladros en el subsuelo, con equipos adecuados y brocas, que se utilizan en labores de prospección o exploración. La perforación se puede desarrollar por el método de percusión, rotación o combinación.

B. Voladura

La voladura comprende el carguío de los taladros con una sustancia explosiva, que al explotar origina una onda de choque y mediante una reacción libera gases con alta presión y temperatura de manera instantánea, para fracturar o remover una masa de material según los diseños de la voladura.

C. Sostenimiento

La fortificación o sostenimiento de las excavaciones se realiza con malla electrosoldada más split set para cada tipo de roca, para colocar la malla se

utilizan el equipo Small Scissor Bolter (perforación y pernos con anclaje) y el Robot Lanzador de concreto (para el lanzamiento de concreto).

D. Limpieza

Para realizar esta operación, se debe verificar que los túneles o subniveles inferior y superior (que han sido generados con la perforación y voladura) estén sin detritos, para la labor de limpieza se puede emplear el equipo como el Scoop y Dumper para la limpieza de los residuos. Después de la voladura del corte vertical de toda su longitud programada del tajo de acuerdo con el tipo de roca, se transporta el mineral a los echaderos con los equipos Scoop y Dumper.

E. Relleno del tajeo

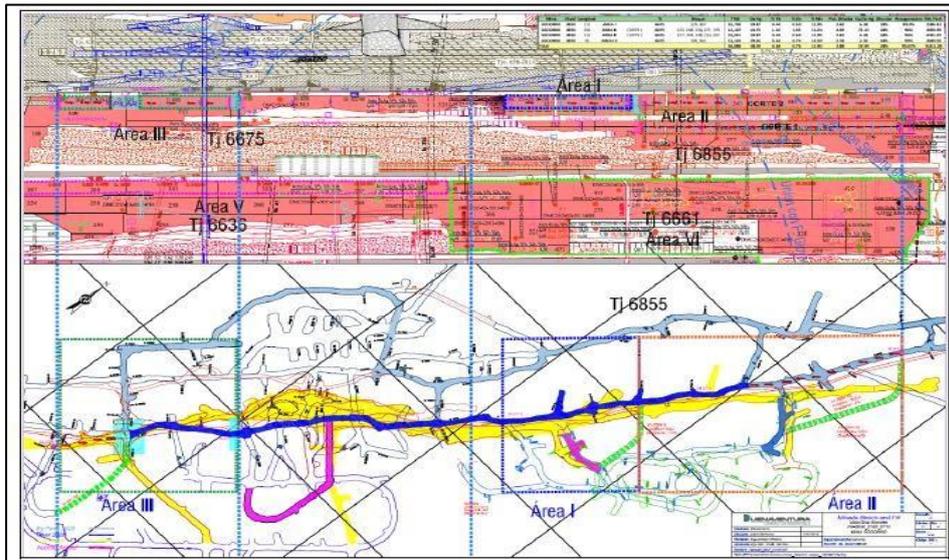
Al concluir la limpieza del mineral triturado, se procede inmediatamente a la operación del relleno con desmonte o relleno hidráulico.

F. Labores de acceso y servicios permanentes

Las condiciones geomecánicas de la caja techo y caja piso en la Veta son similares, la masa rocosa pertenece al dominio DE-III A, el buzamiento de la veta es sub vertical hasta la cota 3,800 msnm, el buzamiento es con dirección al SE, y bajo de dicha cota su buzamiento es alto y la dirección se invierte hacia el NW.

Para buscar una ubicación adecuada de la labor de acceso y servicio permanente depende del planeamiento y diseño de minado, donde los aspectos operativos tienen un rol importante. Se debe tener en consideración los lugares donde se ubicarán las labores que se encuentren suficientemente alejados en la influencia de minado del tajo. También se debe tomar en cuenta la distancia de las áreas de minado progresivo.

Figura 08. Áreas de minado de la estructura mineralizada



Fuente: Unidad minera Uchucchacua

G. Esquema de minado y dimensión del tajo

Respecto a la dimensión es importante establecer la altura entre subniveles, el ancho del tajo y la longitud de este. Estos parámetros están relacionados entre ellos.

La altura de subniveles, se considera altura de tajo de 18, 20, 23 y 26 m, cuando la altura de los subniveles es de 4 m. lo que significa bancos de mineral entre subniveles de 10, 12, 15 y 18 m. Por estas condiciones naturales del yacimiento y por la potencial sismicidad inducida por el minado, es recomendable adoptar bancos de 10 m, significando altura de tajos de 18 m. y altura entre subniveles de 14 m.

El ancho de los tajos, dependen de la potencia de la veta, el predominante es de 2.1 a 4 m, le sigue de 1.1 a 2 m. y en mucha menor proporción las potencias < 1 m y 6.1 a 16 m. no habría mayores problemas, el límite superior de ancho del tajo puede ser 8 m., no se aconseja sobrepasar este valor.

Si pasa los 8 m. de ancho de tajo se puede tener dificultades de estabilidad del banco de mineral de 10 m. de altura, que se encuentran cerca a la veta

de fallas geológicas longitudinales a la estructura mineralizada, por lo que podría fallar por gravedad el banco. También, si se producen ensanchamientos en la potencia del mineral los cuerpos mineralizados resultan irregulares, teniendo el riesgo de problemas mayores en dilución y recuperación del mineral. Las partes anchas del cuerpo deben ser explotadas con este método.

De la longitud del tajo, es muy recomendable preservar la mínima longitud del frente de rotura del mineral con la cresta del relleno, ya que el relleno tiene el ángulo en reposo con 37° , la longitud menor recomendable debe ser próximo a 25 m. de la longitud del block de minado, en cuanto a la geomecánica no tiene restricciones importantes, la longitud dependerá más de los requerimientos de procedimientos operacionales, dejando a decisión al área de planeamiento y diseño del minado.

H. Secuencia de avance del método

Se cuenta con varias alternativas de secuencia de avance, uno de ellos es el avance de un solo horizonte entre dos niveles o se puede realizar un minado simultáneo de varios horizontes.

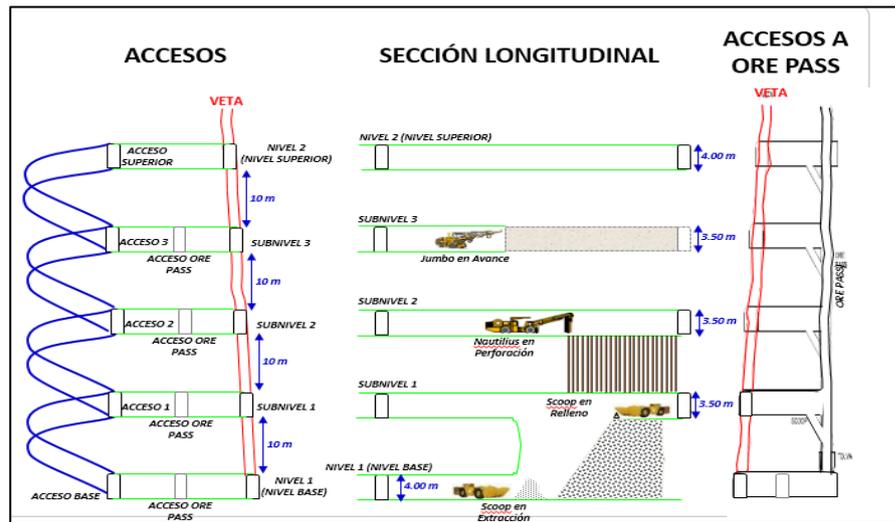
Al avanzar un mismo horizonte se recomienda dividir la estructura mineralizada en paneles para contar con un número mayor en frentes de extracción, el avance puede ser convergente o divergente de panel a panel, adecuadamente se debe ejecutar el ciclo, con una secuencia de avance. Al avanzar varios horizontes, es muy recomendable minar en gradines, pues esto permite tener varios frentes de producción, la puesta en práctica depende de los procesos

operativos, teniendo el acceso adecuado se puede llevar a cabo con diferentes esquemas y secuencias de avance de la extracción.

Del punto de vista geomecánico no se tendría mayores problemas al elegir una u otra secuencia de avance de minado. También es recomendable iniciar

la explotación del fondo del yacimiento, de otra forma es necesario dejar pilares puentes de mineral, el que pueden perderse, a menos que se tengan pilares y puentes de relleno cementado. (ver figura 09)

Figura 09. Secuencia de avance de minado



Fuente: Unidad minera Uchucchacua

2.3 Definición de términos

- **AFLORAMIENTO**

Afloramiento es la visual en la superficie de un yacimiento el mineral puede estar cubierto por otra sobrecarga o libre.

- **BUZAMIENTO**

Se entiende al ángulo vertical que forma el eje de la veta o cuerpo mineral con respecto a la horizontal y se mide en un plano vertical.

- **CABALLO**

Llegan a ser las zonas estériles de gran tamaño que se presenta entre la veta con el mismo material de las rocas encajonantes.

- **CAJA PISO**

Masa rocosa que se ubica debajo de la veta o cuerpo mineralizado

- CAJA TECHO

Masa rocosa que se ubica sobre la parte superior de una veta o cuerpo mineralizado.

- CUERPO

Son los depósitos de mineral de gran potencia e irregulares sin la forma y el tamaño definido.

- DESMONTE

Es el material estéril fragmentado que no representa ningún valor económico.

- DISEMINACIONES

Son los yacimientos mineralizados en que los granos de mineral están dispersos entre las masas rocosas.

- EXPLOTACIÓN

Es parte del minado donde se extrae el mineral económico de un yacimiento mineralizado usando diversos métodos para luego ser clasificados en las plantas concentradoras.

- GANGA

Es la parte que no tiene valor económico del mineral que normalmente está asociada a la veta. El concepto es relativo ya que varía de acuerdo con el tiempo por la cotización y ley del mineral.

- LENTES

Es el yacimiento mineral de forma lenticular donde la potencia varia hacia la periferia, la longitud de los lentes es de decenas de metros.

- MANTOS

Se nombra a los cuerpos mineralizados de forma tabular que casi siempre se ubican en posición horizontal o con ligera inclinación menor a 30°, generalmente tienen una considerable potencia.

- **MENA**
Representa la parte con alto valor económico del mineral donde se puede obtener uno o más metales.
- **MINERAL**
Es toda materia inorgánica de origen natural que compone la corteza terrestre, posee un valor económico y está constituido por 2 elementos: La mena y la ganga. También es una materia inorgánica.
- **MINERÍA**
Llega a ser la rama de la industria minera que realiza la prospección, extracción, beneficio y comercialización de los minerales o metales, así mismo de rocas con valor económico.
- **OPTIMIZAR**
Encontrar altos resultados, con mejor eficiencia o mayor eficacia en las operaciones del ciclo de minado.
- **POTENCIA**
Es la magnitud o ancho de un cuerpo o veta que se mide perpendicularmente a las cajas.
- **PROSPECCIÓN**
Parte de la minería que su objetivo es el descubrimiento de yacimientos mineralizados mediante las trincheras, medias barretas e investigaciones geofísicas.
- **RAMALES**
Es la ramificación de una veta principal que posee dirección e inclinación diferente y su potencia es menor que la de la veta.
- **RUMBO (STRIKE)**
Es la dirección de la veta, estrato o manto inclinado con relación al norte magnético y se mide en un plano horizontal.

- VETA O FILON (VEIN)

Es una grieta en la corteza terrestre rellena con mineral, generalmente inclinada mayor a 30° con desarrollo regular en longitud, ancho y profundidad.

- VETAS EN ROSARIO

Estas vetas presentan sinuosidades en ambas caras.

- VETILLAS (LODES)

Son pequeñas vetas o venas muy próximas entre sí que siguen la misma dirección de una veta.

- YACIMIENTO DE MINERALES (ORE DEPOSIT)

Es un agregado de uno o más minerales que contiene sustancias metálicas aprovechables cualquiera que sea su tamaño o la forma que presenta el conjunto.

2.4 Formulación de Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Al realizar la aplicación del método Bench and Fill se optimizará las operaciones mineras de la zona socorro bajo-Unidad Minera Uchucchacua.

2.4.2 Hipótesis específicas

- Determinando las consideraciones técnicas se efectúa la aplicación del método Bench and Fill Zona Socorro Bajo Unidad Minera Uchucchacua.
- Se optimiza las operaciones mineras mediante el método Bench and Fill Zona Socorro Bajo Unidad Minera Uchucchacua.

2.5 Identificación de variables

Variable Independiente

X: Aplicación del método Bench and Fill de la zona Socorro Bajo – Unidad Minera Uchucchacua.

Variables Dependientes

Y: Optimizar las operaciones mineras zona Socorro Bajo – Unidad Minera Uchucchacua.

2.6 Definición Operacional de variables e indicadores

Tabla 1. Operacionalización de las variables

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Aplicación del método Bench and Fill de la zona Socorro Bajo – Unidad Minera Uchucchacua.	La aplicación del método Bench and Fill mejora los parámetros de operación del tajo socorro bajo. Este método de explotación por el tipo de cuerpo mineralizado que se presenta hace que se optimice todos los parámetros de operación al extraer el mineral.	Taladros Largos	Densidad de roca	gr./cm ³
				Longitud de columna explosiva	m.
				Longitud de taladro	m.
				Consumo de explosivo	Kg./tn.
			Limpieza	Tiempo de carguío	Hora
				Tiempo de transporte	Hora
				Equipo	Unidad
				Tonelaje transportado	Tn.
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Optimizar las operaciones mineras zona Socorro Bajo – Unidad Minera Uchucchacua.	Cuando se desarrollan métodos de explotación que no son bien diseñadas para un determinado cuerpo mineralizado, las operaciones de la explotación del mineral se hacen costosas, al aplicar el bench and fill se optimiza estos parámetros.	Parámetros	Volumen disparado	M ³
				Velocidad de excavación	Tn./h
				Dilución del mineral	%.
			Costos		\$
	\$				

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

El presente estudio de investigación es aplicado, que según Vargas (2009) es “la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos en provecho de los grupos que participan en esos procesos y en la sociedad general, además del baje de nuevos conocimientos que enriquecen la disciplina” (p. 159).

3.2 Métodos de Investigación

Por su naturaleza la investigación es cuantitativa que, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) es entendida como “los estudios que buscan acotar intencionalmente la información, es decir medir con precisión las variables del estudio para establecer patrones de comportamiento y probar teorías, análisis de datos aplicando las matemáticas y estadística” (p. 10).

3.3 Diseño de Investigación

El estudio de es correlacional, que según Hernández et al. (2014) “describe relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado, otras en función de la relación causa - efecto” (p. 161).

En el caso de esta investigación las variables guardan una relación, método Bench and Fill – Optimización de parámetros.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población es el conjunto de los casos que se asimilan en una serie de especificaciones. En estudio de investigación la población conforma por cinco vetas de la zona Socorro bajo de la unidad minera Uchucchacua, en el periodo del 2019.

Tabla 2. Listado de Vetos

ZONA	VETA
SOCORRO BAJO	Esperanza Socorro
	Bertha Socorro
	Helena Socorro
	Hilda Socorro
	Gina Socorro

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Muestra

La muestra es un subgrupo de la población o también es un subconjunto de elementos que es parte del conjunto definido de características definidas que representa la población (Hernández et al., 2014).

Para la investigación se consideró 01 muestra, la cual es la Veta Gina-Socorro

3.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Se utilizará las técnicas e instrumentos de recolección de datos, considerando:

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos en la investigación fueron las utilizadas por el método de la estadística descriptiva, es decir:

- La Observación (Campo)
- Toma de datos primarios
- Toma de datos secundarios
- La clasificación de la información
- El análisis de los datos
- Medición (Gabinete)
- Evaluación de resultados
- Discusión e interpretación.

Los instrumentos utilizados para la recolección de la información de la investigación fueron los siguientes:

- Hoja de registro y planos.
- Bolsas para depósito de muestras.
- Uso de Equipos.
- Uso de gabinetes.
- Hojas de registro/ Libreta de Campo.
- Uso de PC.
- Análisis de componentes

3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se inició con la estructuración de datos, a través de la organización de toda la información recopilada y transcripción del material, iniciando el análisis del material apoyado en el programa Excel.

3.7 Tratamiento Estadístico

Para el tratamiento estadístico se ha aplicado las técnicas propias de la estadística descriptiva principalmente la elaboración de tablas, de histogramas y los diagramas circulares. Todo ello facilitó la estructuración y comparación de la información, nos permitió diferenciar los valores convencionales con los actuales valores en estudio para poder discutir y llegar a conclusiones.

3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

La selección de los datos para el desarrollo y elaboración de la presente tesis de investigación, se recolectó de una línea de archivos con base de datos y toma de data en el campo.

La validación de los instrumentos de investigación para la obtención y el análisis de los parámetros de optimización de la zona Socorro, se realizó mediante la supervisión y orientación de los supervisores del área de producción de la unidad minera Uchucchacua.

La confiabilidad de los datos recolectados en las pruebas de los parámetros de optimización es alta, ya que la data de campo fue recolectada in situ de las labores de producción en diferentes tiempos y veces, verificando la precisión de la toma de datos.

3.9. Orientación ética

El trabajo de investigación se desarrolló considerando todos los principios de la ética personal y profesional, teniendo en mente los criterios, los valores y los principios, que en un proceso de investigación se debe tener en cuenta. Es muy necesario resaltar que el estudio es el producto de las experiencias aprendidas y de los trabajos que he realizado en la unidad minera Uchucchacua.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Consideraciones técnicas de la aplicación del método bench and fill

4.1.1.1 Desarrollo de los proyectos de excavación

En el proyecto de la excavación se diseña con las siguientes características:

- Ubicar los refugios entre 50 m. con una sección de 2.0 x 2.0
- Nichos para la energía eléctrica entre los 100 m de 1.5 x 1.5
- Excavar cámaras para el bombeo entre los 100 m de 3.5 x 3.5 x 7

Quedando el proyecto del proceso de excavación de la siguiente manera:

Tabla 3. *Proyecto de excavaciones*

	Longitud	Unid.	Sección
By Pass	200	m.	4.0 x 4.0
Subnivel	800	m.	3.5 x 3.5
Rampa de transporte	360	m.	4.0 x 4.0
Ventana de refugio	550	m.	3.5 x 3.5
Cámara carguío	79	m.	4.0 x 4.0
Refugios	75	m.	2.0 x 2.0
Chimenea ventilación	210	m.	1.8 x 1.8
Ore Pass	50	m.	1.8 x 1.8
Fill Pass	130	m.	1.8 x 1.8

Longitud Total	1, 765	m.
Ratio Preparación	48.5	Ton/m

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

4.1.1.2 Frentes de excavación

Los datos de campo recolectados durante el proceso de excavación

Tabla 4. *Frentes en proceso de excavación*

Labor	Tipo	Dimen.		Long. (m.)	Vol. (m3)
		B	a		
Rampa de Transporte +16%	Preparación	4.0	4.0	362	5,327
Refugio (cada 50 m.)	Preparación	2.0	2.0	14	52
Refugio (limpieza de telemando)	Preparación	2.0	2.0	63	234
Ventana 1 – SW	Preparación	3.5	3.5	64	733
Ventana 2 – SW	Preparación	3.5	3.5	68	774
Ventana 3 – SW	Preparación	3.5	3.5	111	1,254
Ventana 1 – NE	Preparación	3.5	3.5	88	1,004
Ventana 2 – NE	Preparación	3.5	3.5	61	693
Ventana 3 – NE	Preparación	3.5	3.5	65	736
Ventana 1(BP)	Preparación	3.5	3.5	14	168
Ventana 2(BP)	Preparación	3.5	3.5	14	168
Ventana 3(BP)	Preparación	3.5	3.5	14	168
Ventana 1 Central	Preparación	3.5	3.5	16	187
Ventana 2 Central	Preparación	3.5	3.5	15	184
Ventana 3 Central	Preparación	3.5	3.5	16	187
Cámara de carguío	Preparación	4.0	4.0	79	1,174
Chim. Ventilación 01	Preparación	1.8	1.8	69	207
Chim. Ventilación 02	Preparación	1.8	1.8	69	207
Chim. Ventilación 03	Preparación	1.8	1.8	69	207
By Pass	Preparación	4.0	4.0	200	2,938
Subnivel 1	Preparación	3.5	3.5	200	2,249
Subnivel 2	Preparación	3.5	3.5	200	2,249
Subnivel 3	Preparación	3.5	3.5	200	2,249
Subnivel 4	Preparación	3.5	3.5	200	2,249
Chim. Ore Pass 01	Preparación	1.8	1.8	52	156
Chim. Fill Pass 01	Preparación	1.8	1.8	66	198
Chim. Fill Pass 02	Preparación	1.8	1.8	66	198
Total, excavación				2,453	26,151

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua. - zona Socorro

Calculando el tonelaje durante la ejecución de la excavación se fragmento un total de 94,495 TM, clasificando se tiene 56,490 TM son de desmonte y 38005 TM son de Mineral con ley programada.

Tabla 5. Total de material extraído en frentes de preparación

Material	Cantidad.
Desmonte	56 490
Mineral	38 005
Total	94 495

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

4.1.1.3 Consumo de explosivos

En todas los procesos de excavación se recolecto la informacion de consumo de los explosivos, estos datos de campo se presenta por las secciones de labores mineras.

A. Frentes de 4.0 x 4.0 metros

En estas labores estan consideradas la rampa principal de transporte con una pendiente del +15%, la rampa de extracción y la ventana ore pass.

Tabla 6. Labores mineras 4.0m x 4.0m.

Detalle	Cart/Tal	Tal/Disp	Emulex 11/8"X12"	Total KG.
Tal. De rimado		9		
Cara libre		4		
Arranque	13.00	3	40.00	15.60
1º Ayudas	13.00	8	107.00	42.80
2º Ayudas	13.00	8	107.00	42.80
Tal. ayuda de Hastial	13.00	4	55.00	22.00
Tal. ayuda de Corona	13.00	2	27.00	10.80
Tal. ayuda de Arrastre	13.00	4	55.00	22.00
Hastiales	13.00	6	79.00	31.60
Corona	13.00	5	67.00	26.80
Arrastre	13.00	5	66.00	26.40
TOTAL		59.00	543.00	240.80

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

El consumo total de explosivo es de 240.80 Kilogramos, así como los taladros cargados son 45 (Taladro Alivio + Rimados + total de #Tal/dis), También se puede notar que se tiene 64 cartuchos por cada caja, con un peso de 25 Kg./caja calculando el peso por cartucho se obtiene 0.40 Kgs./Cart.

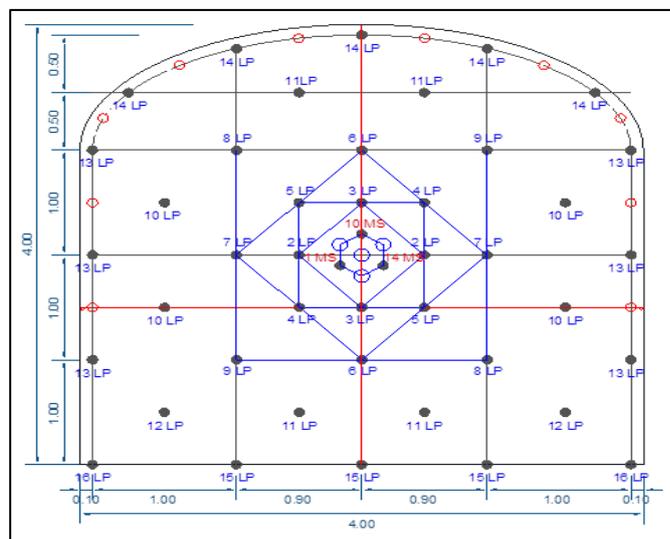
Tabla 7. Eficiencias de labores mineras 4.0m x 4.0m

EFICIENCIA		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Factor de Carga	Kg/ml	69.80
Factor de Potencia	Kg/Ton	1.88
Avance por disparo	ml	3.45
Area	m ²	14.27
Tonelaje	Tn	128.00
Longitud del Barreno	pies	14
Eficiencia de voladura	%	90%
Eficiencia de perforación	%	90%

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

Se tiene una eficiencia en la perforación del 90 %, lo mismo en la voladura.

Figura 10. Malla de perforacion de labores mineras 4.0m x 4.0m



Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

B. Frentes de 3.0 x 3.0 metros

Estas labores son los proyectos del subnivel 01, 02 y 03.

Tabla 8. *Labor minera de 3.0m x 3.0m*

Detalle	Cart/Tal	Tal/Disp	Emulex 1 1/8"X12"	Kg.
Rimado		4		
Taladro Alivio		6		
Arranque	14.00	4	53.00	20.70
1° Ayudas	14.00	4	53.00	20.70
2° Ayudas	14.00	6	79.00	30.87
Ayuda Hastial	00.00	0	0.00	0.00
Ayuda Corona	00.00	0	0.00	0.00
Ayuda Arrastre	14.00	4	53.00	20.70
Hastiales	14.00	4	53.00	20.70
Corona	14.00	4	53.00	20.70
Arrastre	14.00	4	53.00	20.70
TOTAL		40.00	397.00	155.07

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

El consumo total de explosivo es de 155.07 Kilogramos, así como los taladros cargados son 30 (Taladro Alivio + Rimados + total de #Tal/dis), También se puede notar que se tiene 64 cartuchos por cada caja, con un peso de 25 Kg./caja calculando el peso por cartucho se obtiene 0.40 Kgs./Cart.

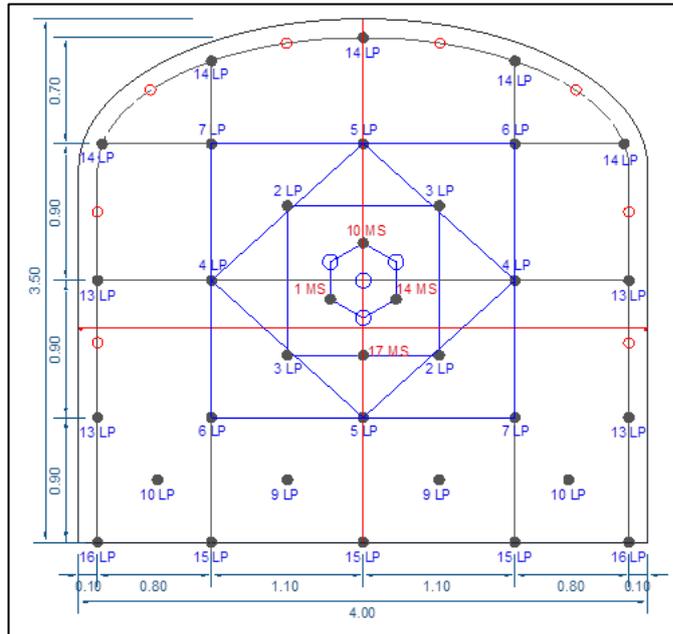
Tabla 9. *Eficiencias de labores mineras 3.0m x 3.0m*

EFICIENCIAS		
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
Factor de potencia	Kg/ton	1.26
Factor de carga	Kg/ml	44.82
Avance por disparo	MI	3.46
Área	m2	14.28
Tonelaje	Tn	125.90
Longitud de la barra	pies	14
Eficiencia en voladura	%	90%
Eficiencia en perforación	%	90%

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

Se tiene una eficiencia en la perforación del 90 %, lo mismo en la voladura.

Figura 11. Malla de perforación de labores mineras 3.0m x 3.0m



Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

C. Frentes de 3.3 m. x 3.3 m.

En estas labores se considera la cámara de bombas de 10 m. por cada 100m. de rampa; ventana 1 –SE, ventana 2 –SE, ventana 1 –NW, ventana 2-NW, ventana 1 central, ventana 2 central, ventana 3 central.

Tabla 9. Labor minera 3.3m. x 3.3m.

DETALLE	Cart/Tal	Tal/Disp	Emulex 11/8"X12"	Kg.
Taladro Alivio		6		
Rimados		4		
Arranque	1.00	4	53.00	20.70
1º y 2º Ayudas	14.00	4	53.00	20.70
3º y 4º Ayudas	14.00	6	79.00	30.87
Ayudas de Hastial	14.00	0	0.00	0.00
Ayudas de Corona	14.00	0	0.00	0.00
Ayudas de Arrastre	14.00	4	53.00	20.70

Hastiales	14.00	4	53.00	20.70
Corona	14.00	4	53.00	20.70
Arrastre	14.00	4	53.00	20.70
TOTAL		40.00	397.00	155.07

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

El consumo total de explosivo es de 155.07 Kilogramos, así como los taladros cargados son 30 (Taladro Alivio + Rimados + total de #Tal/dis), También se puede notar que se tiene 64 cartuchos por cada caja, con un peso de 25 Kg./caja calculando el peso por cartucho se obtiene 0.40 Kgs./Cart.

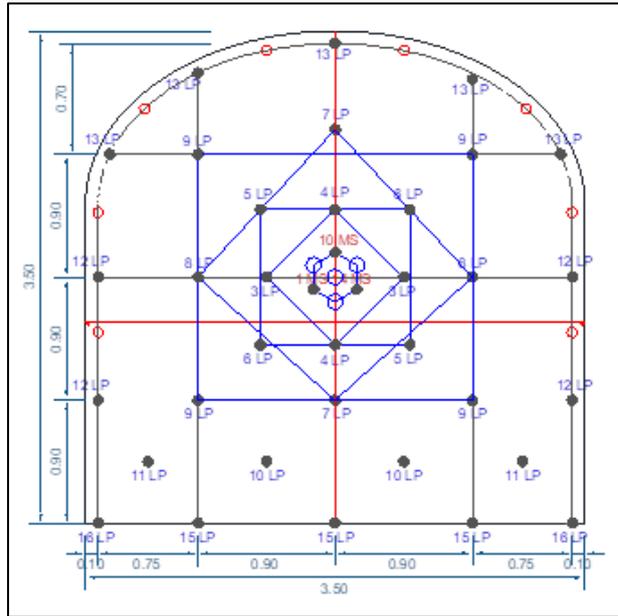
Tabla 10. *Eficiencias de labores mineras 3.0m x 3.0m*

EFICIENCIAS		
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
Factor de Carga	Kg/ml	44.82
Factor de Potencia	Kg/Ton	1.26
Avance por disparo	ml	3.46
Área	m2	14.28
Tonelaje	Tn	125.90
Longitud del Barra	pies	14
Eficiencia voladura	%	90%
Eficiencia perforación	%	90%

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

Se tiene una eficiencia en la perforación del 90 %, lo mismo en la voladura.

Figura 12. Malla de perforacion de labores mineras 3.3m x 3.3m



Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

D. Frentes de 1.5 m. x 2.1 m.

Estos frentes se ejecutan para refugios por cada 50 m. de ejecución de la rampa.

Tabla 11. Frentes de refugio de 1.5 m. x 2.1 m.

Detalle	Cart/Tal	Tal/Disp	Emulex 11/8"X12"	Kg.
Taladro Alivio		6		
Rimados		3		
Arranque	12.00	4	48.00	19.20
1º Ayudas	12.00	4	48.00	19.20
2º Ayudas	12.00	6	72.00	38.40
Ayudas Hastial	12.00	0	0.00	0.00
Ayudas Corona	12.00	0	0.00	0.00
Ayudas Arrastre	12.00	4	48.00	19.20
Hastial	12.00	4	48.00	19.20
Corona	12.00	3	36.00	14.40
Arrastre	12.00	4	48.00	19.20
TOTAL		38	348.00	148.80

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

Se observa un total de 148.80 Kgs., así como un total cargado (Taladro Alivio + Rimados + total de #Tal/dis) de 38, con un factor de emulsión 1 ½" x 12 de 0.40 Kgs/Cart.

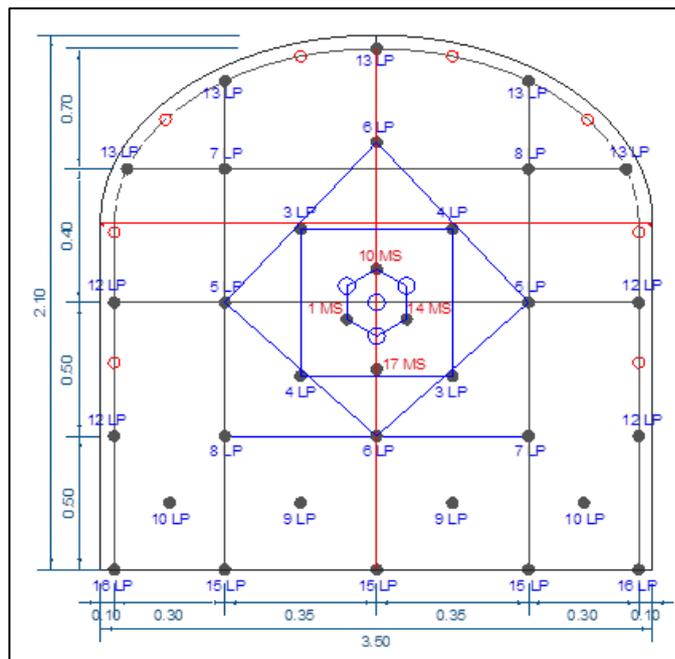
Tabla 12. Eficiencia en frentes de 1.5 m x 2.1 m

EFICIENCIAS		
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
Factor de Carga	Kg/ml	43.00
Factor de Potencia	Kg/Ton	1.95
Avance por disparo	ml	3.46
Area	m2	3.50
Tonelaje	Tn	32.70
Longitud del Barreno	pies	14
Eficiencia de voladura	%	90%
Eficiencia de perforacion	%	90%

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

Se obtuvo una eficiencia de perforación de 90% al igual que de voladura.

Figura 13. Malla de perforacion de labores mineras 1.5m x 2.1m



Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

E. Frentes de 1.5 m. x 2.1 m.

Estas labores incluyen chimenea Ore Pass y chimenea fill pass

Tabla 13. *Labores mineras 1.5 m x 2.1 m.*

Detalle	Cart/Tal	Tal/Disp	Emulex 1 1/8"X12"	Kg.
Taladro Alivio				
Rimados		4		
Arranque	12.00	5	65.00	25.39
1º Ayudas	12.00	4	52.00	20.31
2º Ayudas	12.00	0	0.00	0.00
Ayudas Hastial	12.00	0	0.00	0.00
Ayudas Corona	12.00	0	0.00	0.00
Ayudas Arrastre	12.00	0	0.00	0.00
Hastial	12.00	4	52.00	20.31
Corona	12.00	3	39.00	15.23
Arrastre	12.00	3	39.00	15.23
TOTAL		23.00	245.00	95.48

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

Se observa un total de 95.48 Kg., así como un total cargado (Taladro Alivio + Rimados + t otal de #Tal/dis) de 23, con un factor de emulsión 1 1/2" x 12 de 0.40 Kg/Cart.

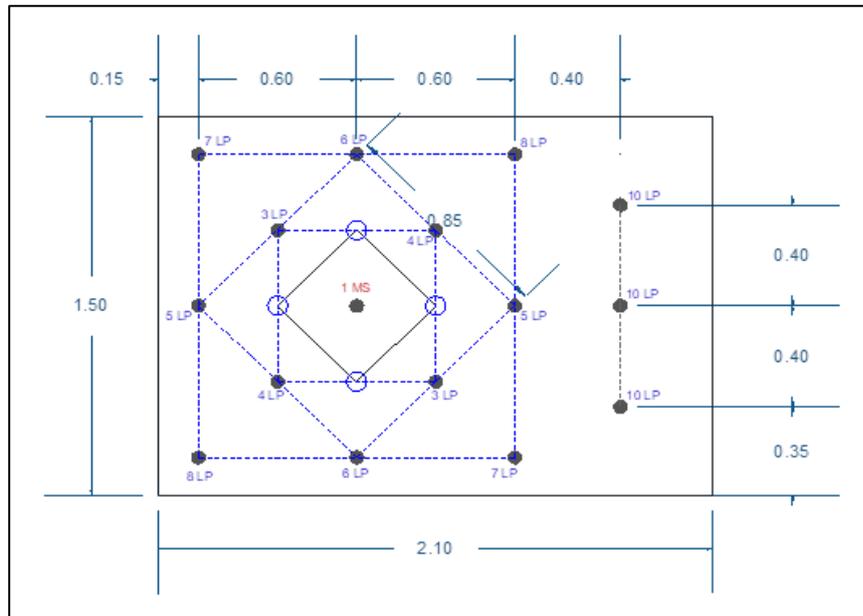
Tabla 14. *Eficiencia en labores mineras 1.5 m x 2.1 m*

EFICIENCIAS		
Descripción	Unidad	Valor
Factor de Carga	Kg/ml	27.91
Factor de Potencia	Kg/Ton	0.77
Avance por disparo	ml	3.46
Área	m2	14.28
Tonelaje	Tn	72.90
Longitud del Barreno	pies	14
Eficiencia de voladura	%	90%
Eficiencia de perforación	%	90%

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

Se obtuvo una eficiencia de perforación de 90% al igual que de voladura.

Figura 14. *Labores Mineras 1.5 m x 2.1 m*



Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

4.1.1.4 Transporte del desmonte

Durante el transporte del desmonte se tiene las siguientes actividades calculando un tonelaje promedio de traslado de 94,512 TM., teniendo en total de desmonte transportado de 474,501.12 TM, todo el tonelaje comprende de mina un 70% y traslado de cámaras un 30%.

Tabla 15. *Control del transporte*

CLASIFICACION DEL TRANSPORTE		
Actividades	Cantidad	Unidad
Carguío de desmonte a dumper	94,502	TM
Traslado con Dumper de 18 tn (Traslado > 1 Km)	94,502	TM
Traslado con Locomotora Nv 3990	94,502	TM
Mantenimiento de Locomotora y Convoy	94,502	TM
Izaje con Pique	94,502	TM
Total	474501.12	TM

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5 Ciclo de explotación

En el ciclo de la actividad de la explotación se cubrió un total de 545,456 TM.

Tabla 16. *Control del ciclo de explotación*

ACTIVIDAD DE EXPLOTACIÓN		
	CANTIDAD	UNIDAD
Perforación de taladros largos	136,866	tn
Explosivos y Accesorios	136,866	tn
Voladura	136,866	tn
Limpieza	136,866	tn

Fuente: Elaboración propia

Consecuentemente se tuvo los siguientes avances de metraje durante el proceso de explotación por método bench and fill.

Se obtuvo un total de 38,993.22 metros perforados y 7,798.64 metros perforados por los equipos.

4.1.1.6 Transporte del Mineral

En la siguiente tabla, se muestra la clasificación de transporte con las actividades realizadas en la operación del transporte del material.

También se detalla el tonelaje transportado por cada actividad.

Tabla 17. *Actividades de transporte del mineral*

CLASIFICACION DEL TRANSPORTE	CANTIDAD	UNIDAD
Carguío del mineral con dumper	135,866	Tn
Transporte con Dumper de 18 tn.	135,866	Tn
Transporte con Locomotora Nv 3850	135,866	Tn
Transporte con Locomotora y Convoy	135,866	Tn
Transporte con izaje de Pique	135,866	Tn
Total	679331	Tn

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

Se realizó un total de transporte de 679,311 toneladas en esta operación minera.

4.1.1.7 Ciclo de Relleno

Se muestra la operación minera de relleno con el detalle de las toneladas trasladadas mediante los equipos de minería utilizados.

Tabla 18. *Actividades de Relleno*

TIPO DE TRANSPORTE	Km	CANTIDAD	UNIDAD
Traslado con Dumper de 18 tn (Traslado > 1 Km)	1.00	31,712	M ³
Acarreo con scoop	0.30	31,712	TM
Total		63,424	TM

Fuente: Área de proyectos de la minera Uchucchacua - zona Socorro

En total se utilizaron 63,424 toneladas para realizar el relleno detrítico del método Bench y Fill.

4.2 Presentacion, analisis e interpretacion de resultados

4.2.1 Analisis de costos con el método Bench and Fill

A. Analisis del costo de producción

Para determinar el costo de producción primeramente se calcula los costos de operación mina, consecuentemente a este valor se le adiciona los costos fijos.

$$\text{Costo de Producción} = \text{Costo de Operación Mina} + \text{Costos Fijos.}$$

B. Analisis de costos de operaciones mina (US\$/TM)

Para calcular los costos de operaciones mina se toma a consideracion la inversion desde la preparación del cuerpo de mineral para la explotación del tajeo hasta el deposito primario de la planta para su proceso. En la siguiente tabla se presenta los costos de operación mina por el método de explotación

de taladros largos (Bench and Fill) mediante los costos unitarios considerando la mano de obra, materiales, herramientas, accesorios de perforación, herramientas e insumos para el sostenimiento, voladura, costo de transporte de mina a planta y servicios.

C. Analisis de costo de explotacion de taladros largos

Tabla 19. Costo de explotacion método Bench and Fill

Ítem	Ciclo/ Actividad	Cargo	Cantidad	Unidad	COSTO	
					US\$	US\$/tn
1	Excavación (Desarrollo/Preparación)				1,216,221	8.90
	Ejecución de Labores mineras	Contratista	2,475	m.	958,133	7.13
	Abastecimiento de Explosivos	Compañía	2,475	m.	258,088	1.77

D. Analisis costos del sostenimiento en excavaciones

Tabla 20. Costos del sostenimiento en excavaciones método Bench and Fill

Ítem	Proceso/Actividad	Cargo	Cantidad	Unidad	COSTOS	
					US\$	US\$/t
2	SOSTENIMIENTO DE LAS EXCAVACIONES				768,676	5.71
	Proceso del shotcrete	Compañía	2,191	m ³	52,168	0.39
	Aplicación del Shotcrete	Contratista	25,163	m ²	577,807	4.3
	Abastecimiento de split set 7'	Compañía	9,449	Und	61,661	0.46
	Abastecimiento de Malla electro soldada	Compañía	438	m.	3,640	0.03
	Instalación de Perno más malla	Contratista	10,449	u + m	73,598	0.55

Fuente: Elaboración propia

E. Analisis del costo de transporte del desmonte de las excavaciones

Tabla 21. Costo de transporte del desmonte de la excavaciones del método Bench and Fill

Ítem	Proceso/Actividad	Cargo	Cantidad	Unidad	Costo	
					US\$	US\$/m ³
3	Transporte de desmonte				738,397	5.49
	Carguio al dumper	Contratista	36,302	m ³	36,200	0.27
	Transporte con Dumper	Contratista	36,302	m ³	572,147	4.25
	Traslado con Locomotora	Contratista	36,302	m ³	30,722	0.23
	Mantenimiento de Locomotora	Compañía	36,302	m ³	23,726	0.18
	Izaje con Pique	Compañía	36,302	m ³	75,602	0.56

Fuente: Elaboración propia

F. Analisis de costos de preparación

Habiendo calculado el costo por tonelada de los procesos de excavaciones, sostenimiento y traslado de desmonte de excavaciones, se determina el costo de preparacion y desarrollo del método bench and fill de US\$ 20.11 por tonelada.

G. Analisis de costos de producción de los tajos

Tabla 22. Costo de explotación de los tajos del método Bench and Fill

Ítem	Proceso/Actividad	Cargo	Cantidad	Unidad	Costo	
					US\$	US\$/t
4	Explotación del tajo				653,447	4.86
	Perforación	Contratista	36,302	m ³	376,749	2.8
	Voladura	Contratista	36,302	m ³	72,226	0.54
	Explosivos y Accesorios	Contratista	36,302	m ³	158,629	1.18
	Limpieza	Contratista	36,302	m ³	45,843	0.34

Fuente: Elaboración propia

H. Analisis de costos del traslado de mineral del tajo

Tabla 23. Costos de traslado de mineral del tajo del método Bench and Fill

Ítem	Proceso/Actividad	Cargo	Cantidad	Unidad	Costo	
					US\$	US\$/t
5	TRANSPORTE DE MINERAL DEL TAJO				1,356,618	10.08
	Carguio al dumper	Contratista	135,966	t	52,183	0.39
	Transporte con Dumper	Contratista	135,966	t	1,105,137	8.21
	Traslado con Locomotora	Contratista	135,966	t	44,539	0.33
	Mantenimiento de Locomotora	Compañía	135,966	t	34,317	0.25
	Izaje con Pique	Compañía	135,966	t	120,442	0.9

Fuente: Elaboración propia

I. Analisis de costo del ciclo del relleno del tajo

Tabla 24. Costo del ciclo del relleno del tajo del método Bench and fill

Ítem	Proceso/Actividad	Cargo	Cantidad	Unidad	Costo	
					US\$	US\$/t
6	RELLENO DEL TAJO				387,219	2.88
	Transporte con Dumper	Contratista	81,712	t	325,728	2.42
	Traslado con scoop	Contratista	81,712	t	61,491	0.46

Fuente: Elaboración propia

J. Analisis de costo de producción

Habiendo calculado los costos por tonelada en las operaciones de la explotación, transporte del mineral del tajo y el relleno del tajo, se puede concluir que el costo de explotación del método bench and fill es de US\$ 18.82 por tonelada.

K. Analisis de Costo directos mina

Tabla 25. Costos directos de mina

Ítem	Proceso/Actividad	Cargo	Costo	
			US\$	US\$/t
	Mantenimiento Mina	Empresa		1.95
	Servicios Mina	Contratista		2.06
	Supervisión y Administración Mina	Empresa		0.75

Fuente: Elaboración propia

L. Analisis de costo indirecto mina

Tabla 26. Costos indirectos de mina

Ítem	Proceso/Actividad	Cargo	Costo	
			US\$	US\$/t
	Costo de Prospección y Exploración	contratista		7.5
7	Costo de Planta	Empresa		12
8	Costo de Servicios	Contratista		25

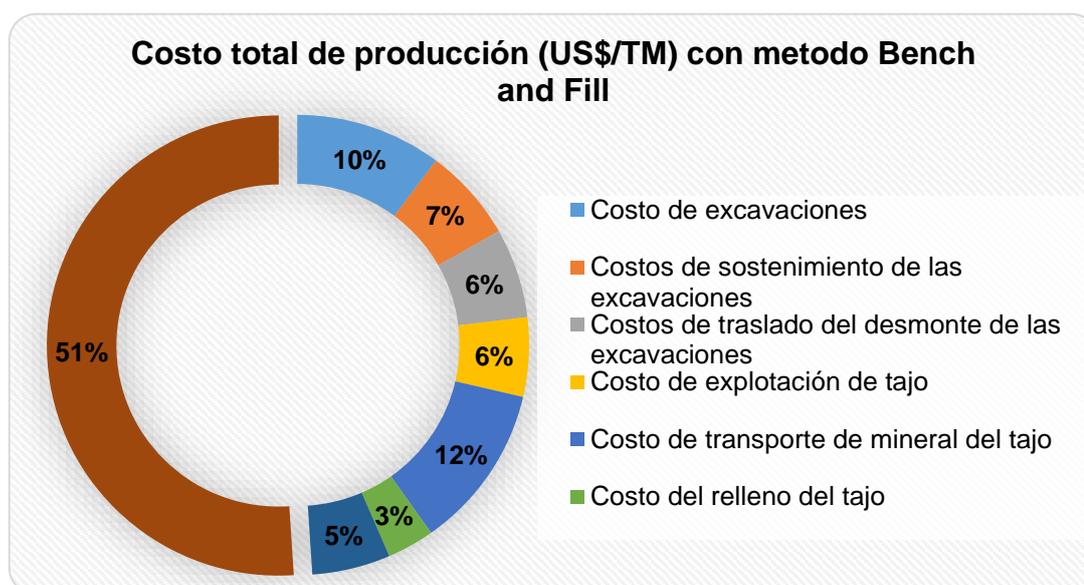
Consolidado de costos unitarios del método Bench and Fill

Tabla 27. Costo unitario US\$/TM método Bench and Fill

Costos Unitarios	US\$/TM	% de participación
Costo en excavaciones	\$ 8.90	10%
Costo de sostenimiento de excavaciones	\$ 5.72	7%
Costo de transporte del desmonte de las excavaciones	\$ 5.48	6%
Costo total desarrollo y preparación (US\$/tn)	\$ 20.12	23%
Costo explotación de tajo	\$ 4.85	6%
Costo transporte de mineral del tajo	\$ 10.09	12%
Costo relleno del tajo	\$ 2.87	3%
Costo total explotación (US\$/TM)	\$ 17.83	20%
Costo directos de mina (US\$/TM)	\$ 4.75	5%
Costo indirecto (US\$/TM)	\$ 44.51	51%
Total	\$ 87.19	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Costo total de producción (US\$/TM) con método Bench and Fill



4.2.2 Análisis de costos del método corte y relleno ascendente

Los costos de operación del método corte y relleno ascendente, se presenta en la tabla 33, donde se detalla el estudio del costo total de producción (US\$/TM) = 119.58 US\$/TM.

Tabla 28. Costo total del método corte y relleno ascendente

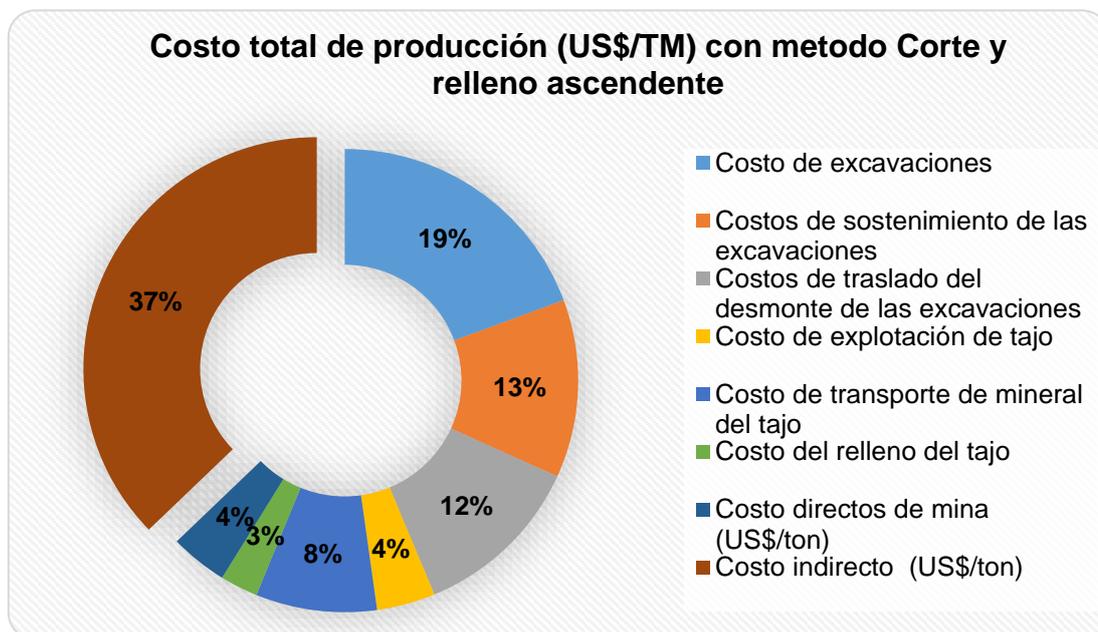
Proceso/Actividad	Cargo	Cantidad	Unidad	Costo	
				US\$	US\$/t
EXCAVACION (Desarrollo/Preparación)				1,197,915	23.10
Proyecto de Labores mineras	Contratista	2,470	m.	959,730	18.50
Suministro de Explosivos	Compañía	2,470	m.	238,185	4.6
SOSTENIMIENTO DE LA EXCAVACION				768,670	14.83
Preparación shotcrete	Compañía	2,185	m ³	52,065	1.00
Aplicación Shotcrete	Contratista	26,160	m ²	577,905	11.16
Pernos split set 7'	Compañía	10,445	Und	61,460	1.18
Malla electro soldada	Compañía	436	Und	3,540	0.07
Instalación de Perno más malla	Contratista	10,449	p+m	73,698	1.42
TRASLADO DEL DESMONTE DE LA EXCAVACION				738,391	14.27
Carguío a dumper	Contratista	94,501	t	36,100	0.7
Transporte con Dumper	Contratista	94,501	t	572,24	11.06

Traslado con Locomotora Nv 3990	Contratista	94,501	t	30,821	0.6
Mantenimiento de Locomotora	Compañía	94,501	t	23,625	0.46
Izaje con Pique	Compañía	94,501	t	75,601	1.46
COSTO TOTAL DESARROLLO Y PREPARACIÓN (US\$/t)				2,704,988	52.21

Proceso/Actividad	Cargo	Cantidad	Unidad	Costo	
				US\$	
EXPLOTACIÓN DEL TAJO				653,444	4.87
Perforaciones	Contratista	136,864	t	376,848	3.06
Voladuras	Contratista	136,864	t	72,125	0.57
Explosivo y Accesorios	Contratista	136,864	t	158,728	1.28
Limpieza	Contratista	136,864	t	45,742	0.37
TRASLADO DE MINERAL DEL TAJO				1,356,617	10.03
Carguío a dumper	Contratista	136,864	t	52,282	0.42
Transporte con Dumper	Contratista	136,864	t	1,105,036	8.94
Traslado con Locomotora Nv 3850	Contratista	136,864	t	44,638	0.37
Mantenimiento de Locomotora	Compañía	136,864	t	34,216	0.27
Izaje con Pique	Compañía	136,864	t	120,441	0.99
RELLENO EN TAJO				387,218	3.15
Transporte con Dumper	Contratista	80,711	t	325,827	2.63
Traslado con scoop	Contratista	80,711	t	61,390	0.6
COSTO TOTAL DE EXPLOTACIÓN (US\$/t)				2,397,283	18.04
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN (US\$/t)					70.32
Mantenimiento Mina					1.94
Servicios Mina					2.07
Supervisión y Administración Mina					0.75
COSTO TOTAL DE MINA (US\$/t)					75.08
Costo de Prospección y Exploración					7.4
Costo de Planta					13
Costo de Servicios					24
COSTO TOTAL (US\$/t)					119.58

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Costo total de producción (US\$/TM) con método corte y relleno ascendente



4.2.3 Interpretación de los resultados de costos de los métodos

Tabla 29. Relación de costos de operación de los métodos

Costos Unitarios	Métodos (US\$/TM)		Diferencia entre métodos (US\$/TM)
	Bench and Fill	Cut and Fill	
Costo de excavaciones	\$ 8.90	\$ 23.14	\$ 14.26
Costos de sostenimiento de las excavaciones	\$ 5.72	\$ 14.87	\$ 9.14
Costos de traslado del desmonte de las Excavaciones	\$ 5.48	\$ 14.26	\$ 8.78
Costo de explotación de tajo	\$ 4.87	\$ 4.87	\$ 0.00
Costo de transporte de mineral del tajo	\$ 10.07	\$ 10.03	\$ -0.03
Costo del relleno del tajo	\$ 2.89	\$ 3.15	\$ 0.27
Costos directos de mina (US\$/TM)	\$ 4.75	\$ 4.75	\$ 0.00
Costo indirecto (US\$/TM)	\$ 44.50	\$ 44.50	\$ 0.00
Costo total de producción (US\$/TM)	\$ 87.18	\$ 119.57	\$ 32.42

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculado los costos de operación de los métodos se realiza la comparación de los costos de ambos métodos obteniendo la suma de US\$ 32.42 menos por cada tonelada con la aplicación del método bench and fill.

4.3 Prueba de hipótesis

4.3.1 Hipótesis general

Se planteó la siguiente hipótesis “Con la aplicación del método bench and fill se optimizará las operaciones mineras de la zona Socorro bajo de la unidad minera Uchucchacua”.

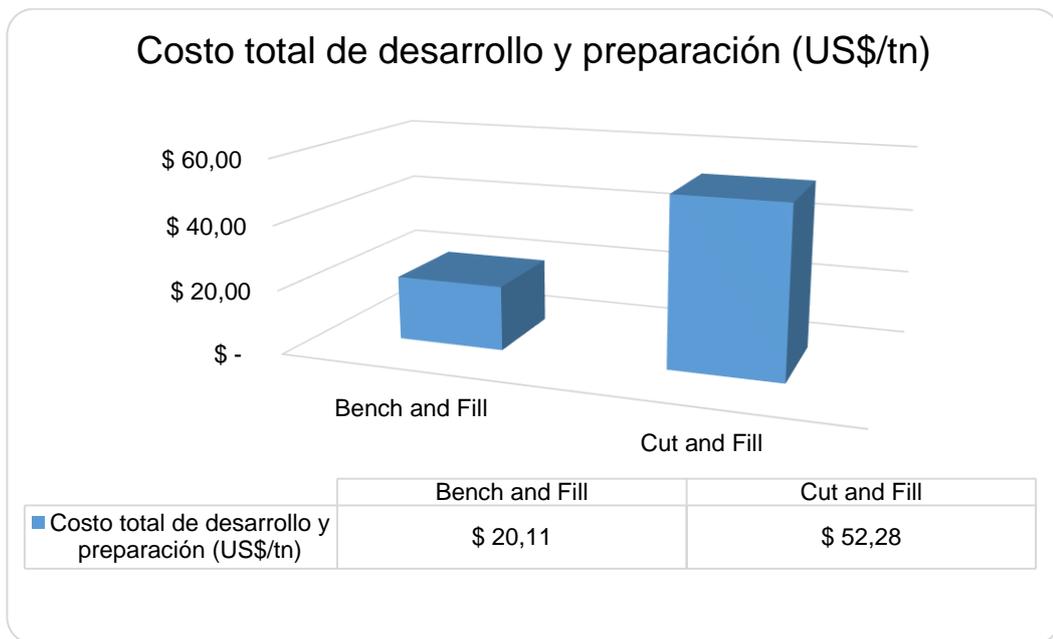
Tal como se muestran en el análisis de las operaciones mineras existe una optimización, minimizando el consumo de aceros, explosivos e insumos del sostenimiento, transporte de material, relleno, donde se obtiene una reducción anual evidenciando en los costos con la aplicación del método bench and fill.

4.3.2 Hipótesis específicas

La primera hipótesis específica es la determinación de las consideraciones técnicas que se efectúan para aplicar el método bench and fill. En la tabla de la interpretación de resultados podemos observar que las consideraciones técnicas de las operaciones consideradas son de la perforación, voladura, sostenimiento, transporte de mineral, y relleno del tajo, donde se puede evidenciar con los costos obtenidos en ambos métodos.

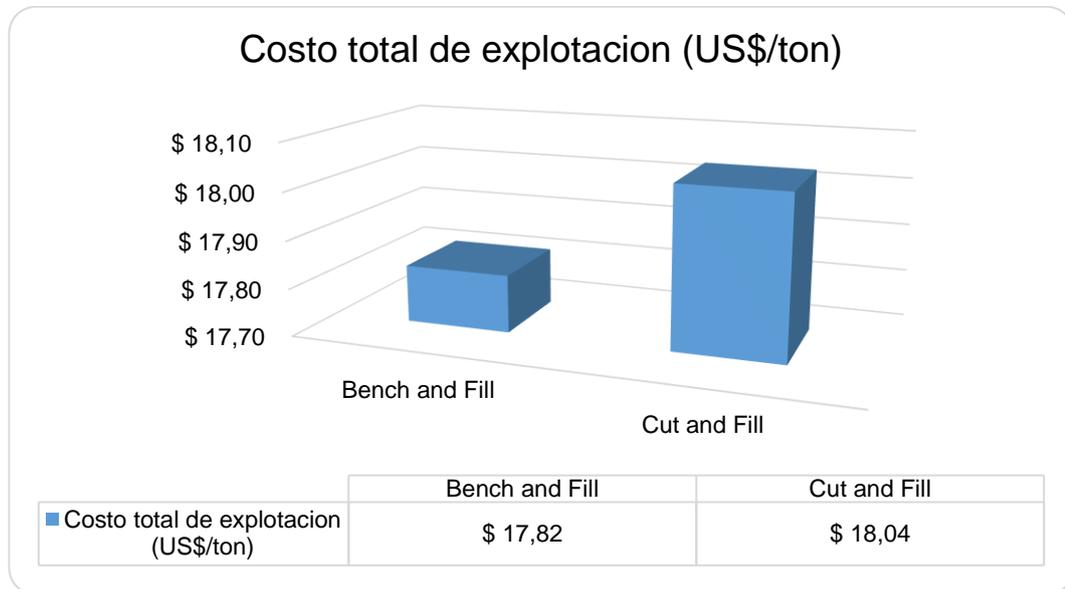
La segunda hipótesis es la optimización de las operaciones mineras mediante el método bench and fill. Se evidencia en las tablas siguientes:

Figura 17. Relación del costo de desarrollo y preparación (US\$/TM)



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Relación de costos de explotación de métodos de minado (US/TM)



Fuente: Elaboración propia

4.4 Discusión de resultados

Para la discusión de los resultados de la investigación consideramos en la tabla 35 se puede observar el análisis estadístico de la data recolectada en el proceso de la investigación.

Tabla 30. *Costo por tonelada de ambos métodos*

Costo por tonelada		Cut y Fill (\$)	Bench y Fill (\$)
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		122.25	85.23
Mediana		122.24	85.19
Desviación estándar		2.12	2.7
Rango		6.5	7.96
Mínimo		119.59	82.09
Máximo		125.97	90.04

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar en la tabla de los costos por tonelada de que el promedio del costo de producción por tonelada del método corte y relleno ascendente de la zona Socorro Bajo la media es de \$ 122.25 dólares, la mediana o la mitad de las muestras es de \$ 122.24 dólares; el rango o la diferencia entre el costo mínimo y máximo es de \$ 6.5 dólares y la desviación estándar tiene una variación de \$.2.12 dólares; mientras que en el método Bench y Fill, la media del costo de producción por tonelada es de \$ 85.23 dólares, la mediana o la mitad de las muestras lograron \$ 85.19 dólares, el rango o la diferencia entre el costo mínimo y máximo fue de \$ 7.96 dólares y la desviación estándar con una variación de \$.2.7 dólares.

Tabla 31. *Análisis estadístico del tiempo de minado de los métodos*

Tiempo de minado		Cut y Fill	Bench y Fill
N	Válido	51	51
	Perdidos	0	0
Media		7.5	5.5
Mediana		7.6	5.5
Desviación estándar		0.3	0.3
Rango		0.9	0.8
Mínimo		7.5	5.5
Máximo		7.9	5.8

Fuente: Elaboración propia

El promedio del tiempo de minado obtenido con de la aplicación del método corte y relleno ascendente de la zona Socorro Bajo se tiene una media de 7.5 horas, la mediana o la mitad de las muestras lograron 7.6 horas, el rango o la diferencia entre el tiempo mínimo y máximo fue de 0.9 horas, con una desviación estándar o una variación de 0.3 horas; mientras que en el método Bench y Fill, el tiempo de minado la media o promedio es de 5.5 horas, la mediana o la mitad de las muestras lograron 5.5 horas, el rango o la diferencia entre el tiempo mínimo y máximo es de 0.8 horas, con una variación de 0.3 horas.

Tabla 32. *Análisis estadístico del porcentaje de dilución por ambos métodos*

% de dilución		Cut y Fill	. Bench y Fill
N	Válido	12	12
	Perdidos	0	0
Media		0.18	0.14
Mediana		0.16	0.12
Desviación estándar		0.09	0.05
Rango		0.25	0.13
Mínimo		0.11	0.09
Máximo		0.33	0.20

Fuente: Elaboración propia

El promedio del porcentaje de dilución obtenido con el método corte y relleno ascendente de la zona Socorro Bajo, se tiene una media de 18%, la mediana o la mitad de las muestras un porcentaje de dilución 16%, el rango o la diferencia entre el porcentaje de dilución mínimo y máximo es de 25%, con una desviación estándar o variación de 9%; mientras que en el método Bench y Fill, el promedio de la media es de 14%; la mediana o la mitad de las muestras tiene un porcentaje de dilución de 12%, el rango o la diferencia entre el porcentaje de dilución mínimo y máximo es de 13%, con una desviación estándar o variación de 5%.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que con la aplicación del método Bench and Fill se optimiza el diseño de las operaciones mineras muy significativamente en cuanto al costo por tonelada, como también el tiempo de minado en la zona Socorro bajo, Veta Gin durante el periodo 2019.
2. Se concluye estadísticamente que con la aplicación del método Bench and Fill el promedio del costo por tonelada se reduce significativamente. El costo por tonelada promedio del método corte y relleno ascendente es de \$ 122.25 dólares, con relación al método Bench y Fill, el promedio del costo por tonelada es de \$ 85.23 dólares, lo que significa la disminución del 30.2%.
3. Se concluye estadísticamente que con la aplicación del método Bench and Fill, el promedio del tiempo de minado se reduce significativamente. Se puede notar que con el método corte y relleno ascendente es de 7.5 horas, mientras que con el método Bench y Fill, el promedio del tiempo de minado es de 5.5 horas, lo que significa una disminución del 28%.
4. Se concluye estadísticamente que con la aplicación del método Bench and Fill el promedio del porcentaje de dilución no se reduce significativamente. Se puede notar una ligera reducción, con el método de corte y relleno ascendente es del 18%, mientras que con el método Bench y Fill, es del 16%.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los profesionales de ingeniería de las diferentes especialidades cercanas a la explotación de yacimientos mineros, profundizar las variables estudiadas, ya que es de mucha importancia en las empresas avocadas a la minería. Como también investigar otras variables o métodos de explotación para mejorar significativamente los diferentes ciclos de las operaciones mina como; perforación, voladura, transporte, acarreo, sostenimiento y relleno.
2. Los resultados determinados se recomienda revisar los indicadores de manera constante para evaluar los avances de todas las operaciones de minado con el objetivo de obtener una mejora continua en el método Bench y Fill.
3. Se recomienda diseñar formatos para un correcto registro para todos los procesos de minado con el fin de perfeccionarlo, de esta manera reducir los tiempos de análisis y evaluación del método Bench y Fill.
4. Se recomienda mejorar las estrategias para el control detallado de todos los procesos operativos de la mina, para obtener información más veraz y obtener resultados más reales y muy significativa en relación en cuanto a los costos directos e indirectos de la mina.

BIBLIOGRAFÍA

- Arapa, R. (2018). *Planificación minera a corto plazo en minería subterránea – Unidad minera San Rafael – MinSur S.A.* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. Disponible en: <http://bit.ly/2WAbZqe>
- Banco Mundial (2017). *Rentas Mineras (%) PIB, Grupo Banco Mundial, 2017*, Consultado: 08 de mayo de 2019. Disponible en: <http://bit.ly/2HeCjzF>
- Bieniawski, Z. (1989). *Engineering Rock Mass Classifications*. New York: Wiley. Disponible en: <http://bit.ly/2DUDIKH>
- Ccoto, A. (2018). *Factores representativos en los métodos de explotación en la unidad minera San Rafael – Minasur S.A.* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. Disponible en: <http://bit.ly/2HqwlSO>
- Compañía Minera Buenaventura. (2018). *Informe Geomecanico Gina-Socorro DCR 2018*.
- De las Heras, C., Portilla, R., Martínez, R., Roldán, R. (1987). *Manual de Taludes 1ra Edición*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. Disponible en: <http://bit.ly/2HecqQz>
- Deere, D. (1967). *Technical Description of Rock Cores for Engineering Purposes*. Recuperado de: <http://bit.ly/308x7pE>
- Diario Gestión. (2018). *Pablo de la Flor: "La minería en 2019 deberá afrontar la conflictividad y la burocracia"*, Gestión: CEO Forecast 2019. Consulta: 08 de Mayo de 2019. Disponible en: <http://bit.ly/2vNujAa>
- Diario Perú 21. (2018). *BVL se desploma tras fuerte caída del sector minero ante retroceso del precio de los metales*, Perú 21. Consultado: 08 de mayo de 2019. Disponible en: <http://bit.ly/2DZuopf>
- DIPROMIN. (2018). *Dos minas peruanas entre las 10 minas más importantes de producción de plata en el mundo durante el 2016*. Consultado: 08 de mayo de 2018. Disponible en: <http://bit.ly/2vNFtFe>

- Flores, R. (2018). *Over cut and fill*. Disponible en: <http://bit.ly/2Xt1AQD>
- Gonzales, L. (2002). *Ingeniería Geológica*. Pearson Educación. <http://bit.ly/2VP0WfJf>
- González, L., Muñoz, L. (1987). *Aplicación de las clasificaciones geomecánicas al estudio de excavaciones subterráneas*. Madrid: Universidad Complutense. Disponible en: <http://bit.ly/2HaD1zh>
- Gutiérrez, L. (2011). *Proyecto de aplicación del método tajeo por subniveles en el tajo 420-380 en Mina Chipmo U.E.A. ORCOPAMPA*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernández, R., Fernández, R., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6.ª ed. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Hoek, E (2006), *Sistema GSI (Geological Strength Index)*. Recuperado de: <http://bit.ly/2Jx7Oro>
- Jorquera, M. (2015). *Método de explotación bench & fill y su aplicación en minera MICHILLA*. (Tesis de grado). Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile. Disponible en: <http://bit.ly/2PWyAe2>
- Mallcco, F., De la Cruz, P. (2014). *Aplicación de taladros largos en vetas angostas, para reducir costos de operación en la zona esperanza- CIA MINERA CASAPALCA S.A*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Ministerio de Energía y Minas del Perú (2017). *Comentario sobre Liderazgo en reservas naturales* [tweet]. Visto: 30 de setiembre de 2017.
- Sonami, R. (2016). *Perforación y tronadura*. Disponible en: <http://bit.ly/2Nb9eeF>
- UNDAC (2015). *Introducción a la minería*. Disponible en: <http://bit.ly/2Hek2lY>
- Universidad Industrial de Santander (2013). *Clasificación de los macizos rocosos*. Disponible en: <http://bit.ly/2PZLo3h>
- Vilca C. (2018). *Diseño e implementación del método de explotación bench and fill stoping en vetas angostas tipo rosarios, para incrementar la producción-*

Minera Chalhuane SAC. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

- Villalta, R. (2018). *Aplicación del método de explotación por taladros largos en veta Virginia de la unidad San Cristóbal de la compañía minera Volcan S.A.A.* (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
<http://bit.ly/2Jbch3S>

ANEXOS

1. Matriz de consistencia

“APLICACIÓN DEL MÉTODO BENCH AND FILL PARA OPTIMIZAR LAS OPERACIONES MINERA ZONA SOCORRO BAJO – UNIDAD MINERA UCHUCCHACUA”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>¿Es posible la aplicación del método bench and fill para optimizar las operaciones mineras? zona socorro bajo – unidad minera uchucchacua con la aplicación del método</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Con la aplicación del método bench and fill de las operaciones mineras permite optimizar el costo por tonelada en la zona socorro bajo – unidad minera uchucchacua? ¿Con la aplicación del método bench and fill de las operaciones mineras se optimiza el tiempo de minado en la zona socorro bajo 	<p>GENERAL Realizar la aplicación del método bench and fill de las operaciones mineras de la zona socorro bajo – unidad minera uchucchacua.</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Optimizar el costo por tonelada con la aplicación del método bench and fill de las operaciones mineras de la zona socorro bajo – unidad minera uchucchacua. Optimizar el tiempo de minado con la aplicación del método bench and fill de las operaciones mineras de la zona socorro bajo – unidad minera 	<p>HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN (Hi): La aplicación del método bench and fill de las operaciones mineras permite optimizar los parámetros de explotación en la zona socorro bajo – unidad minera uchucchacua</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> El costo por tonelada se optimiza con la aplicación del método bench and fill de las operaciones mineras de la zona socorro bajo – unidad minera uchucchacua. El tiempo de minado se optimiza con la aplicación del método bench and fill de las operaciones mineras de la zona socorro bajo – unidad minera 	<p>Variable independiente</p> <p>X: Aplicación del Método Bench and Fill en la zona socorro bajo –unidad minera uchucchacua.</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Y: Optimizar las operaciones mineras zona socorro bajo – unidad minera uchucchacua.</p> <p>Costo por tonelada Tiempo de minado % de dilución</p>	<p>DISEÑO Aplicada, cuantitativa, correlacional.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA Población: Cinco Vetas en la Zona Socorro Bajo unidad minera uchucchacua, durante el periodo de investigación 2019</p> <p>Muestra: Veta Gina-Socorro donde se realizó el levantamiento de información de manera documental que corresponde al periodo de la investigación.</p>

<p>– unidad minera uchucchacua?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Con la aplicación del método bench and fill de las operaciones mineras permite optimizar el porcentaje de dilución en la zona socorro bajo unidad minera uchucchacua? 	<p>uchucchacua.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimizar el porcentaje de dilución con la aplicación del método bench and fill de las operaciones mineras de la zona socorro bajo – unidad minera uchucchacua. 	<p>uchucchacua.</p> <p>El porcentaje de dilución se optimiza con la aplicación del método bench and fill de las operaciones mineras de la zona socorro bajo – unidad minera uchucchacua.</p>		<p>TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Análisis documental</p> <p>ANÁLISIS DE DATOS El análisis estadístico comprendió un análisis descriptivo y bivariado, utilizando la prueba de t de student con un nivel de significancia del 5%.</p>
--	---	--	--	--

2. Base de datos

2019	Costo		% de dilución		Tiempo en el método de minado	
	Cut & Fill	Bench & Fill	Cut & Fill	Bench & Fill	Cut & Fill	Bench & Fill
Enero	119.58	87.19	0.16	0.16	7.5	5.4
Febrero	123.08	84.27	0.17	0.11	7.6	5.3
Marzo	122.08	90.03	0.14	0.13	7.2	5.1
Abril	125.98	87.62	0.30	0.11	7.5	5
Mayo	122.38	83.16	0.18	0.11	7.5	5.6
Junio	125.88	82.55	0.29	0.12	7.2	5.4
Julio	121.68	82.08	0.34	0.13	7	5.7
Agosto	122.88	83.48	0.10	0.18	7.6	5.3
Septiembre	122.78	84.09	0.16	0.21	7.8	5.3
Octubre	119.7	87.16	0.18	0.21	7.5	5.6
Noviembre	120.08	86.32	0.16	0.09	7.1	5.4

3. Instrumentos de Recolección de datos

Tabla 33. *Formato de recojo de información de campo*

2019	Costo		% de dilución		Tiempo en el método de minado	
	Cut & Fill	Bench & Fill	Cut & Fill	Bench & Fill	Cut & Fill	Bench & Fill
Enero						
Febrero						
Marzo						
Abril						
Mayo						
Junio						
Julio						
Agosto						
Septiembre						
Octubre						
Noviembre						
Diciembre						

Fuente: Elaboración propia

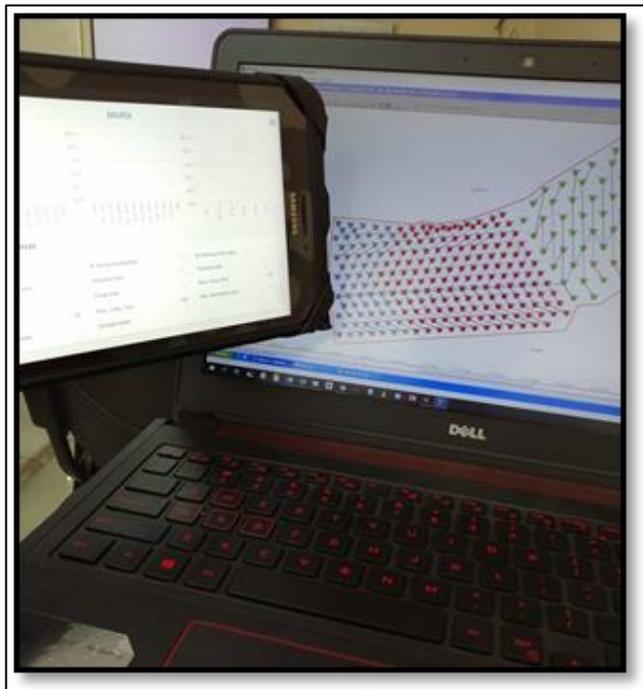
4. Instrumentos utilizados

Figura 18. *Wincha para la toma de medidas*



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. *Laptop y tablet para registrar y procesar datos*



5. Pasos del método de minado Bench y Fill (8)

Figura 20. Ciclo del método bench and fill

