

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para
optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C. –
Distrito de Huayllay; Pasco 2022**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero de Minas**

Autor:

Bach. Waldimar Adrian PALACIOS ANCIETA

Asesor:

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA

Cerro de Pasco - Perú - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para
optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C. –**

Distrito de Huayllay; Pasco 2022

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Edwin Elias SANCHEZ ESPINOZA
PRESIDENTE

Mg. Luis Alfonso UGARTE GUILLERMO
MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería de Minas
Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 016-2024

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bach. PALACIOS ANCIETA Waldimar Adrian

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:
Tesis

Título del trabajo
“Minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C. –Distrito de Huayllay; Pasco 2022”

Asesor:

Mg. Silvestre Fabián, BENAVIDES CHAGUA

Índice de Similitud: **21 %**

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 11 de junio de 2024.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mi difunto padre TEODORO PALACIOS ORTIZ, por su constante lucha en construir y hacer realidad mis sueños, por sus buenas ganas, por los grandes momentos que me regaló en vida y por el gran amor que modeló en mi persona. ¡Porque él lo soñó más que yo!

AGRADECIMIENTO

El reconocimiento a la hermosa tierra de CERRO DE PASCO por lo acogedora en sus cálidas fuentes de oportunidades a pesar del gélido viento que acaricia sus lugares, gracias a los ingenieros quienes compartieron sus experiencias y conocimientos para la formación de muchos profesionales.

RESUMEN

En nuestro país ya hace varios se viene trabajando el minado por Sub Level Stoping con muy buenos resultado y hace por tiempo el método de explotación Bench and Fill que inicio en unidades minera de Buenaventura trajeron buena rentabilidad y últimamente en los trabajo de explotación en Compañía Minera Volcan, pero en la actualidad se desconoce muy poco de este último método de explotación por lo que en adelante será de mucha importancia su explicación en la mejora de la rentabilidad de este método en Compañía Minera Chungar.

La investigación se tiene como objetivo principal determinar el proceso del minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022.

Finalizado el proceso de investigación el costo total de minado del método de minado Sub Level Stoping - Bench and Fill teniendo en cuenta la rotura de mineral, rotura de desmonte, sostenimiento, subnivel 3.5 x 4.0, Acceso 3.5 x 4.0, desquinche mineral hastiales y Ch de arranque nos da un costo de minado de \$ 5.85/t. De la investigación realizada podemos mencionar que el minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos se optimiza las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C ya que en relación a los costos con relación al corte y relleno que es de \$ 7.01 dólares por tonelada, existe una reducción del costo en \$ 1.16 dólares por tonelada, lo cual lo hace muy rentable y óptimo para seguir trabajando y erigiendo este método de minado.

Palabras claves: Sub Level Stoping, Bench and Fill, rentabilidad, Compañía Minera Chungar S.A.C

ABSTRACT

In our country, mining by Sub Level Stoping has been working for several years with very good results and for some time the Bench and Fill exploitation method that began in Buenventura mining units brought good profitability and recently in the exploitation work at Compañía Minera Volcano, but at present very little is known about this last exploitation method, so from now on its explanation will be very important in improving the profitability of this method at Compañía Minera Chungar.

The main objective of the investigation is to determine the mining process by Sub Level Stoping - Bench and Fill in pits to optimize operations at Compañía Minera Chungar S.A.C.–Huayllay District; Pasco 2022.

Once the research process is completed, the total mining cost of the Sub Level Stoping - Bench and Fill mining method taking into account mineral breakage, overburden breakage, support, sublevel 3.5 x 4.0, Access 3.5 x 4.0, gable mineral stripping and Ch starting gives us a mining cost of \$5.85/t. From the research carried out we can mention that mining by Sub Level Stoping - Bench and Fill in pits optimizes operations at Compañía Minera Chungar S.A.C since in relation to the costs in relation to cutting and filling, which is \$7.01 dollars per ton, There is a cost reduction of \$1.16 dollars per ton, which makes it very profitable and optimal to continue working and erecting this mining method.

Keywords: Sub Level Stoping, Bench and Fill, profitability, Compañía Minera Chungar S.A.C

INTRODUCCIÓN

En la investigación realizada a la fecha se conoce el proceso Sub Level Stopin, pero muy se conoce del proceso por lo que será de mucha importancia el de generar información del método del minado por Sub Level Stoping en su variante Bench and Fill en tajos para optimizar la rentabilidad en Compañía Minera Chungar S.A.C. La investigación será de utilidad para los sectores enfocadas en trabajo de explotación subterránea, en los profesionales y alumnos que diariamente que están en mejorar y entender los métodos de explotación.

La compañía minera Chungar está ubicada a 4600 msnm en el distrito de Huayllay, provincia y región de Pasco, la compañía minera está conformado con las minas de explotación subterráneas Animón e Islay; para ambas unidades se tiene una planta procesadora en su capacidad de 5500 TPD.

El método de explotación para Animon es el tajeo por subniveles ascendentes con Taladros Largos, en su variante “Bench and Fill”. Este método de explotación tiene impacto favorable en seguridad, por minimizar la exposición del personal a la excavación del tajo, realizando todo el ciclo de minado mecanizado y bajo techo seguro.

El autor

.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema general	2
1.3.2. Problemas Específicos:	3
1.4. Formulación de objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos Específicos:	3
1.5. Justificación de la investigación	4
1.5.1. Justificación teórica	4
1.5.2. Justificación Metodológica.....	4
1.5.3. Justificación Social	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio	5
2.1.1. Antecedentes Internacional	5
2.1.2. Antecedente a nivel nacional.....	7

2.1.3. Antecedentes a nivel local	9
2.2. Bases teóricas - científicas	10
2.2.1. Método de minado.....	10
2.2.2. Tajo:	10
2.2.3. Optimización de operaciones	11
2.2.4. ¿Qué es la rentabilidad de una empresa?	11
2.2.5. Subnivel Stoping	11
2.2.6. ¿Qué es el método Bench and fill?	16
2.2.7. Compañía Minera Chungar	23
2.3. Definición de los términos básicos	24
2.4. Formulación de hipótesis	27
2.4.1. Hipótesis general.....	27
2.4.2. Hipótesis Específicos	27
2.5. Identificación de las variables	27
2.5.1. Variable independiente.....	27
2.5.2. Variable dependiente.....	27
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	27

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de Investigación	29
3.2. Nivel de la investigación	29
3.3. Métodos de investigación	29
3.4. Diseño de la investigación	30
3.5. Población y muestra	30
3.5.1. Población	30
3.5.2. Muestra	30
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.6.1. Técnicas.....	30

3.6.2. Instrumentos.....	30
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	31
3.8. Tratamiento estadístico.....	31
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.....	31

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	32
4.1.1. Ubicación de la zona a investigar	32
4.1.2. Accesibilidad	32
4.1.3. Descripción del minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos en Animón	34
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	36
4.2.1. Condiciones Geomecánicas	36
4.2.2. Características del método de explotación	36
4.2.3. Parámetros de minado y diseño detallado.....	37
4.2.4. Secuencia de minado en la mina Animón.....	42
4.2.5. Evaluación de costos del minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos en Animón	50
4.3. Prueba de hipótesis	56
4.4. Discusión de resultados.....	57

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE COMPAÑÍA MINERA CHUNGAR S.A.C.	33
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES.....	28
TABLA 2: CONDICIONES GEOMECÁNICAS.....	36
TABLA 3: CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	37
TABLA 4: ESQUEMA DE MINADO EN ZONA DE DESARROLLO Y PREPARACIÓN – VISTA PERFIL	39
TABLA 5: ESQUEMA DE MINADO – VISTA PLANTA.....	40
TABLA 6: ESQUEMA DE MINADO – VISTA LONGITUDINAL.....	41
TABLA 7: CARGUÍO DE TALADROS	44
TABLA 8: ACCESORIOS Y EXPLOSIVOS UTILIZADA	44
TABLA 9: COSTO OPERATIVO EN PERFORACIÓN (M ³).....	50
TABLA 10: COSTO OPERATIVO DE VOLADURA.....	51
TABLA 11: COSTO OPERATIVO DE CARGUÍO	52
TABLA 12: EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA DEL MÉTODO DE MINADO SUB LEVEL STOPING - BENCH AND FILL	53
TABLA 13: COSTO TOTAL DE MINADO DEL MÉTODO DE MINADO SUB LEVEL STOPING - BENCH AND FILL	54
TABLA 14: COSTO ESTIMADO DE EXPLOTACIÓN.....	55
TABLA 15: COSTO ESTIMADO DE EXPLOTACIÓN.....	56

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1 INDUCCIÓN ANTE DE REALIZAR LAS LABORES DE MINADOS POR SUB LEVEL	
STOPING - BENCH AND FILL	34
IMAGEN 2 VITA DE LOS ACCESO DE SECCIÓN 3.5 M X 4.0 M	38
IMAGEN 3 VISTA DE TRABAJOS DE PERFORACIÓN	45
IMAGEN 4 VISTA DE CARGUÍO Y ACARREO	46

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

ILUSTRACIÓN 1: VISTA PERFIL: RAMPA, ACCESOS, SUBNIVELES Y LA VETA.....	39
ILUSTRACIÓN 2: VISTA PLANTA: CÁMARA DE CARGUÍO Y LONGITUD DE VETA	40
ILUSTRACIÓN 3: VISTA LONGITUDINAL: STOPES, PILARES Y PUENTES	41
ILUSTRACIÓN 4: VISTA LONGITUDINAL: STOPES, PILARES Y PUENTES	42
ILUSTRACIÓN 5: DISEÑO DE BURNER Y ESPACIAMIENTO	43
ILUSTRACIÓN 6: LONGITUD DE TALADRO CON CARGA.....	43
ILUSTRACIÓN 7: PREPARACIÓN DE SUBNIVELES	47
ILUSTRACIÓN 8: PERFORACIÓN Y VOLADURA DEL SLOT	47
ILUSTRACIÓN 9: LIMPIEZA DEL SLOT.....	47
ILUSTRACIÓN 10: PERFORACIÓN Y VOLADURA Y TALADROS LARGOS.....	48
ILUSTRACIÓN 11: RELLENO.....	49

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

En el último año, la industria de la minería ha recibido un mensaje fuerte y claro: los mercados ya no tolerarán la producción a cualquier costo, según el informe de Deloitte. Durante el auge minero, los precios récord de las materias primas incentivaron el desarrollo de depósitos minerales de baja productividad y de costos altos. A medida que los precios de las materias primas cayeron, las empresas respondieron reduciendo los costos: una respuesta tradicional correspondiente a un ciclo en un mercado cambiante. Esta situación nos lleva a la pregunta: cuando el ciclo vuelva a girar, ¿los costos aumentarán una vez más a niveles insostenibles? Para evitar este ciclo constante de reducción y aumentos de costos, la industria minera debe ir más allá de las medidas tradicionales para reducirlos (Gerens - Escuela de Post Grado, 2018).

La elección de un método de explotación de minería asume comprensión del control del macizo rocoso y manipulación del equipo de excavación y construcción. En el procedimiento formal de diseño de una mina, la elección de los métodos de minería continúa luego de los estudios geológicos y geotécnicos y reciben información directamente del diagrama crucial de los

hitos de las regiones cuyas características son delimitados con métodos de la minería prospectiva. Esto interviene exactamente en el diseño subjetivo, complejo y crítico de un método de explotación (Seguridad minera, 2013).

Los métodos de explotación se definen como una forma geométrica usada para explotar un yacimiento determinado, es el modo de dividir el cuerpo mineralizado en sectores aptos para el laboreo minero. Los métodos mineros subterráneos son adaptados a los cuerpos mineralizados y a las condiciones de la roca, forma y dimensiones del yacimiento, entre otros aspectos como presencia de agua.

En nuestro país ya hace varios años se viene trabajando el minado por Sub Level Stoping con muy buenos resultados y hace poco de 15 años el método de explotación Bench and Fill que inicio en unidades mineras de Buenaventura trajeron buena rentabilidad y últimamente en los trabajos de explotación en Compañía Minera Volcan, pero en la actualidad se desconoce muy poco de este último método de explotación por lo que en adelante será de mucha importancia su explicación en la mejora de la rentabilidad de este método en Compañía Minera Chungar.

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación se realizó en la mina Animón ubicado en el distrito de Huayllay de la provincia y región de Pasco.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo se realiza el minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.– Distrito de Huayllay; ¿Pasco 2022?

1.3.2. Problemas Específicos:

- a. ¿Cómo influye el diseño de minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; ¿Pasco 2022?
- b. ¿Como se encuentra la geomecánica para elegir el minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022?
- c. ¿Como influye en los costos los métodos Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; ¿Pasco 2022?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el proceso del minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022.

1.4.2. Objetivos Específicos:

- a. Identificar el diseño de minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022.
- b. Determinar la geomecánica para elegir el minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022.
- c. Evaluar la influencia de los costos los métodos Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en

Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco
2022.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación teórica

En la investigación a realizar es justificable ya que a la fecha se conoce el proceso Sub Level Stopin, pero muy se conoce del proceso por lo que será de mucha importancia el de generar información del método del minado por Sub Level Stoping en su variante Bench and Fill en tajos para optimizar la rentabilidad en Compañía Minera Chungar S.A.C.

1.5.2. Justificación Metodológica

La metodología a utilizar es el de recolectar información en campo en las labores principales de Compañía Minera Chungar SAC, para posterior realizar trabajos gabinete para procesar y concluir con la investigación planificada en el cronograma.

1.5.3. Justificación Social

La investigación será de utilidad para los sectores enfocadas en trabajo de explotación subterránea, en los profesionales y alumnos que diariamente que están en mejorar y entender los métodos de explotación.

1.6. Limitaciones de la investigación

La principal limitación es el ingreso al acceso a las labores de Compañía Minera Chungar SAC, para obtener la información.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacional

(Jorquera Villaroel, M, 2015) en su investigación titulada “Método de explotación Bench & Fill y su aplicación en minería” Debido a los altos costos experimentados por Minera Michilla durante la explotación de la mina Estefanía por el método de cut & fill post room and pillar, dicha empresa se ve en la necesidad de buscar métodos alternativos técnicamente factibles a la realidad del yacimiento. Es así como se plantea la aplicación del método bench & fill en los sectores más profundos de la mina (D4 y ABW inferior). El método de Bench & Fill en estudio consiste en una variación del tradicional Cut & Fill, en donde la explotación se hace por medio de banqueo y relleno. La secuencia de explotación sigue dos direcciones: siempre se realiza en retroceso dentro de un mismo nivel, y se efectúa de manera descendente dentro de un mismo sector. El diseño a ejecutar en el sector D4 de la mina subterránea se encuentra compuesto por 3 bloques, abarcando profundidades desde la cota 51.5 hasta la cota -31.5. El método considera dos tipos de cámaras, primaria y secundaria. Ambas cámaras poseen una altura de 15m, siendo el ancho de estas 7m y 9m respectivamente. Además, se considera la

presencia de pilares de 6m entre dos cámaras continuas y una losa de 8m de altura entre dos niveles para asegurar la estabilidad de las labores. Las galerías del sector poseen una sección de 7x5m. De acuerdo a la metodología planteado, se estima el costo mina para el bench & fill sin tomar en cuenta los costos distribuibles de otros departamentos. Es así como se obtiene un costo mina de 34,3 US\$/ton asociados al método. Al tomar en cuenta el plan minero proporcionado, se obtiene un costo total de desarrollo para el sector de 18,46 [MUS\$], siendo comparable de manera favorable con el cut & fill post room and pillar (46,5 [US\$/ton] y 31,2 [MUS\$] respectivamente). Es así como se concluye que el método de Bench & Fill resulta ser atractivo de acuerdo a los objetivos planteados, proporcionando menores costos que el actual Cut & Fill y a su vez mejorando la seguridad del personal presente en la mina.

Asimismo, (Morales Sánchez, R, 2019) en su investigación titulada “Evaluación técnico - económica del método sublevel stoping y su variante LBH”. El principal motivo de interés para realizar este trabajo es debido a que no se encuentra en los registros un estudio de este tipo y por este motivo nace el interés de generar datos que respalden la viabilidad o inviabilidad del método sublevel stoping y su variante LBH (Long Blast Hole), lo que actualmente es preferible por las mineras que trabajan con este método. El presente trabajo de investigación “Evaluación técnico-económica del método sublevel stoping y su variante LBH” tiene por objetivo principal realizar un estudio técnico-económico utilizando metodologías analíticas e identificar factores que afecten a su economía durante el desarrollo y producción.

Los estudios se realizan en base al método sublevel stoping y su variante LBH donde se realizará un estudio de ambos métodos en cuanto a su desarrollo y técnicas utilizadas durante éste, con el fin de obtener resultados que nos indiquen similitudes económicas y/o técnicas. Para lograrlo se realiza un levantamiento de información existente en base a proyectos que hayan

utilizado alguno de estos métodos, identificar características de los tipos de macizos rocosos con los que se ha trabajado y como se han comportado durante el desarrollo de una faena minera. También, los tipos de rellenos utilizados, sus efectos con el pasar del tiempo y cómo afectan sus compuestos a la estabilidad del macizo. Por otro lado, en cuanto al estudio económico se utiliza el programa Vulcan de Maptek donde se crea una base de datos acorde al tipo de yacimiento utilizado en estos métodos, con leyes aleatorias de mineral para finalmente diseñar y modelar el método estándar de sublevel stoping, además de otro diseño que incluya la variante LBH. Una vez terminados los diseños se ingresan los datos correspondientes a costos de mina, inversiones, precio del cobre variable, ley media, entre otros. Lo cual nos permitirá realizar un análisis de sensibilidad de acuerdo con la variabilidad del VAN en diferentes escenarios.

2.1.2. Antecedente a nivel nacional

(Toribio Jurado, C, 2018) en su investigación titulada “Minado por sub level stoping en vetas angostas para optimizar la rentabilidad del TJ 882 en la Compañía Minera Kolpa S.A. – Huancavelica – 2018”. En la actualidad el objetivo de toda empresa es optimizar sus resultados económicos y sobrevivir a los precios ante la baja de los metales, Una alternativa de mejora de costos de producción y rentabilidad es el cambio de método de minado, que implica realizar una evaluación de los factores técnicos como la geología del yacimiento y geomecánica que permita determinar si es viable o no la aplicación del método. También se debe medir el nivel de riesgos que genera un cambio de método de explotación de acuerdo con el nivel financiero, organizacional, tecnológico y técnico que cuenta una empresa de recursos limitados como las de mediana minería ya que un error en la toma de decisiones de este tipo puede causar un daño financiero irreparable. En la actualidad compañía minera KOLPA. SA. viene utilizado el método de corte y

relleno y desea migrar al minado por sub level stoping. Es así que, En esta investigación titulada “MINADO POR SUB LEVEL STOPING EN VETAS ANGOSTA PARA OPTIMIZAR LA RENTABILIDAD DEL TJ 882 EN LA COMPAÑÍA MINERA KOLPA S.A. – HUANCAMELICA – 2018” Se tomó como muestra el TJ 882, el cual será el tajeo piloto que cuenta con un buzamiento de la veta tiene 79° que es favorable para la aplicación de sub level stoping, en el análisis geomecánicos las rocas encajonantes tiene un RMR 57, lo que nos permitió hacer el dimensionamiento con un radio hidráulico de 6.1 permitiendo tener aberturas de hasta 21 metros alto con y largo máximo de 20 m, entre pilar y pilar. Con los resultados del análisis geomecánico se determinó que para aplicar el minado por sub level stoping la configuración de la dimensión son stopes de 50 m. de altura ,160 m de longitud y subniveles con banco de 19 m, y los parámetros operativos como la recuperación de mineral es de 88 % y dilución del 20 % aplicando sostenimiento con cable bolting. Al realizar el análisis económico cuando se mina el TJ 882 por el método de corte y relleno se tiene un costo de producción de \$/Tm. 110.7 y al migrar al minado por sub level stoping el costo de producción será \$/Tm 100, generando un ahorro de \$/Tm 10. Entonces al minar el TJ 882 por sub level stoping, se tendría que el tajeo tendría una duración de 12 meses, generando un VAN 370 mil dólares, un TIR de 17 %, un PAY BACK de 7 meses y vínculo significativo positivo de \$/TM 3.1 de beneficio, a comparación que si aplicáramos el método de minado por corte y relleno tajeo tendría una duración de 16 meses, generando un VAN 187 mil dólares, un TIR de 12 %, un PAY BACK de 12 meses y vínculo significativo positivo de \$/TM 1.7 de beneficio. Entonces el minado por sub level stoping si optimiza la rentabilidad de TJ 882 en la compañía minera Kolpa.

Por otro lado, (Rondán Andrade, J, 2021) en su investigación titulado “Gestión de implementación del método de explotación Bench & Fill para la reducción de costos de minado de una mina subterránea en la zona sur del Perú” donde menciona que existen una variedad de métodos de minado en minería subterránea para su aplicabilidad a diferentes geometrías de los cuerpos mineralizados, y al seleccionarlos cuentan con sus propias características y ventajas y desventajas al momento de su ejecución. Es por ello la importancia de la implementación de un método de minado adecuado para lograr los objetivos del negocio minero de bajos costos, ahorros en lo económico, productividad, seguridad y medio ambiente. La Implementación de método Bench & Fill es atractivo en los aspectos de bajo costos de minado, evaluación económica y de productividad con respecto al método de Corte y Relleno Ascendente (Cut & Fill). En el tema de seguridad es favorable el método Bench & Fill porque minimiza la exposición del personal a la excavación del tajo, realizando todo el ciclo bajo techo seguro y en el tema de medio ambiente también es ventajoso por el menor traslado de desmonte a superficie alargando la vida de la desmontera por la mayor cantidad de desmonte que se requiere para el relleno con respecto al método Corte y Relleno ascendente. La presente tesis presenta aspectos económicos y técnicos importantes que permite su implementación de este método masivo como es el método Bench & Fill.

2.1.3. Antecedentes a nivel local

(Torres Najera, H, 2022) en su investigación titulado “Aplicación del método bench and fill para optimizar las operaciones mineras zona socorro bajo - unidad minera Uchucchacua”. 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.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Método de minado

El método de minado elegido y su actual ejecución se describen como la preparación de accesos al cuerpo mineralizado, subniveles paralelos a los cuerpos, ventanas transversales a los cuerpos, chimeneas de extracción y bolsillos. La secuencia está en función del planeamiento elaborado previamente (De la Cruz. A., Rodríguez V., Huamaní, Lidia , 2012).

2.2.2. Tajo:

También conocido como cámara, es el sector de una mina subterránea donde se lleva a cabo la explotación gradual del depósito (Rivera Rivera, D , 2017).

2.2.3. Optimización de operaciones

Básicamente la optimización de las operaciones mineras subterráneas está relacionada con diversos aspectos como la búsqueda de mecanismos que permitan reducir costos de producción, la mejora en las labores de carguío y transporte (Camara Minera del Perú, 2016).

2.2.4. ¿Qué es la rentabilidad de una empresa?

La rentabilidad hace referencia a la capacidad que tiene una organización para obtener ganancias. De dicha capacidad, se desprende un índice que mide la relación entre la utilidad o la ganancia obtenida y la inversión realizada para poder conseguirla. En este sentido, la rentabilidad es una medida de productividad que determina si las operaciones comerciales de la empresa tuvieron éxito o fracasaron: muestra si las ganancias resultan ser mayores o menores a los costos y gastos generales que se emplearon para poder obtenerlas (Docusing, 2023).

2.2.5. Subnivel Stoping

El subnivel Stoping es conocido como minado por sub-niveles y consiste en dejar cámaras vacías después de la extracción del mineral. El método se caracteriza por su gran productividad debido a que las labores de preparación se utilizan en su mayor parte dentro del mineral.

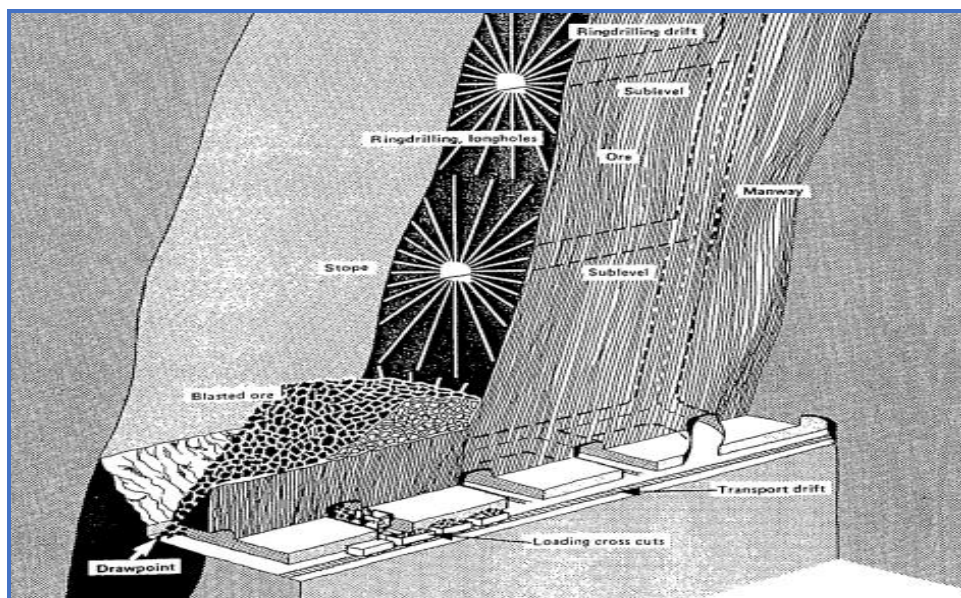
Es un método en el cual se excava el mineral por tajadas verticales dejando el caserón vacío, por lo general de grandes dimensiones, particularmente en el sentido vertical (U cursos cl, 2019).

Adecuado en yacimientos regulares, con rocas y mineralización resistentes (mínimo 55 Mpa), potentes (>7m), cayendo el material al hueco abierto. La distancia entre subniveles depende de la dilución admisible y el costo: actualmente 60/100/130 entre niveles, 30 entre subniveles (Husillo Rodríguez, R; Barral Ramón, N, 2019).

En los costos disminuyen al aumentar la altura, pero incrementan la dilución y ciertos costos (recuperación macizos de protección). Método de gran productividad, pero con larga preparación, principalmente dentro del mineral (Husillo Rodríguez, R; Barral Ramón, N, 2019).

Gran inconveniente: tamaño de los huecos, sin sostenimiento, que deberán resistir a voladuras siguientes.

Figura 1: Excavaciones por subniveles, con barrenos dispuestos en abanico y carga transversal

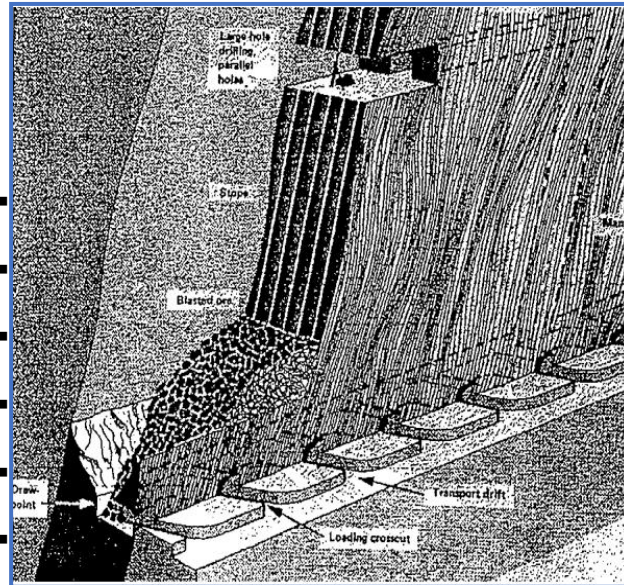


Fuente: (Husillo Rodríguez, R; Barral Ramón, N, 2019)

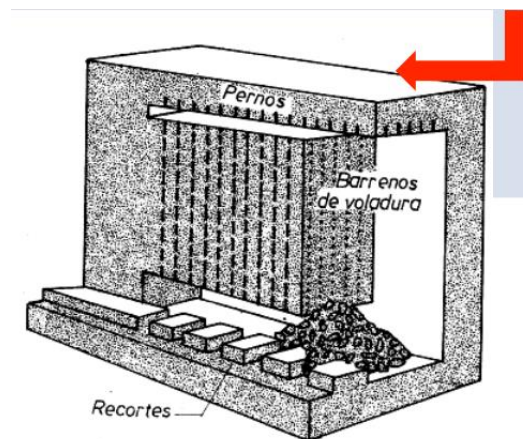
Las cámaras se inician por una chimenea al techo, que al rasgarse será la cara libre de las voladuras (podrán ser en abanico y con aros paralelos o en cráter).

2.2.5.1. Subniveles con barrenos en abanico

- Permite una distribución uniforme de los barrenos.
- Se comienza ensanchando el subnivel hasta el ancho de cámara, con barrenos paralelos secuenciados de hasta 165 mm. de diámetro, con martillo de fondo.



- Tras crear la roza frontal, se inicia el arranque por cornisas por el subnivel más bajo, con barrenos descendentes.
- En la actualidad sustituido en gran medida por el método de banqueo con grandes barrenos.



2.2.5.2. Subniveles con barrenos en abanico

- Barrenos de 51-102 mm de diámetro.
- Se perfora dentro de la galería de nivel (más seguridad).
- La distancia entre subniveles depende de la posibilidad de controlar un espaciado y piedra correctos en los extremos.

- Suele comenzar a volarse por los subniveles inferiores, preparándose seis por nivel y volando de tres en tres. El barreno inicial será el vertical.
- La longitud optima de perforación suele estar entre 20 y 24 m, para controlar la desviación.
- Podrán entrecruzarse barrenos de subniveles distintos para mejorar la fragmentación.

2.2.5.3. Descripción

- Método de extracción a gran escala.
- Se aplica a cuerpos mineralizados que requieren mínimo soporte y roca de caja competente.
- La forma del cuerpo mineralizado debe ser regular y definido en sus límites.
- El borde luego de la voladura debe ser de suficiente inclinación que permita la caída libre de los fragmentos.
- Baja dilución.
- Alta recuperación.
- Tiene un costo entre 5-10 \$/Tn.

2.2.5.4 Características y detalles del método

- Método versátil y productivo usado principalmente para grandes yacimientos con una fuerte pendiente, forma regular y límites de mineral definidos.
- Hay diferentes variaciones del método según la forma del yacimiento.
- Sin embargo, el método se basa en el principio de voladura de grandes cortes, que luego se rellenan para maximizar la recuperación del yacimiento.

- Los Drifts se crean a través del yacimiento para permitir la extracción de tajeos entre subniveles.
- El yacimiento se puede dividir en tajeos primarios y secundarios, donde los tajeos primarios se minan primero.
- Los tajeos secundarios se dejan como pilares hasta que los tajeos primarios adyacentes se hayan extraído y rellenado.
- El relleno estabilizado en los tajeos primarios previene que las paredes laterales se derrumben cuando se trabaja los tajeos secundarios.
- Se requieren aumentos de apertura para acomodar el estallido inicial y comenzar el proceso de parada.
- Si las condiciones de la roca lo permiten, es común perforar todo el rebaje antes de cargar y voladuras.
- Una vez que el mineral de la primera sección ha sido limpiado y extraído, se crea suficiente espacio para explotar grandes secciones de la misma.
- Una de las ventajas del relleno es la posibilidad de reutilizar residuos para material de relleno, como relaves y arena de la planta de procesamiento.
- La secuencia de excavación continúa de acuerdo al plan.
- Antes de que sea hora de excavar los tajeos secundarios, a menudo se instalan pernos de anclaje encima del tajeo. Esto proporciona un soporte adicional a la masa rocosa, lo que ayuda a evitar que los bloques más grandes caigan dentro del tajeo excavado.

- La productividad se mantiene a un ritmo elevado, ya que es posible extraer el mineral, en diferentes niveles y tajeos al mismo tiempo.
- El 'sublevel stoping' es un método de minería productiva a gran escala que permite una gran cantidad de puntos de producción en operación al mismo tiempo, ofreciendo una buena productividad y baja dilución.

2.2.6. ¿Qué es el método Bench and fill?

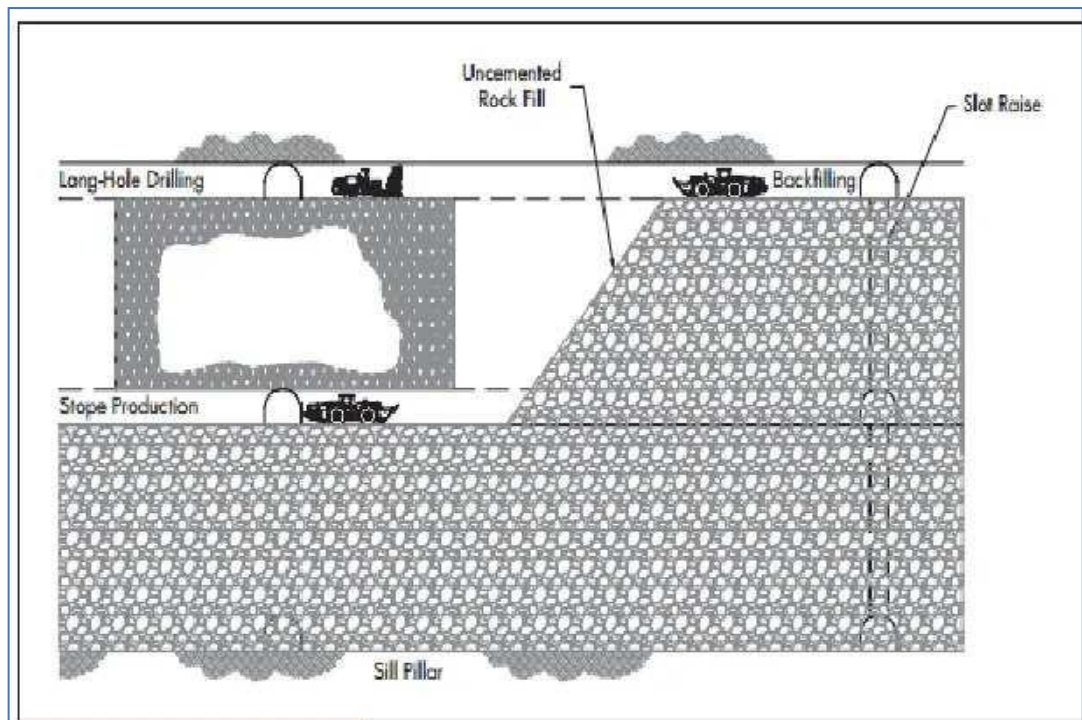
El método de explotación Bench and Fill (Bancado y relleno) nos permite disparar tajeos de grandes volúmenes, para ello se elaboran planos de perforación de acuerdo con las características geomecánicas, indicando el número de taladros correspondientes, inclinación y longitud de taladros (Vilca Casazuela, C., 2018).

El método de Bench & Fill corresponde a una variante del Cut& Fill, donde se obtiene una mejora en la productividad y una reducción de los costos de producción. Este método consiste en la explotación de las vetas mediante subniveles construidos entre 10 y 20 m (cota piso). (Ingeniería de Minas - UNDAC, 2019)

La Implementación de método Bench & Fill es atractivo en los aspectos de bajo costos de minado, evaluación económica y de productividad con respecto al método de Corte y Relleno Ascendente (Cut & Fill). En el tema de seguridad es favorable el método Bench & Fill porque minimiza la exposición del personal a la excavación del tajo, realizando todo el ciclo bajo techo seguro y en el tema de medio ambiente también es ventajoso por el menor traslado de desmonte a superficie alargando la vida de la desmontera por la mayor cantidad de desmonte que se requiere para el relleno con respecto al método Corte y Relleno ascendente (Rondán Andrade, J, 2021).

El método de bench & fill corresponde a una variante del cut & fill, donde se obtiene una mejora en la productividad y una reducción de los costos de producción (Resumen de exposición en eventos mineros, 2016).

Figura 2: Excavaciones por subniveles, con barrenos dispuestos en abanico y carga transversal



Esta variante del método se aplica en cuerpos de geometría vertical o casi vertical de dimensiones suficientes y una competencia de la roca que permitan la explotación del cuerpo por medio de banqueo. La secuencia de extracción es en retroceso y seguida por la implementación de relleno en avance (Resumen de exposición en eventos mineros, 2016).

2.2.6.1. Diseño de bloques

Para el diseño de los bloques o cámaras de explotación se debe considerar los siguientes aspectos técnicos:

- Estabilidad del caserón
- Análisis geotécnico
- Equipo de perforación

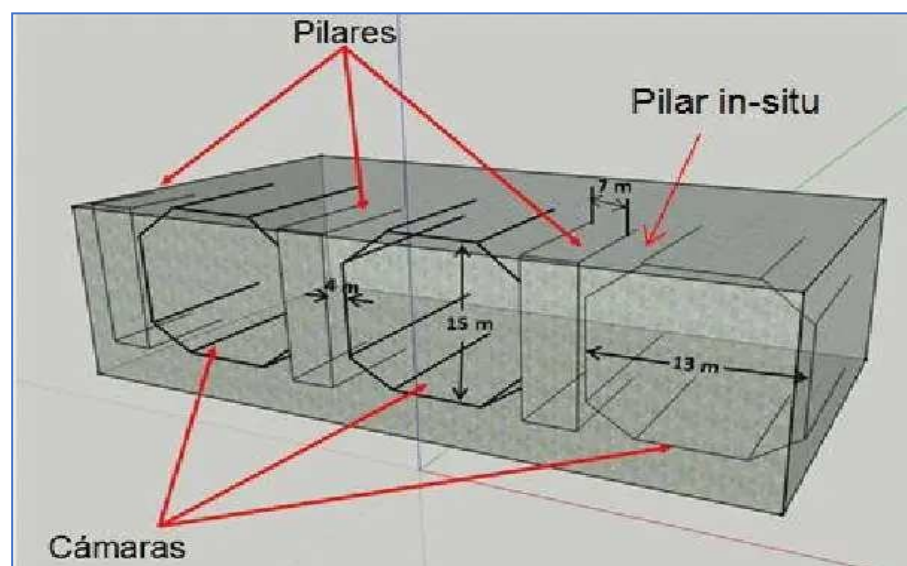
Altura de cámaras de explotación

La altura del caserón se estima de acuerdo con el equipo de perforación a utilizar, teniendo siempre en cuenta que se cumpla con las condiciones de estabilidad requerida. Con el fin de aminorar la desviación de las perforaciones a realizar, estas se pueden hacer de forma descendente con equipos DTH.

Ancho de cámaras de explotación

El análisis para definir el ancho de una cámara de explotación está directamente relacionado con la estabilidad del bloque, siendo además necesario el uso de pilares.

Figura 3: Excavaciones Diseño bloques de explotación



2.2.6.2. Labores De Preparación Bench And Fill

Labores mineras necesarias para la explotación de un bloque mineralizado del yacimiento (vías de transporte, accesos, ventilación, etc.). Entre estas se tiene el nivel de producción y el nivel superior de perforación (Resumen de exposición en eventos mineros, 2016).

a) Nivel de producción

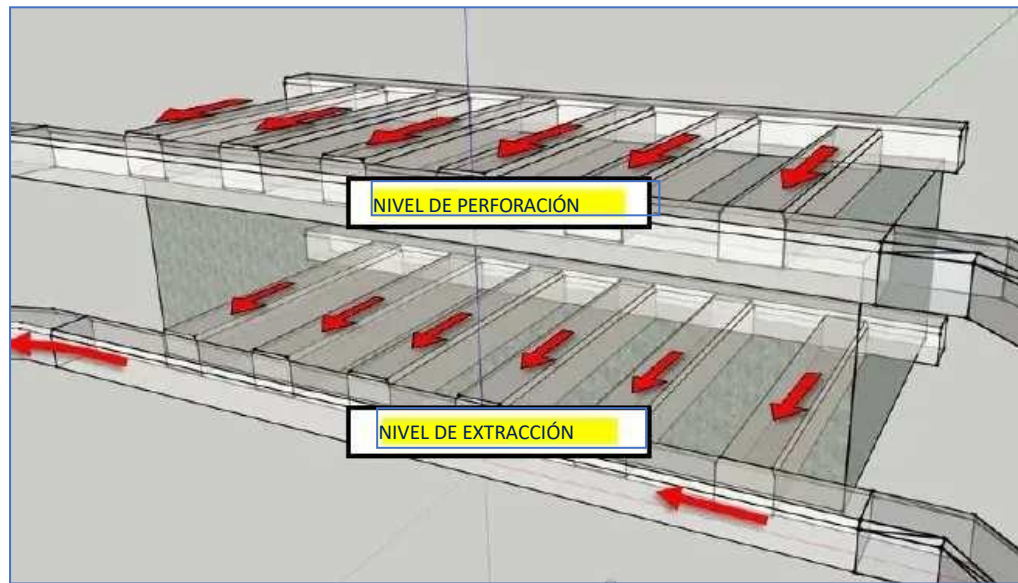
El nivel de extracción consiste en una galería de transporte y estocadas de carguío, las cuales intersectan de tal manera que aseguran la continuidad del diseño a lo largo del nivel.

- ✓ **Galería de transporte:** su diseño debe permitir el movimiento expedito del equipo de carguío, evitando quiebres en el recorrido que reducen la velocidad y contribuyen al deterioro de las pistas. Además, debe tener una sección adecuada para tránsito de camiones.
- ✓ **Estocadas de extracción:** Se deben diseñar considerando que los equipos puedan transitar sin mayores dificultades, además que carguen alineados. Sus parámetros de diseño son:
 - Longitud: variable y depende de las dimensiones de las cámaras de explotación, las que a su vez dependen de la geometría del bloque de mineral a extraer.
 - La distancia entre estocadas depende del ancho de las unidades de explotación y de los pilares que le darán estabilidad al caserón.

b) Nivel superior de Perforación

El Nivel Superior tiene por objetivo la operación de los equipos DTH para perforaciones descendentes. En este caso su orientación es paralela al nivel de extracción, y sus parámetros de diseño son los mismos mencionados para el nivel de extracción.

Figura 4: Diseño bloques de explotación Isométrico de nivel superior e inferior bench and fill



c) Pivotes de acceso

Se utilizan para acceder al nivel a explotar y su excavación es por estéril. Su pendiente varía de - 12% a + 12% dependiendo de la cota de inicio donde comience este pivote.

2.2.6.3. Secuencia de explotación

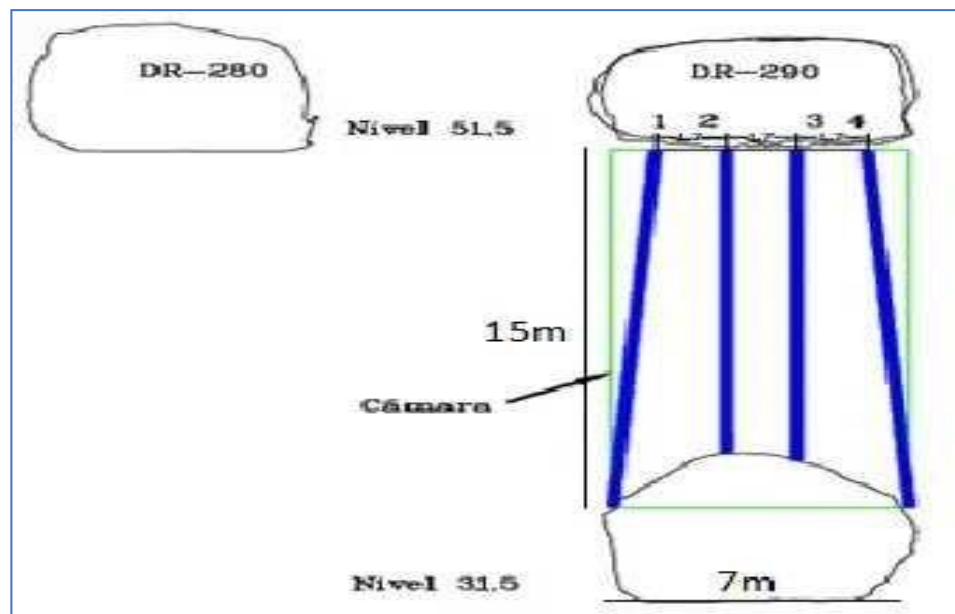
La secuencia de explotación de las unidades de explotación en un bloque consiste en la extracción de una cámara por medio. Primero se explotan las cámaras primarias, para posteriormente rellenar y explotar las cámaras restantes contra relleno. La secuencia operativa es:

- Perforación descendente
- Explotación de las cámaras primarias en retroceso
- Relleno de la cámara explotada
- Tronadura de cámara contra relleno
- Relleno faltante

Perforación y tronadura

El proceso de perforación para el método bench & fill se realiza de manera descendente, haciendo uso de un equipo perforador del tipo DTH con diámetro de perforación de 3 1/2". La tronadura de los pozos perforados se basa en la metodología de Ash, estableciendo parámetros para el burden y espaciamiento de los tiros cargados.

Figura 5: Perforación y tronadura



Relleno

La utilización de relleno en minería subterránea es un importante componente integral para un gran número de faenas subterráneas actualmente en operación, donde este proporciona un grado de estabilidad y seguridad que permite desarrollar los trabajos de manera confiable.

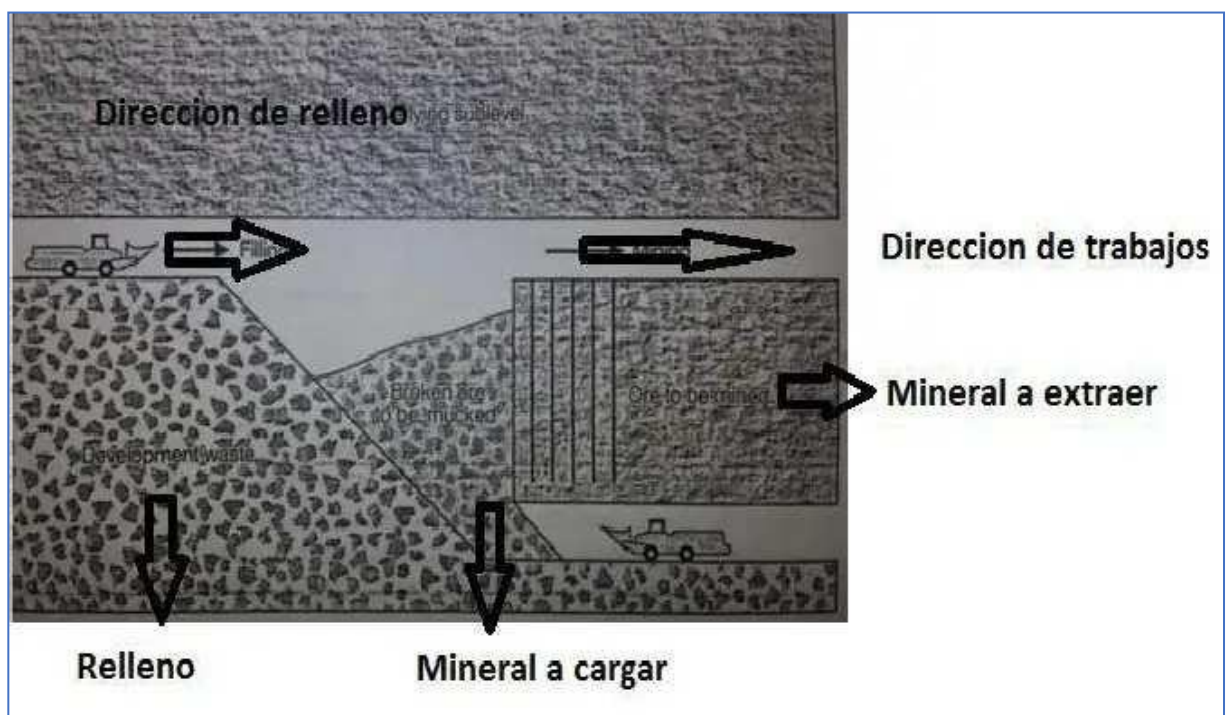
La selección del tipo de relleno a utilizar considera una amplia gama de disciplinas, incluyendo mecánica de suelos, mecánica de fluidos, ingeniería de procesos y tecnología de hormigones entre otras.

Relleno seco

El relleno seco consiste en material extraído de labores previas, el cual es depositado en las cavidades a rellenar por medio de métodos convencionales de carguío y transporte. Este tipo de relleno es no consolidado, donde sus principales propiedades y parámetros a considerar son:

- Peso del material
- Angulo de reposo
- Angulo de fricción
- Distribución granulométrica
- Cohesión aparente
- Densidad relativa
- Resistencia de corte

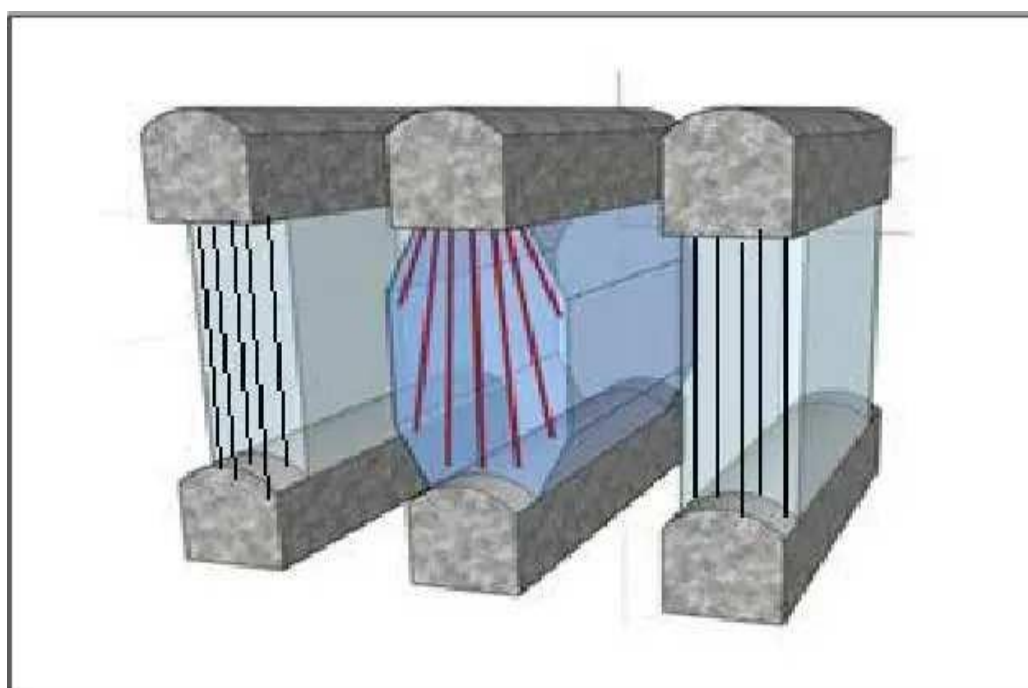
Figura 6: Introducción relleno B&F-Handbook on Mine Fill



2.2.6.4. Diseño y aplicación de Bench & Fill

Este sistema es implementado actualmente en Minera Michilla y que tiene una variante del tradicional bench & fill, en la cual se considera la implementación de dos diseños de cámaras. Dichas cámaras son las denominadas cámaras primarias (rectas) y cámaras secundarias (abanico), a continuación, se muestra una representación gráfica de estas:

Figura 7: Representación cámaras bench & fill



Es necesario mencionar que en ambos tipos de cámaras se introducirá relleno seco proveniente de acopios ubicados en la interior mina con el objeto de mejorar la estabilidad del sector (Resumen de exposición en eventos mineros, 2016). Este material es producto de labores anteriormente realizadas.

2.2.7. Compañía Minera Chungar

La compañía minera Volcan a través de su ahora subsidiaria Compañía Minera Chungar S.A.C., opera las minas polimetálicas de Animón e Islay, en el distrito minero de Huayllay. La mina Chungar, opera yacimiento polimetálico

(Zn-Pb-Cu-Ag) de tipo skarn ubicado en los Andes del Perú central, aproximadamente 116 km al NE de Lima, 57 km al suroeste de Cerro de Pasco, y 82 km al noroeste de km de La Oroya, a una altura de 4380 m.s.n.m (Compañía Minera Chungar, 2017),

2.3. Definición de los términos básicos

a. Broca:

Extremidad cortante de un taladro, generalmente hecha de un material muy duro, como diamante industrial o carburo de tungsteno (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

b. Cuarcita:

Roca metamórfica formada por transformación de roca arenisca por la acción del calor y presión (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

c. Cuarzo:

Mineral común que forma rocas y se compone de silicio y oxígeno (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

d. Desarrollo:

Es la operación que se realiza para hacer posible la explotación del mineral contenido en un yacimiento (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

e. Echadero

Es una labor minera vertical o semi vertical que sirve como medio de transporte del mineral o desmonte de un nivel a otro (Reglamento de Seguridad e Higiene Minera - Decreto Supremo N° 024-2016-EM, 2016).

f. Explosivos

Son compuestos químicos susceptibles de descomposición muy rápida que generan instantáneamente gran volumen de gases a altas temperaturas y presión ocasionando efectos destructivos (Reglamento de Seguridad e Higiene Minera - Decreto Supremo N° 024-2016-EM, 2016).

g. Explotación:

Desarrollo de las operaciones mineras en sí, de un yacimiento dado (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

h. Galería:

Galería horizontal abierta al extremo de una montaña o colina para permitir el acceso al yacimiento. Generalmente es conocida como túnel (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

i. Inclinación:

Angulo vertical que el yacimiento forma entre el plano horizontal en dirección (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

j. Inclinación de taladro:

Los taladros en un banco pueden ser perforados verticalmente ó inclinados. Cuanto más se inclinen los taladros, menos constricción tendrán ya que el ángulo de deflexión en el fondo aumenta con el incremento de inclinación (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

k. Nivel:

Galerías horizontales de un frente de trabajo existente en una mina; es usual trabajar las minas desde un pozo, estableciendo niveles a intervalos regulares, generalmente con una separación de 50 metros o más (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

l. Mineral

Es todo compuesto químico inorgánico, que tiene propiedades particulares en cuyo origen no han intervenido los seres orgánicos, y se encuentran en lo interior o en la superficie de la tierra, tales como metales, piedras, etc. (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

m. Pilar:

Bloque sólido de mineral o de roca dejado en un lugar para sostener la estructura del pozo, de las paredes o del techo de la mina (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

n. Proceso de Voladura

Es un conjunto de tareas que comprende: el traslado del explosivo y accesorios de los polvorines al lugar del disparo, las disposiciones preventivas antes del carguío, el carguío de los explosivos, la conexión de los taladros cargados, la verificación de las medidas de seguridad, la autorización y el encendido del disparo (Reglamento de Seguridad e Higiene Minera - Decreto Supremo N° 024-2016-EM, 2016).

o. Relleno:

Desecho de roca utilizado para rellenar el vacío que se forma al extraer un cuerpo mineral (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

p. Roca:

Cualquier combinación natural de minerales, las rocas forman parte de la corteza terrestre (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

q. Subnivel:

Nivel u horizonte de trabajo situado entre los niveles de trabajo principales (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

r. Techo:

Techo o bóveda de una galería subterránea (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

s. Veta:

Fisura, falla o rajadura de una roca llena de minerales que migraron hacia arriba, proveniente de alguna fuente profunda (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

t. Zona:

Área de una mineralización bien definida (Estudios Mineros del Perú S.A.C., 2016).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Mediante el minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos optimizara las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- a. El diseño de minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para optimizara las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022.
- b. La geomecánica para elegir el minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill es competente en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022.
- c. Los costos se reducirán con los métodos Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variable independiente

- ✓ Optimizara las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C

2.5.2. Variable dependiente

- ✓ Minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1: Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLE		DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES E INDICADORES	INDICADORES
Variable Independiente	Optimizará las operaciones en la Minería Compañía Chungar S.A.C	Subnivel Stoping Es un método en el cual se excava el mineral por tajadas verticales dejando el caserón vacío, por lo general de grandes dimensiones, particularmente en el sentido vertical (U cursos cl, 2019). ¿Qué es el método Bench and fill? El método de explotación Bench and Fill (Bancado y relleno) nos permite disparar tajeos de grandes volúmenes, para ello se elaboran planos de perforación de acuerdo con las características geomecánicas, indicando el número de taladros correspondientes, inclinación y longitud de taladros (Vilca Casazuela, C., 2018).	Dimensiones Independiente: Se desarrollará los diseños Level Stoping - Bench and Fill como se ayudan ambos minados para mejorar las operaciones.	- Reducir costos de producción, - La mejora en las labores de carguío y transporte
		Optimización de operaciones Básicamente la optimización de las operaciones mineras subterráneas está relacionada con diversos aspectos como la búsqueda de mecanismos que permitan reducir costos de producción, la mejora en las labores de carguío y transporte (Cámara Minera del Perú, 2016).	Dimensiones Dependiente: Se evaluará factores que ayudan a reducir los costos y aumentar el volumen de producción	

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de Investigación

Según Sampieri (2011) la investigación descriptiva busca “especificar los métodos, propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”. Para ello nuestra investigación es descriptivo que ayudara a especificar los métodos de minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C. –Distrito de Huayllay.

3.2. Nivel de la investigación

El nivel de investigación es descriptivo analítico, ya que describió y analizó el minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C. –Distrito de Huayllay; Pasco 2022.

3.3. Métodos de investigación

Evaluación en campo

- a. Evaluación de los métodos de minado Level Stopping - Bench and Fill en interior mina.

- b. Recopilación de información de los métodos de minado Level Stoping - Bench and Fill en interior mina

Trabajo de gabinete

Procesamiento y análisis de información de los métodos de minado Level Stoping - Bench and Fill.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es cuantitativo ya que se recolecto y analizo información de los métodos de minado Level Stoping - Bench and Fill en interior mina, para que a través de herramientas estadísticas se pueda describir y explicar la optimización de las operaciones.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Nuestra población está constituida por todas las labores en explotación de la Compañía Minera Chungar.

3.5.2. Muestra

Las muestras están comprendidas por las labores de la Veta Guisela donde está aplicando métodos de minado Level Stoping - Bench and Fill.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Recopilación de información

- Se recolectará información de campo utilizando fichas de recolección de datos
- Análisis documental
- Observación

3.6.2. Instrumentos

- Fichas de recolección de datos
- Aparato Fotográfica

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Clasificación de información
- Tabulación.
- Análisis e interpretación.

3.8. Tratamiento estadístico

Para el tratamiento estadístico se usó el programa Excel.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La investigación se procesadora cumpliendo los siguientes:

- ✓ Reglamento de grados y títulos de la UNDAC y las normas de APA.
- ✓ Reglamento de publicación (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019)
- ✓ Reglamento General de Investigación (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019)
- ✓ Líneas de Investigación (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019)
- ✓ Código de Ética para la Investigación (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019)
- ✓ Reglamento de Propiedad Intelectual (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019)
- ✓ Reglamento General de Grados Académicos y Títulos profesionales (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2022)
- ✓ Reglamento de Verificación de Similitud, contenido de la producción Académico y Científica (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2022)
- ✓ Resolución de Consejo Universitario (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2022)

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

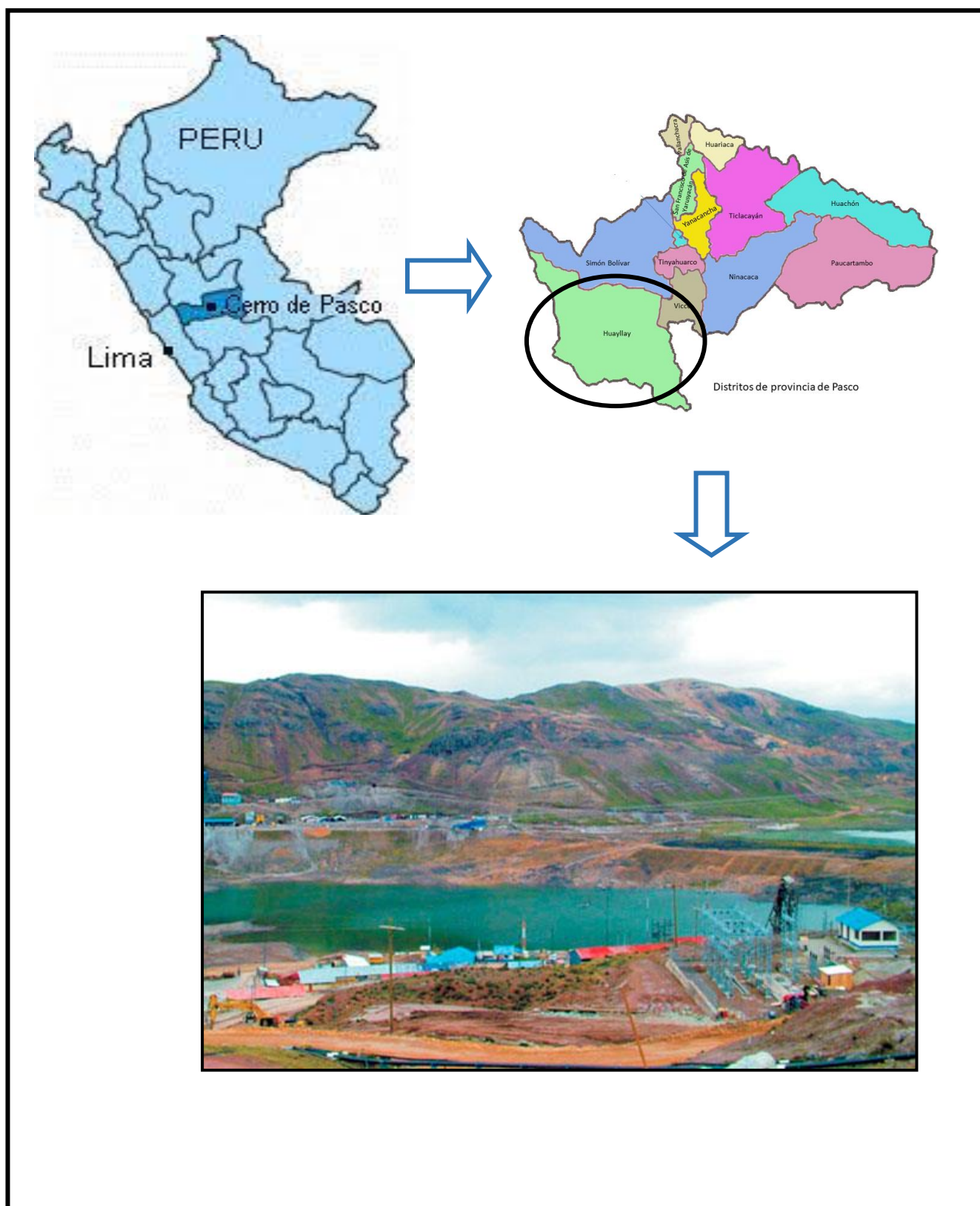
4.1.1. Ubicación de la zona a investigar

La compañía minera Chungar SAC está ubicada a 4600 msnm en el distrito de Huayllay, provincia y región de Pasco, la compañía minera está conformado con las minas de explotación subterráneas Animón e Islay; para ambas unidades se tiene una planta procesadora en su capacidad de 5500 TPD. Para más detalle de su ubicación se puede observar en el Mapa 1.

4.1.2. Accesibilidad

Desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Huayllay por la vía carretera central se recorre 270 Km por la vía asfaltada, desde Huayllay se recorre la vía afirmada hasta Chungar este recorrido es de 33 Km.

Mapa 1 Ubicación geográfica de Compañía Minera Chungar S.A.C.



Elaboración propia

Asimismo, se muestra en las imágenes la inducción diaria ante de realizar las labores de minados por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos en Animón

Imagen 1 Inducción ante de realizar las labores de minados por Sub Level Stopping - Bench and Fill



4.1.3. Descripción del minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos en Animón

El método de explotación para Animon es el tajeo por subniveles ascendentes con Taladros Largos, en su variante “Bench and Fill”.

El diseño del método contempla la ejecución de accesos de 3.5 m x 4.0 m desde rampas operativas. Para definir los bancos de 10 m se desprenden subniveles base, intermedio y superior, formando de esta manera 2 bancos y 3 subniveles de 4 metros de altura, dejando sobre el tercer subnivel un puente de seguridad de 5 m de altura.

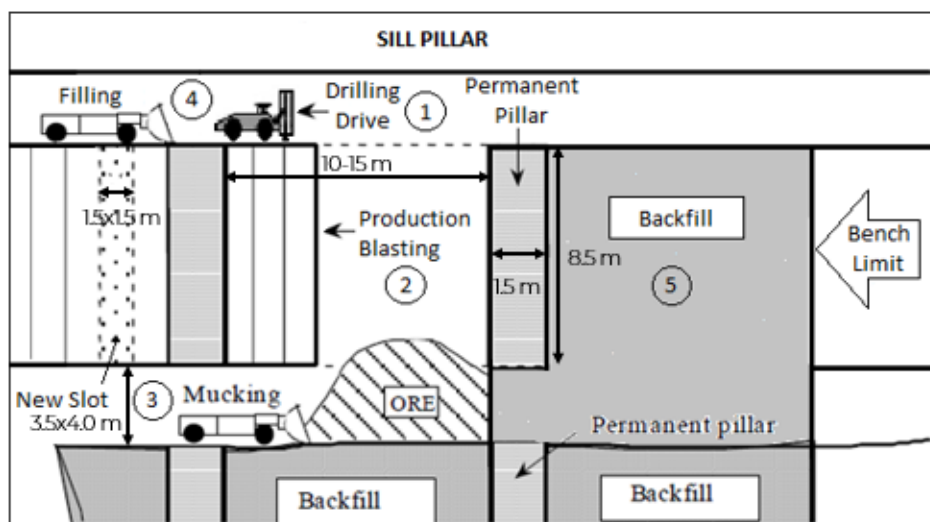
Estos bancos se subdividen en tramos de 10m de largo cuando las cajas tienen mala calidad (IVA-IVB) y 15 de largo cuando las cajas tienen regular calidad de roca (IIIB).

La perforación de los bancos se realiza en forma negativa y paralela a partir de los subniveles de perforación (superior). el mineral es disparado en retirada desde la cara libre (slots) hacia el acceso, dejando pilares intermedios para mejorar las condiciones de estabilidad.

La carga disparada cae por gravedad al subnivel inferior para realizar la limpieza con scoop diesel de 6 yd³ a control remoto, el cual es operado desde los refugios del subnivel base.

Luego de disparar todas las filas hasta llegar a la máxima abertura se procede con el relleno detrítico continuo del tajo en función del avance de la explotación, manteniendo un spam constante del pie del talud hacia la cara libre.

Figura 8: Vista del método sub level stopping - bench and fill en Animón



Este método de explotación tiene impacto favorable en seguridad, por minimizar la exposición del personal a la excavación del tajo, realizando todo el ciclo de minado mecanizado y bajo techo seguro.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Condiciones Geomecánicas

Las labores predominantes en Animón es de geometría vertical o semi vertical, con un buzamiento mayor a 60°, donde la calidad de la mineralización y la roca encajonante son de tipo regular a mala. El ancho mínimo de minado es 1.20 m. Bajo estas condiciones este método de explotación se aplica a la veta Gisela, Veta 3.

La mineralización predominante es esfalerita, pirita y galena, casi como trazos de marcasita pirolusita, tetraedrita-tennantita y boulangerita, la esfalerita es casi masiva, la pirita se presenta en cristales euhedrales, la galena se encuentra en espacios intersticiales de los sulfuros anteriores.

Tabla 2: Condiciones Geomecánicas

Condiciones ⁽¹⁾	Tipo	RMR
Tipo de estructura	Veta	----
Calidad de la mineralización	Regular A a Mala A	35-45
Calidad de Roca encajonante	Regular B a Mala A	20-25
Buzamiento	> 60°	
Ancho Minado mínimo	1.2 m	

Fuente: Compañía Minera Chungar-Departamento de geomecánica

4.2.2. Características del método de explotación

El método requiere un alto ratio de preparación, sin embargo, nos permite obtener una mayor productividad por disparo.

La restricción principal del método es contar con un solo acceso para las actividades de perforación y relleno.

La recuperación del método varía entre el 75% a 85% aproximadamente dependiendo de la cantidad de pilares y puentes de

seguridad que sea considerado en el diseño esto de acuerdo a la evaluación geomecánica del macizo rocoso.

Tabla 3: Características del método de explotación

Características	Índice
Ratio de preparación	63 Tn/ml
Productividad	75 Tn/hr
Relleno	Detrítico
Recuperación del método ⁽¹⁾	85 %
Recuperación Operativa ⁽²⁾	95 %

Fuente: Compañía Minera Chungar

4.2.3. Parámetros de minado y diseño detallado

Labores de Infraestructura y desarrollo:

- El desarrollo de mina previo al minado contempla la ejecución de obras de infraestructura para drenaje, bombeo, cámara de carguío, chimeneas de ventilación y servicio que se construirán con equipos raise boring, desde superficie para las troncales principales y desde interior mina para los circuitos secundarios, siendo una alternativa las chimeneas VCR que se perforan con los equipos de taladros largos.
- Para acceder a las estructuras mineralizadas se diseñan rampas operativas de sección 4.0 m x 4.5m con una gradiente de +/-13% en forma paralela y a una distancia de 50m en promedio a la estructura mineralizada está de acuerdo con una evaluación geomecánica.
- En las intersecciones del acceso y la rampa se realizan desquinces en el techo de la labor para puntos de carguío del scoop hacia los volquetes, con una cámara de acumulación de 15m de longitud y sección de 3.5m x 4.0m, tal como se puede observar en las siguientes imágenes:

Imagen 2 Vista del acceso de sección 3.5 m x 4.0 m



- En las estructuras que se tiene filtración de agua se realiza pozas de bombeo en los accesos de 4.5m x 4.0m y longitud de 15m.

Labores de Preparación:

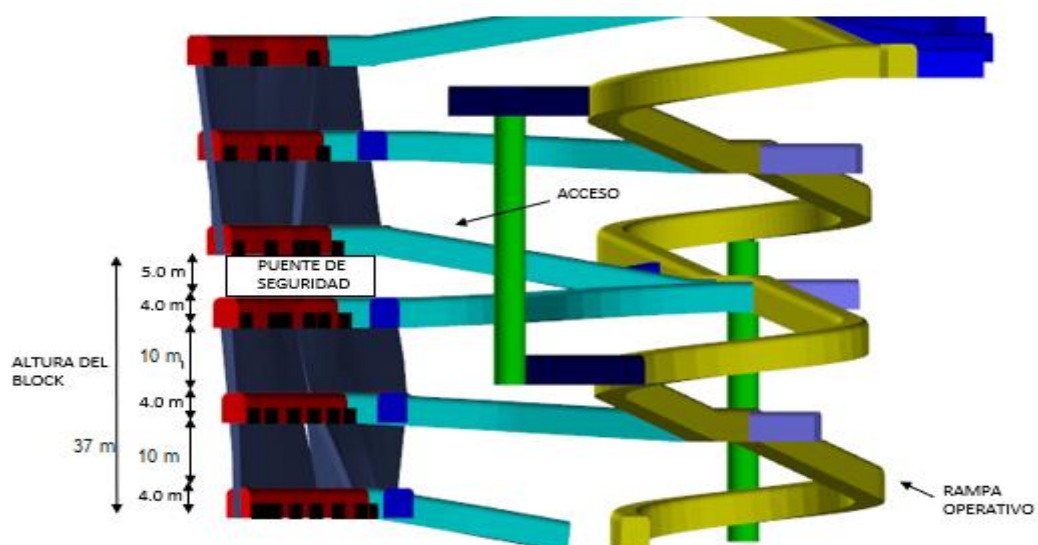
- A partir de la rampa se desprenden labores de acceso de 3.5m x 4.0m con una longitud promedio de 50 m (gradiente +1%), con la finalidad de interceptar la estructura mineralizada en el nivel base, intermedio y nivel superior.
- Una vez interceptado la veta se realiza los subniveles en los 3 subniveles de sección 3.5m x 4.0m a lo largo de la estructura mineralizada formando bancos de explotación de 10 m.
- En el subnivel base se realiza refugios de personal de sección 2.0m x 2.0m x 2.0m de longitud separados cada 27m para protección del operador del scoop a control remoto destinado para la limpieza del mineral.

Vista Perfil

Tabla 4: Esquema de minado en zona de desarrollo y preparación – Vista Perfil

Diseño de Mina	Sección	Longitud
Rampa Operativo en labores de desarrollo	4.0x4.5	262 m
Acceso	3.5x4.0	50 m
Altura Subnivel		4 m
N ^a de Subniveles		3
Altura de banco (vertical)		10 m
N ^a de Bancos		2
Longitud de banco		10,12 m (IVB-IVA) 15 m (IIIB)
Altura Puente de Seguridad		5.0 m
Altura del Block (vertical)		32 m

Ilustración 1: Vista Perfil: Rampa, Accesos, Subniveles y la veta

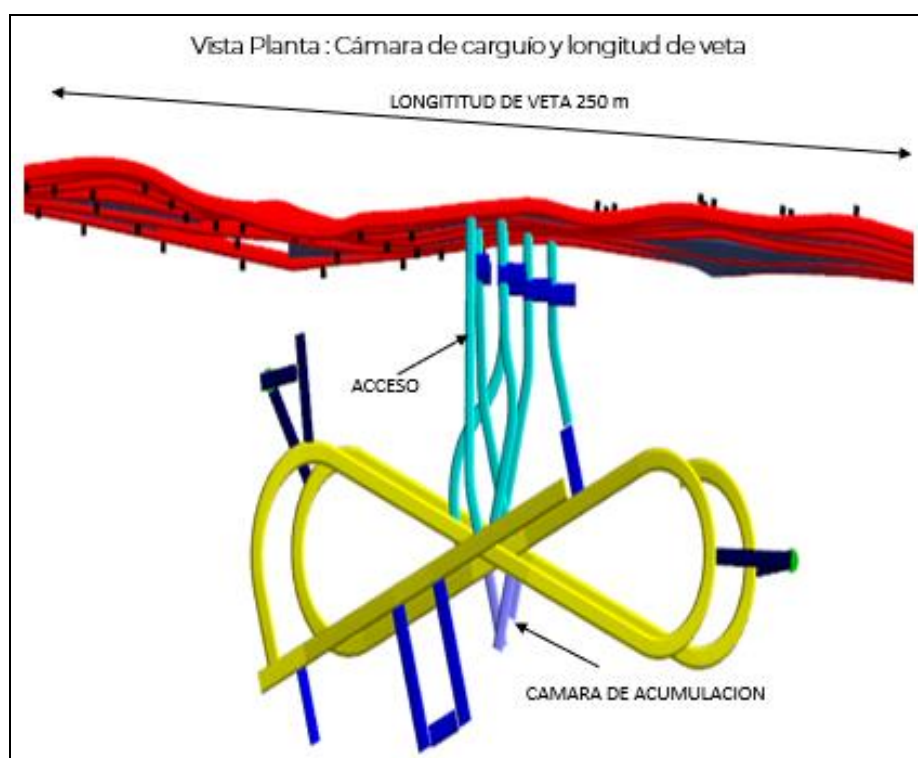


Vista Planta

Tabla 5: *Esquema de minado – Vista Planta*

Diseño de Mina	Sección	Longitud
Longitud de veta		250 m
Accesos	3.5 x 4.0	50 m
Subnivel	3.5 x 4.0	250 m
Cámara de Bombeo	3.5 x 4.0	15 m
Distancia a Ca. de carguío		150 m

Ilustración 2: *Vista Planta: Cámara de carguío y longitud de veta*

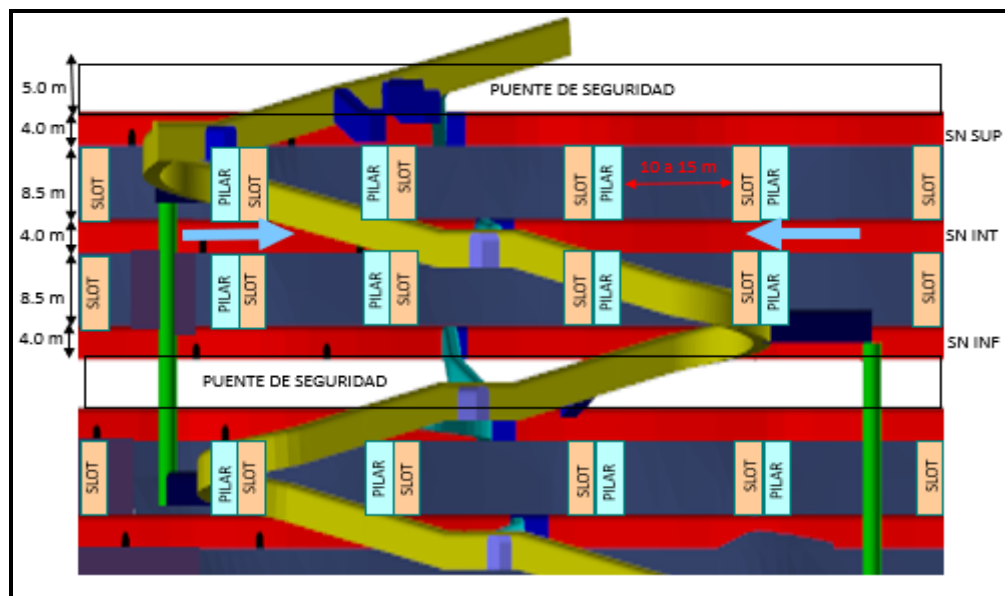


Vista Longitudinal

Tabla 6: Esquema de minado – Vista Longitudinal

Diseño de Mina	Sección	Longitud
Longitud de tajo	10 m	250 m
Pilar		1.5 m
Slots	1.5x1.5	10 m
LMA (Longitud Máxima abertura)		15 m
RB (Echaderos/Ventilación)	Ø 2.4 m	42 m

Ilustración 3: Vista Longitudinal: Stopes, Pilares y Puentes

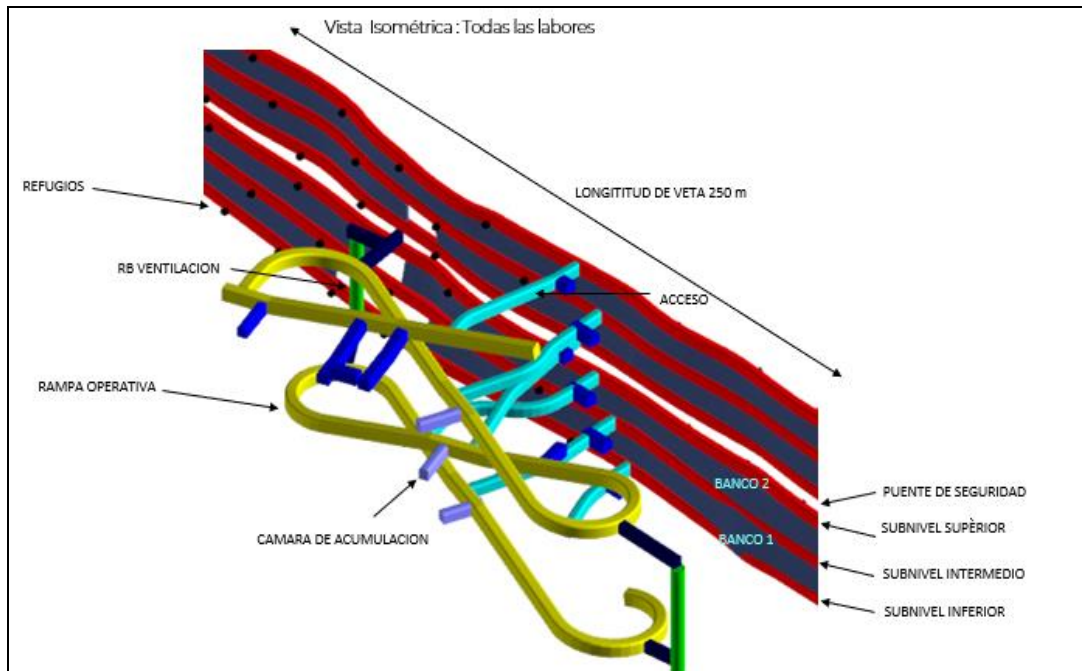


Los resultados resumidos presentados en las diferentes vistas sustentan las dimensiones actuales de minado que se vienen usando en la mina Animón.

A partir de ello se puede establecer las dimensiones de tajeos según las condiciones geomecánicas que se presenten en cada veta y tajeo.

4.2.3.1. Plano Isométrico

Ilustración 4: Vista Longitudinal: Stopes, Pilares y Puentes



4.2.4. Secuencia de minado en la mina Animón

4.2.4.1. Perforación:

La perforación para el método de minado Sub Level Stopping - Bench and Fill, este método se realiza porque se usa un relleno detrítico continuo con la finalidad de estabilizar el área abierta, manteniendo siempre una luz de 10 metros entre el avance de la cara libre del tajo y el pie del talud relleno, se detallará a continuación cada uno de los procesos:

- **Chimenea Slot:** Para la perforación de las chimeneas Slot (Cara Libre) se ejecuta con un equipo de perforación electrohidráulico Raptor, utilizando columnas compuestas por 7 barras de 4 pies, con rosca T38, el diámetro de broca utilizado es de 64 mm y alivios rimados a 5", la sección del slot es de 1.5m x 1.5m y 10 metros de longitud el cual se perfora con 17 taladros incluido 06 taladros de

alivio, si la condicion del terreno es de mala calidad la voladura se realiza en 2 tramos para evitar la recarga y descampaneo.

- **Taladros Largos:** Se realiza de acuerdo al diseño de burden y espaciamiento (0.75m x 0.70 m), establecido por la potencia de veta, calidad de la roca y diámetro de taladro. Debido a las características geomecánica de la roca y geometría de la estructura mineralizada en la mina Animón, se ha estandarizado de la siguiente manera: Se perfora de forma negativa y paralelamente; el rendimiento promedio de perforación es de 17 m/h.

Los principales controles en Taladros Largos son: Desviación, dilución, fragmentación, recuperación, factor de potencia y voladura secundaria.

Ilustración 5: Diseño de Burner y Espaciamiento

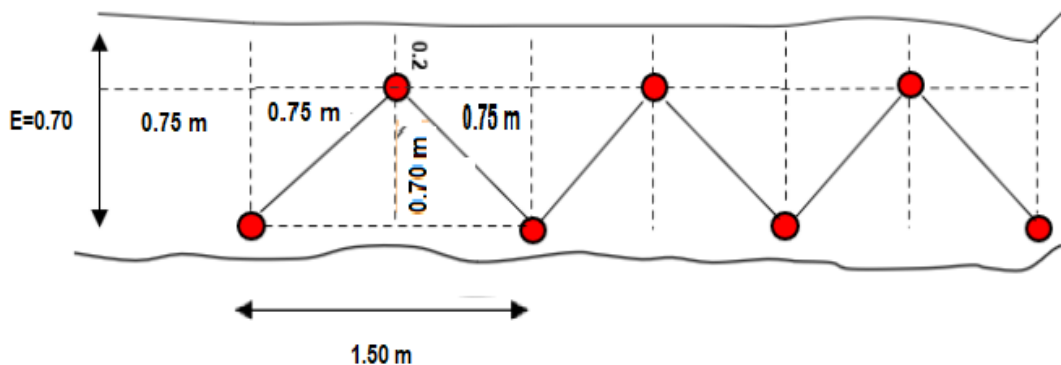


Ilustración 6: Longitud de taladro con carga



Tabla 7: Carguío de taladros

Taladro	
Malla	1.5 m x 0.70 m
Longitud del taladro	12.30 m
Carga neta	8.00 m
Densidad	3.2 Tn/m ³
Díámetro de taladro	64 mm
Tramo/fila	8 filas
Rotura	208 toneladas

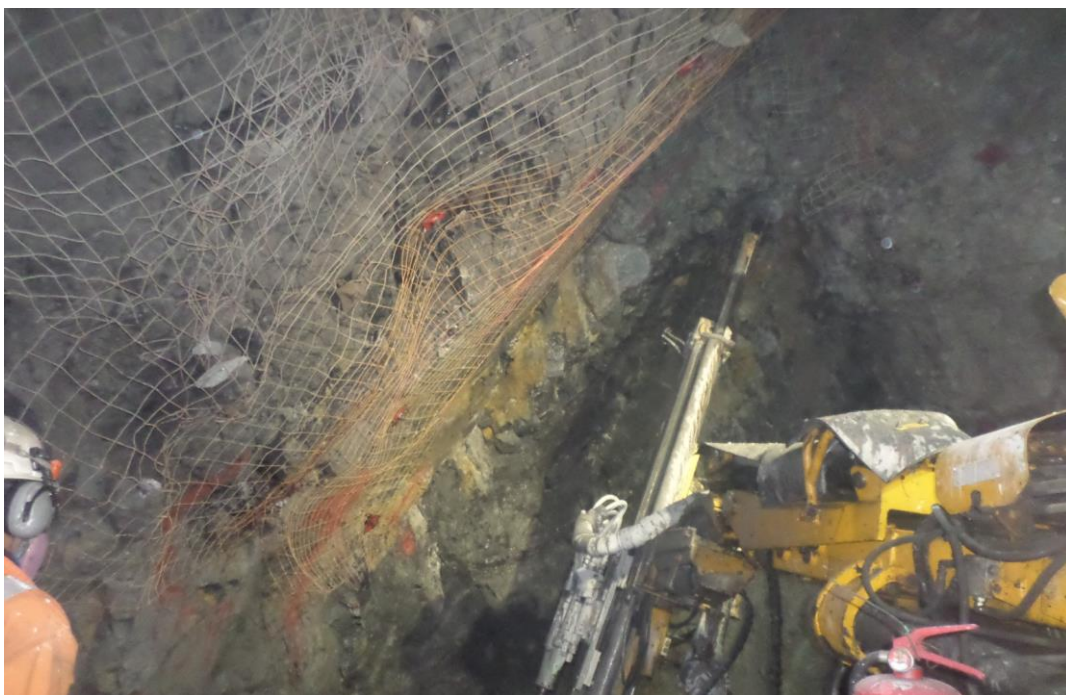
Tabla 8: Accesorios y explosivos utilizada

Accesorios	
Cordón detonantes	15 m
Excel 12 m	1 pieza
Exagel (E-65) de carga 2.7 kg/m	21.6 Kg para 8 m
Explosivos	
Emulex (E-65)	172.80 Kg
Factor de carga lineal	1.75 Kg/m
Factor de potencia	0.83 kg/ton

Las tablas anteriores se determina que le factor de carga lineal se determina de la división de accesorio Exagel (E-65) de carga 2.7 kg/m que es de 21.6 Kg sobre la longitud del taladro que es de 12.30 m teniendo 1.75 Kg/m.

Por otro lado, el factor de potencia viene determinado por el Emulex (E-65) sobre la rotura de minera que es 208 toneladas teniendo 0.83 kg/ton.

Imagen 3 Vista de trabajos de perforación



4.2.4.2. Voladura

La voladura se inicia con la correcta limpieza del piso y los taladros negativos con aire comprimido y el drenaje de agua acumulada.

La voladura se realiza de manera secuenciada en tandas de 3 filas por guardia, respetando el límite máximo de abertura de acuerdo con la recomendación geomecánica, los taladros se cargan con cartuchos emulex 80%, 65%, 45% con sistema de amarre en "V".

Por la calidad de la roca que se tiene en la mina Animon a todos los taladros perforados se les inserta tubos de PVC para evitar atascamiento en el carguío y anillados en la voladura.

4.2.4.3. Carguío y Acarreo

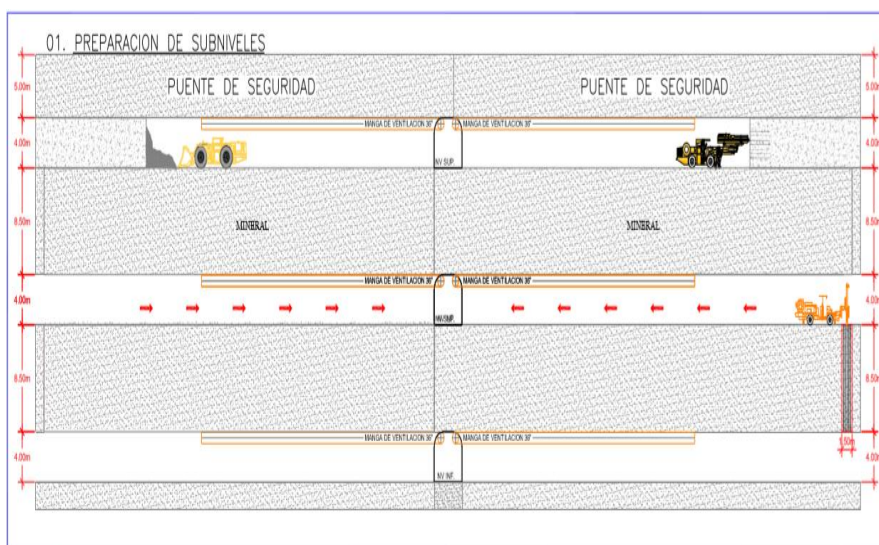
La limpieza del mineral roto producto de la voladura es trasladado mediante un cargador de bajo perfil (Scooptram) marca Caterpillar modelo R1600G con capacidad de 6 yd³ y rendimiento de 80 ton/hr, hacia las cámaras de acumulación de mineral los cuales son cargados y movilizados mediante dumper (10-15 TM) o volquetes (25-30 TN) hacia el Pique Timmer del Nv-150 o Pique Esperanza del Nv-250/ Nv-310 y finalmente son extraídos a superficie mediante el sistema de izaje, estas a su vez se puede observar en la siguiente imagen.

Imagen 4 Vista de carguío y acarreo



Para más detalle de los procesos anteriores se puede observar la imagen siguiente:

Ilustración 7: Preparación de subniveles



1. PREPARACION

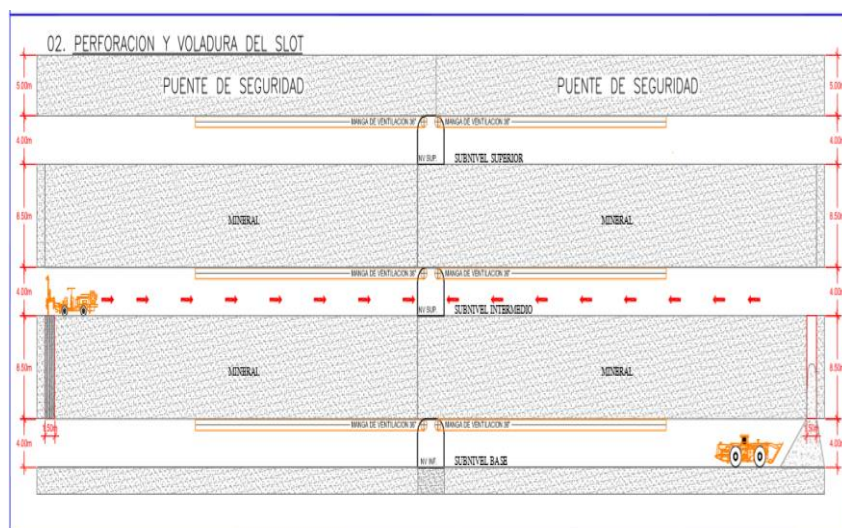
Labor : Subnivel

Sección: 3.5x4.0 m

Bancos: 2

H Banco: 10 m

Ilustración 8: Perforación y voladura del Slot



2. PERF-VOL SLOT

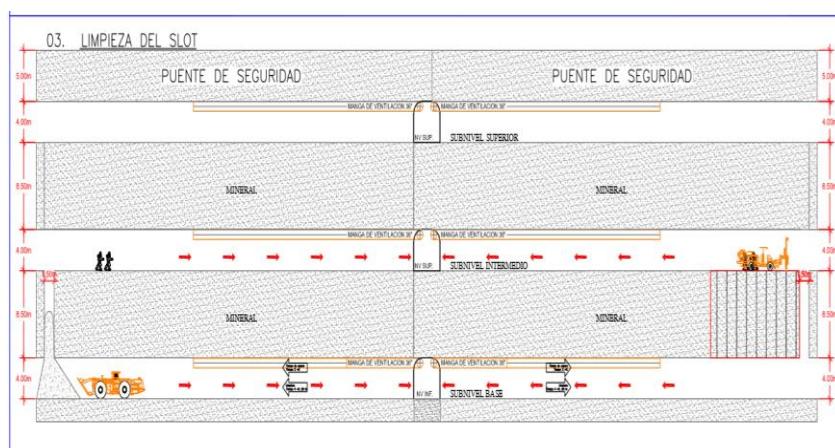
Labor : Slot

Sección: 1.5x1.5 m

Taladro: 64 mm

Longitud: 10 m

Ilustración 9: Limpieza del Slot



3. LIMP DEL SLOT

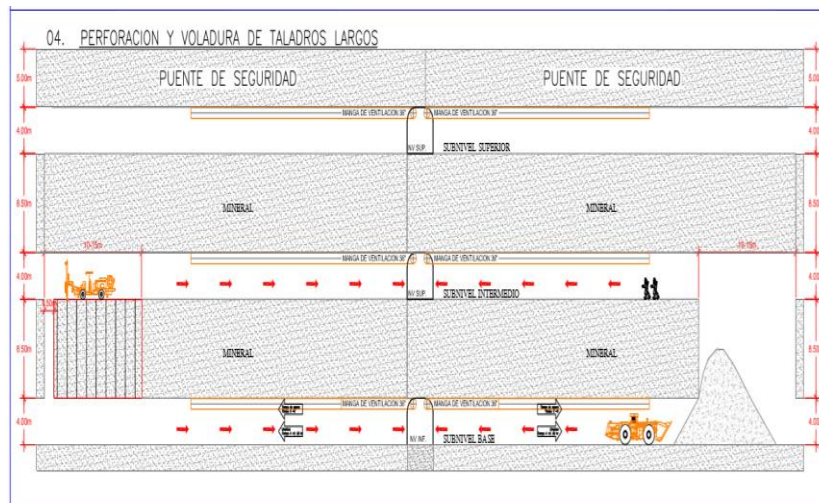
Labor : Slot

Sección : 1.5x1.5 m

Tn/Hr : 80

Longitud: 10 m

Ilustración 10: Perforación y voladura y taladros largos



3. PERF-VOL FILAS

Labor : Tajo.

Malla : 0.75x0.70m

Tn/disp.: 208 Tn

Explosivo: Emulsión

4.2.4.4. Transporte

El mineral a transportar proviene del pique Esperanza (20%) y Pique Timmers (80%), el transporte se realiza en volquetes de 25-30 toneladas de capacidad los cuales recorren 2,58 Kilómetros desde Pique Esperanza y 0,89 Kilómetros desde Pique Timmers, hasta la tolva de gruesos ubicada en la parte alta de la Planta habiendo pasado primero por la balanza (marca TOLEDO de 100 TM de capacidad) para su control. Esta balanza se encuentra en la parte baja de la planta cerca de los depósitos de concentrados.

4.2.4.5. Ventilación

La ventilación tipo mecánica, para lo cual se cuenta con 06 extractores principales a través de chimeneas RB con ventiladores de 100,00 CFM, 150,00 CFM & 300,000 CFM. El ingreso de aire es través de la Rampa MIRKO Rampa Terry, Pique Esperanza, Pique Montenegro, Pique Jacob Timmers.

4.2.4.6. Sostenimiento

El sostenimiento como parte importante del minado es indispensable en todas sus variantes; para llevar a cabo el

sostenimiento se hacen evaluaciones geomecánicas del tipo de roca y se procede al mismo. El cumplimiento del planeamiento es muy importante y contar con los recursos necesarios hace que esta actividad sea la adecuada para cada tipo de roca.

4.2.4.7. Relleno

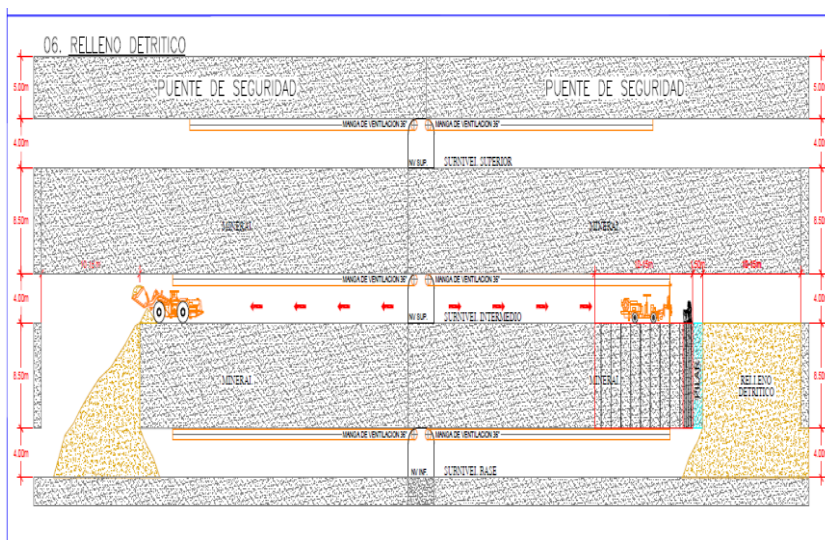
El relleno se realiza con los mismos equipos de acarreo de mineral, para cubrir el espacio vacío generado por efecto de la extracción del mineral.

El material estéril generado por los avances de las preparaciones y desarrollo son enviadas directamente a los tajeos de producción.

El relleno es transportado hacia el tajo mediante los scoops de 6yd3, al realizar el relleno se debe de verificar en todo momento que se presente la berma de seguridad del subnivel superior, evitando empujar la carga justamente con la berma de seguridad, es decir no se debe en ningún momento limpiar el muro de seguridad.

El rellenado debe de cubrir el área abierta e inestable.

Ilustración 11: Relleno



6. RELLENO

Labor: Tajo

Relleno: Detrítico

M3/hr : 60

Longitud: 12-15 m

4.2.5. Evaluación de costos del minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos en Animón

4.2.5.1. Evaluación de costos de perforación

Tabla 9: Costo operativo en perforación (m^3)

Costo de operación	
Altura de banco	10 m
Tipo de perforación	Perforación electrohidráulico Raptor
Rendimiento perforación	0.8 Tal/h
Longitud de taladros	10.0 m
Burden	1.50 m
Espaciamiento	0.70 m
Área de rotura de taladro	1.05 m^2
Volumen de rotura /taladro	10.5 m^3
Costo de perforación	\$7.70 m taladro
Costo de perforación para m^3	\$7.95 m^3

Interpretación:

El costo de perforación para la longitud de 10 m con un burden de 1.50 y espaciamiento de 0.70, para estas dimensiones el costo de perforación es de \$7.95 m^3 .

4.2.5.2. Evaluación de costos de voladura

Tabla 10: Costo operativo de voladura

Costo de operación voladura	Cantidad	Costo Unitario \$
Uso de tipo de explosivo Emulex (E-65)	9.312 kg	\$ 0.423/m ³
Dinamita 1 ½" x 12"	0.390 kg	\$ 0.074/m ³
Cordón detonante	1.2 m	\$ 0.015/m ³
Fanel	1 unidad	\$ 0.161/m ³
Fulminante N° 6	0.08 unidad	\$ 0.001/m ³
Conector	0.08 unidad	\$ 0.001/m ³
Guía seguridad	0.640 unidad	\$ 0.006/m ³
Mecha rápida	0.040 m	\$ 0.001/m ³
Numero de peones	2 peones	\$ 0.16/m ³
Costo Mano de obra para carguío	\$ 93/disparos	
Costo Mano de obra para carguío	\$ 1.6/taladros	
Equipo de carguío	ANFO LOADER	\$ 0.26/m ³
Costo equipo para carguío	\$ 20,000	
Vida útil equipo para carguío	8000 taladros	
Costo equipo para carguío		
COSTO TOTAL		\$ 1.10/m ³

Interpretación:

El costo de la actividad, donde incluye materiales y mano de obra de voladura es de \$ 1.10/m³.

4.2.5.3. Evaluación de costos de limpieza

Tabla 11: Costo operativo de carguío

Costo de operación de carguío	Costo Unitario \$
Equipo Scoop ST-710	
Capacidad de acarreo	
Rendimiento scoop	18.0 m ³ /H-M
Tiempo traslado hacia el frente	0.50 H-M
Tiempo limpieza	32.50 H-M
Tiempo traslado de retorno	0.50 H-M
Rendimiento global scoop	17.5 m ³ /H-M
Costo horario (a todo costo)	\$ 60.00 /H-M
Vol. total acarreado (m ³ in-situ)	585.00 m ³
Costo Limpieza con scoop	\$3.43/m ³

Interpretación:

Teniendo en cuenta el rendimiento de equipo, para este caso se utilizó el Scoop ST-710, el costo de la actividad de limpieza con equipo es de \$3.43/m³.

4.2.5.4. Evaluación del ciclo de vida del método de minado Sub Level Stopping - Bench and Fill

Tabla 12: Evaluación del ciclo de vida del método de minado Sub Level

Stoping - Bench and Fill

Horas trabajadas	8 Hr
Recuperación	85%
Dilución	10%
Alto de corte	10 m
Longitud en corte	100 m
Ancho de corte	6 m
Volumen de mineral por corte (85%)	5100 m ³
Volumen de desmonte por corte (5%)	425 m ³
Volumen total por corte	5525 m ³
Tiempo de perforación	719 horas
Tiempo de carguío	153 horas
Tiempo de ventilación 2.0hr/disp.	19 horas
Tiempo de limpieza incluye desatado	317 horas
Tiempo de relleno hidráulico	123 horas
Tiempo construcción tapones R/H	77 horas
Ciclo de minado	1,408 horas
Ciclo de minado (en días considerando 8 horas)	176.0 días
Ciclo de minado	88 días
Ritmo de minado mensual	5911 t/mes
Reservas diluidas	104,907 t
Vida del stope	18.0 meses

4.2.5.5. Costo total de minado

A continuación, se detalla el costo total de minado del método de minado Sub Level Stoping - Bench and Fill teniendo en consideración las anteriores tablas.

Tabla 13: Costo total de minado del método de minado Sub Level Stoping - Bench and Fill

	Cantidad	Costo Unitario \$	
Rotura de mineral	28 050 (m ³)	\$ 12.48/m ³	\$ 350 064
Rotura de desmonte	2 750 (m ³)	\$ 12.48/m ³	\$ 34 320
Sostenimiento	30 800 (m ³)	\$ 0.98/m ³	\$ 30 030
Subnivel 3.5 x 4.0	250 m	\$ 222.29/m	\$ 111 145
Acceso 3.5 x 4.0	50 m	\$ 222.29/m	\$ 555 72
Desquinche mineral hastiales	1500 m ³	\$ 12.48/m ³	\$ 187 20
Ch de arraque	120 m	\$ 118.57/m ³	\$ 14 229
COSTO TOTAL			\$ 614 080
COSTO DE MINADO			\$ 5.85/t

Interpretación:

El costo total de minado del método de minado Sub Level Stoping - Bench and Fill teniendo en cuenta la rotura de mineral, rotura de desmonte, sostenimiento, subnivel 3.5 x 4.0, Acceso 3.5 x 4.0, desquinche mineral hastiales y Ch de arranque nos da un costo de minado de \$ 5.85/t.

Para la comparación de costos se pudo obtener información de la Compañía Minera Chungar SAC del método al método de minado corte y relleno.

Tabla 14: Costo estimado de explotación

Método	OCF - Breasting	Unidades
Recursos	6,000,000	t
Dilución		
K de O'Hara	25	
Potencia	3.28	m
Dilución estimada	13.89	%
Potencia diluida	3.74	m
Recursos diluidos	6,833,329	t
Recursos diluidos indicados	1,016,662	t
Tonelaje total		
Recuperación de mina	90%	%
Tonelaje minado	914,995	t
Ritmo de producción		
Método	OCF - Breasting	Unidades
Reservas	5,918,333.74	t
Producción anual	572,536	t
Producción diaria	1,569	t
producción diaria	1,729	tc
Capex por fórmula	38,865,271	\$
Opex mina	72.46	\$ / t
Vida de la mina	13	Años
Total	41,485,977.20	\$
Costo unitario	7.01	\$ / t

Fuente: Compañía Minera Chungar

De acuerdo con q la comparación que realizamos el costo unitario para el método de minado Sub Level Stoping - Bench and Fill que es de \$ 5.85 dólares por tonelada, en relación al corte y relleno que es de \$ 7.01 dólares por tonelada, existe una reducción del costo en \$ 1.16 dólares por tonelada

Asimismo, en relación a los costos dados en el Congreso Nacional de Minería realizados en nuestro país el costo de minado para nuestra investigación es de \$ 5.85/t lo cual es aceptable con respeto a lo que se puede observar en la tabla 15.

Tabla 15: Costo estimado de explotación

METODO DE EXPLOTACION	SIGLA	US\$/ton
Block y Panel Caving	BC/PC	3 a 10
Room and Pillar	R&P	10 a 30
Sublevel Stopping & Longhole	SLS	10 a 35
Sublevel Caving	SLC	7 a 20
Cut and Fill	C&F	25 a 85
Vertical Crater Retreat	VCR	15 a 30
Longwall Mining	LWM	20 a 30
Shrinkage	SHK	20 a 40
Square Set	SQS	50 a 80

Fuente: Congreso Nacional de Minería 2012-Perú

4.3. Prueba de hipótesis

Nuestra hipótesis inicial de nuestra investigación fue como se menciona a continuación:

“Mediante el minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos optimizara las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.– Distrito de Huayllay; Pasco 2022”.

De nuestra investigación realizada podemos mencionar que nuestra hipótesis es válida ya que mediante el minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos se optimiza las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C ya que en relación a los costos con relación al corte y relleno que es de \$ 7.01 dólares por tonelada, existe una reducción del costo en \$ 1.16 dólares por tonelada.

La geomecánica para elegir el minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill es competente en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar ya que son rocas son de tipo regular a mala, ya que esto se determino tal como indica en el estudio donde Las labores predominantes en Animón es de geometría vertical o semi vertical, con un buzamiento mayor a

60°, donde la calidad de la mineralización y la roca encajonante son de tipo regular a mala.

Los costos se reducirán con los métodos Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones como se indicó a \$1.16 dólares.

4.4. Discusión de resultados

- En la actualidad como profesionales en la carrera profesional de Ingeniería de Minas una de nuestras actividades es buscar reducir los costos de operación, pero estos costos que cumplan la misma función de evitar cero accidentes.
- Esta fusión de métodos minados ayuda a mejorar la rentabilidad de nuestras operaciones en esta oportunidad presentamos el método de explotación para Animon es el tajeo por subniveles ascendentes con Taladros Largos, en su variante “Bench and Fill”, lo cual se esta utilizando en casi su totalidad de las unidades mineras de Volcan Compañía.
- De la conclusión en la investigación realizada podemos mencionar que el minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos se optimiza las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C ya que en relación a los costos con relación al corte y relleno que es de \$ 7.01 dólares por tonelada, existe una reducción del costo en \$ 1.16 dólares por tonelada, lo cual lo hace muy rentable y óptimo para seguir trabajando y erigiendo este método de minado.

CONCLUSIONES

- i. Uno de los métodos o de explotación para Animón es el tajeo por subniveles ascendentes con Taladros Largos, en su variante "Bench and Fill", este método de explotación tiene impacto favorable en seguridad, por minimizar la exposición del personal a la excavación del tajo, realizando todo el ciclo de minado mecanizado y bajo techo seguro.
- ii. El costo total de minado del método de minado Sub Level Stoping - Bench and Fill teniendo en cuenta la rotura de mineral, rotura de desmonte, sostenimiento, subnivel 3.5 x 4.0, Acceso 3.5 x 4.0, desquinche mineral hastiales y Ch de arranque nos da un costo de minado de \$ 5.85/t.
- iii. De la investigación realizada podemos mencionar que el minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos se optimiza las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C ya que en relación a los costos con relación al corte y relleno que es de \$ 7.01 dólares por tonelada, existe una reducción del costo en \$ 1.16 dólares por tonelada, lo cual lo hace muy rentable y óptimo para seguir trabajando y erigiendo este método de minado.
- iv. El costo de perforación para la longitud de 10 m con un burden de 1.50 y espaciamiento de 0.70, para estas dimensiones el costo de perforación es de \$7.95 m³.
- v. El costo de la actividad de voladura donde incluye materiales y mano de obra de voladura es de \$ 1.10/m³.
- vi. El costo de limpieza teniendo en cuenta el rendimiento de equipo, para este caso se utilizó el Scoop ST-710, el costo de la actividad de limpieza con equipo es de \$3.43/m³.
- vii. El método de explotación SUB LEVEL STOPING en su variante BENCH AND FILL depende de la geomecánica del macizo rocoso debido a la altura de los bancos de perforación.

- viii. El método de explotación SUB LEVEL STOPING en su variante BENCH AND FILL no es un método selectivo, por lo tanto, no se adecua para la explotación solo de betas potentes.
- ix. El método de explotación SUB LEVEL STOPING en su variante BENCH AND FILL es un método expansivo debido que los bancos a volar son de gran altura.

RECOMENDACIONES

- i. Recomendamos aplicar este método en aquellas labores distintas a la Veta Guisela donde las labores tienen la calidad de roca mala y muy mala.
- ii. Se recomienda el análisis del método de explotación SUB LEVEL STOPING EN SU VARIANTE VENCH AND FELL de la mano con el área SSOMA para determinar los parámetros de seguridad durante la operación.
- iii. Se recomienda la difusión de la presente investigación para que también se pueda realizar este sistema de trabajo en otras Unidades Mineras distinta a Volcan Compañía Minera.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Camara Minera del Perú. (2016). Optimización de operaciones mineras subterráneas. Perú.
- Compañía Minera Chungar. (2017). Mina Chungar. Perú.
- De la Cruz. A., Rodríguez V., Huamaní, Lidia . (2012). Métodos de explotación en la mediana minería del Perú. Perú.
- Docusing. (2023). Cómo aumentar la rentabilidad de una empresa. Mexico.
- Estudios Mineros del Perú S.A.C. (2016). Manual de minería. Perú.
- Gerens - Escuela de Post Grado. (2018). 8 estrategias para recuperar la eficiencia y reducir los costos en minería. Perú.
- Husillo Rodríguez, R; Barral Ramón, N. (2019). Métodos de explotación de interior. Universidad de Cantabria.
- Ingeniería de Minas - UNDAC. (2019). Método bench fill. Pasco-Perú.
- Jorquera Villaroel, M. (2015). Método de explotación Bench & Fill y su aplicación en minería. Chile: Universidad de Chile.
- Morales Sánchez, R. (2019). Evaluación técnico - económica del método sublevel stoping y su variante LBH. Chile: Universidad de Talca.
- Reglamento de Seguridad e Higiene Minera - Decreto Supremo N° 024-2016-EM. (2016). Definición de Términos. Ministerio de Energía y Minas.
- Resumen de exposición en eventos mineros. (2016). Método bench y fill.
- Rivera Rivera, D . (2017). Optimización del sistema de relleno RDC para el método de explotación cámaras y pilares corte y relleno (Drift and Fill) ascendente en la mina el roble ubicado en el municipio El Carmen de Atrato del departamento de Chocó. Colombia.
- Rondán Andrade, J. (2021). Gestión de implementación del método de explotación Bench & Fill para la reducción de costos de minado de una mina subterránea en la zona sur del Perú. Universidad Nacional de Ingeniería.

- Rondán Andrade, J. (2021). Gestión de implementación del método de explotación Bench & Fill para la reducción de costos de minado de una mina subterránea en la zona sur del Perú. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Seguridad minera. (2013). Usted está aquí: Inicio / Operaciones / Elección de métodos de explotación minera. Perú.
- Toribio Jurado, C. (2018). Minado por sub level stoping en vetas angostas para optimizar la rentabilidad del TJ 882 en la Compañía Minera Kolpa S.A. – Huancavelica – 2018. Huancayo- Perú.
- Torres Najera, H. (2022). Aplicación del método bench and fill para optimizar las operaciones. Pasco-Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- U cursos cl. (2019). Métodos de explotación - Sublevel stoping. Chile.
- Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. (2019). Reglamento de publicacion. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Vilca Casazuela, C. (2018). Diseño e implementación del metodo de explotación Bench And Fill Stoping en vetas angostas tipo rosario, para incrementar la producción – Minera Chalhuane SAC. Universidad Nacional de San Agustín.

ANEXOS

Anexo 01

Instrumentos de recolección de Datos

Condiciones Geomecánicas

Condiciones ⁽¹⁾	Tipo	RMR
Tipo de estructura	Veta	----
Calidad de la mineralización	Regular A a Mala A	35-45
Calidad de Roca encajonante	Regular B a Mala A	20-25
Buzamiento	> 60°	
Ancho Minado mínimo	1.2 m	

Características del método de explotación

Características	Índice
Ratio de preparación	63 Tn/ml
Productividad	75 Tn/hr
Relleno	Detrítico
Recuperación del método ⁽¹⁾	85 %
Recuperación Operativa ⁽²⁾	95 %

Esquema de minado en zona de desarrollo y preparación – Vista Perfil

Diseño de Mina	Sección	Longitud
Rampa Operativo en labores de desarrollo	4.0x4.5	262 m
Acceso	3.5x4.0	50 m
Altura Subnivel		4 m
Nª de Subniveles		3
Altura de banco (vertical)		10 m
Nª de Bancos		2
Longitud de banco		10,12 m (IVB-IVA) 15 m (IIIB)
Altura Puente de Seguridad		5.0 m
Altura del Block (vertical)		32 m

Carguío de taladros

Taladro	
Malla	1.5 m x 0.70 m
Longitud del taladro	12.30 m
Carga neta	8.00 m
Densidad	3.2 Tn/m3
Díámetro de taladro	64 mm
Tramo/fila	8 filas
Rotura	208 toneladas

ANEXO N° 02

Imágenes de labores del tema investigado

Fotografía N° 001: Vista de la veta Guisela



Fotografía N° 002: Vista del sistema carguío en la superficie



Fotografía N° 003: Vista de la capacitación al personal en Compañía Minera Chungar



Fotografía N° 004: Vista del sistema de Ventilación



Fotografía N° 005: Vista de las actividades de desate



MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C. –Distrito de Huayllay; Pasco 2022

PROBELAMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
GENERAL: ¿Cómo se realiza el minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.– Distrito de Huayllay; Pasco 2022? ESPECÍFICOS: ¿Cómo influye el diseño de minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022?	GENERAL: Determinar el proceso del minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022. ESPECÍFICOS: Identificar el diseño de minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022.	GENERAL Mediante el minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos optimizara las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.– Distrito de Huayllay; Pasco 2022. ESPECÍFICOS: El diseño de minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para optimizara las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.– Distrito de Huayllay; Pasco 2022.	INDEPENDIENTE: X : Optimizará las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C	Dimensiones Independiente: Se evaluará factores que ayudan a reducir los costos y aumentar el volumen de producción Dimensiones Dependiente: Se desarrollara los diseños Level Stopping - Bench and Fill como se ayudan ambos minados para mejorar las operaciones.	Reducir costos de producción,	TIPO DE INVESTIGACIÓN Según Sampieri (2011) la investigación descriptiva busca “especificar los métodos, propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”. Para ello nuestra investigación es descriptivo que ayudara a especificar los métodos de minado por Sub Level Stopping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C. –

¿Como se encuentra la geomecánica para elegir el minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.– Distrito de Huayllay; Pasco 2022? ¿Como influye en los costos los métodos Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022?	Determinar la geomecánica para elegir el minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022. Evaluar la influencia de los costos los métodos Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022.	La geomecánica para elegir el minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill es competente en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.–Distrito de Huayllay; Pasco 2022. Los costos se reducirán con los métodos Sub Level Stoping - Bench and Fill en tajos para optimizar las operaciones en Compañía Minera Chungar S.A.C.– Distrito de Huayllay; Pasco 2022. .	DEPENDIENTE: Minado por Sub Level Stoping - Bench and Fill			Distrito de Huayllay. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN El diseño de investigación es cuantitativo ya que se recolecto y analizo información de los métodos de minado Level Stoping - Bench and Fill en interior mina, para que a través de herramientas estadísticas se pueda describir y explicar la optimización de las operaciones.
--	---	--	---	--	--	---