

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Aplicación del método de minado corte y relleno
ascendente en la veta escondida, Minera
Vicus S.A.C.**

Yesica Janeth Arroyo Poma
Yimi Asto Ramos

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

ASESOR

Ing. Jesús Fernando Martínez Ildfonso

AGRADECIMIENTO

A la prestigiosa universidad Continental

A los catedráticos de la E. A. P. de Ingeniería de Minas, que nos transmitieron sus amplios conocimientos, para nuestra formación profesional.

DEDICATORIA

Yo, Yesica, dedico con todo mi corazón mi tesis a mi padre Félix Arroyo y a mi madre Nélide Poma, pues sin ellos no lo habría logrado, sus esfuerzos son impresionantes y su amor es para mí invaluable, me han proporcionado todo lo que he necesitado.

Sus enseñanzas las aplico cada día y tengo mucho que agradecer porque su ayuda fue fundamental para la culminación de mi tesis, los amo.

Yo, Yimi, dedico esta tesis a mis padres y hermano por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; mucho de mis logros se los debo a ustedes en los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuenta me motivaron constantemente para alcanzar mi anhelo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	15
1.1 Planteamiento y formulación del problema	15
1.1.1 Planteamiento del problema	15
1.1.2 Formulación del problema	16
1.2 Objetivos	17
1.2.1 Objetivo general	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 Justificación e Importancia.....	17
1.4 Hipótesis.....	18
1.4.1 Hipótesis general.....	18
1.4.2 Hipótesis específicas	18
1.5 Identificación de la Variable	18
1.5.1 Variable	18
1.5.2 Matriz de operacionalización de variables	18
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Antecedentes del problema	20
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	20
2.2 Aspectos generales de la empresa minera Vicus	24
2.2.1 Ubicación.....	24
2.2.2 Accesibilidad.....	25
2.2.3 Geología.....	26

2.2.4 Geomecánica empresa minera Vicus	27
2.2.5 Veta Escondida	29
2.3 Bases teóricas	29
2.3.1 Plan de minado de la minera Vicus.....	29
2.4 Descripción del método de minado por corte y relleno.....	30
2.4.1 Parámetros	31
2.4.2 Ventajas y desventajas	31
2.5 Ciclo de minado de la minera Vicus S. A. C.....	31
2.6 Plan de explotación	34
CAPÍTULO III MÉTODO DE DESARROLLO DEL PROYECTO	40
3.1 Método y alcances de la investigación.....	40
3.1.1 Método general o teórico de la investigación	40
3.1.2 Alcance de la investigación.....	40
3.2 Diseño de la investigación	41
3.3 Población y muestra	41
3.3.1 Población.....	41
3.3.2 Muestra	41
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos	41
3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos.	41
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1 Aplicación del método de minado corte y relleno ascendente, en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.....	42
4.2 Determinación de los parámetros de perforación y voladura para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida, minera Vicus S.A.C.....	48
4.2.1 Galería principal de la empresa minera Vicus S. A. C.....	48
4.2.2 Chimeneas doble compartimiento de la empresa minera Vicus S.A.C.	51
4.2.3 Labores de preparación subnivel de la empresa minera Vicus S.A.C.	56
4.2.4 Plan de explotación:	59

4.3 Evaluación de los costos unitarios operacionales para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.	63
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	19
Tabla 2. Accesibilidad de la minera Vicus S. A. C.	25
Tabla 3. Criterios para clasificación de la masa rocosa	28
Tabla 4. Resumen de reservas del año 2022 – minera Vicus S. A. C.	29
Tabla 5. Cronograma de preparación y desarrollo del tajeo 5141 – SN del año 2022 de la minera Vicus S. A. C.	46
Tabla 6. Cronograma de explotación y desarrollo del tajeo 5141 – SN del año 2022 de la minera Vicus S. A. C.	47
Tabla 7. Parámetros para el costo de explotación del método de minado corte y relleno ascendente convencional de la veta Escondida	63
Tabla 8. Estructura del costo de explotación del método de minado corte y relleno ascendente convencional de la veta Escondida	64
Tabla 9. Costo de preparación y desarrollo para el minado corte y relleno ascendente convencional del TJ 5141 – SN de la veta Escondida minera Vicus S. A. C.	67
Tabla 10. Estructura de costos de explotación del TJ 5141 – sur y norte del nivel – 120 del año 2022	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de localización y ubicación de la empresa minera Vicus S. A. C.	25
Figura 2. Perforación convencional - cut and fill	30
Figura 3. Perforación convencional - cut and fill	32
Figura 4. Limpieza de minerales con cabrestante	33
Figura 5. Preparación de los tajeos y enmaderado de los chutes rellenar – cut and fill	a 34
Figura 6. Ciclo de minado – cut and fill ascendente	34
Figura 7. Diseño del método de minado por corte y relleno ascendente en la empresa minera Vicus S. A. C.....	43
Figura 8. Tajeo del block mineralizado del tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C.	44
Figura 9. Diseño de la malla de perforación de galería principal de sección de 2.10 x 2.20 metros, en el nivel 120 del tajeo 5141 NS de la empresa minera Vicus S. A. C.	49
Figura 10. Diseño chimenea para el tajeo del block mineralizado del tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C.....	52
Figura 10. Diseño de la malla de perforación y voladura de la chimenea de doble compartimiento realizado en el tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C.	53
Figura 11. Diseño de la malla de perforación del subnivel, el tajeo block mineralizado del tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C.	del 57
Figura 12. Diseño de la malla de perforación y voladura del el tajeo del block mineralizado del tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C.	60

RESUMEN

La minera Vicus S. A. C tiene como objetivo en su plan de minado aplicar el método de minado por corte y relleno ascendente, analizando la factibilidad técnico económico de la exploración, desarrollo y explotación de la mina Vicus, a partir de su geología, geomecánica, método de minado, servicios auxiliares, ventilación, costos e inversiones. Asimismo, planificar el aumento de producción planeado en crecimiento gradual, que finalmente va a permitir obtener los ingresos por venta de mineral bajo un determinado escenario. También analizar las variables económicas presentes en el negocio minero y el efecto que tiene cada una de ellas (costos, inversión, precio del metal). En los niveles señalados, se realizó un programa y/o cronograma de labores a ejecutarse durante el año 2022

Los trabajos de preparación y desarrollo del tajeo 5141 – SN en la veta Escondida se realizará, en primer lugar, en la galería principal en el nivel 120 con un tramo de 50 metros de sección 2.1 x 2.2 metros. Para poder delimitar los blocks mineralizados se realizó la chimenea de doble compartimiento: al inicio de block mineralizado al centro y final de cada tramo de 60 metros, el cual comunica a la galería superior del nivel 60 de sección 2.60 x 1.0 metros y por último el subnivel en avance dejando un puente de 3 metros con un tramo de 40 metros en ambas alas con sección de 1.80 x 1.0 metros. En los trabajos de explotación del TJ 5141 – SN se procedió a extraer el mineral en ambas alas sur y norte con un corte de 20 metros con sección 0.3 x 4 metros con circado de mineral, la perforación se realizó con barra de 6 pies para todas las labores.

El costo total por la unidad valorizada de los trabajos de preparación y desarrollo son los siguientes: estructura de costos en la galería principal 2.1 X 2.2 (Jackleg) es de 1069.19 soles el metro lineal y para el tramo de 50 metros lineales es de 53,460 soles; estructura de costos: chimenea doble compartimiento 1.0 X 2.60 (stoper) es de 983.35 soles el metro lineal y para los 3 tramos se tiene 180 metros es de 177,003 soles y estructura de costos: galería principal 2.1 X 2.2 (Jackleg) es de 661.61 soles el metro lineal y para el tramo de 40 metros de avance lineal es de 26,464 soles y en el análisis de costos se tiene

los costos por tonelada en la explotación de mineral es de 49.66 soles por tonelada, con utilidad del 8.5 %. Para la extracción del tajeo 5141 SN, de ambos blocks mineralizados es de 6909 toneladas y el costo total para la explotación del tajeo 5141 SN, es de 434,001 soles respectivamente.

Palabras Clave: Aplicación del método de minado corte y relleno ascendente.

ABSTRACT

The objective of Minera Vicus S.A.C., in its Mining Plan, is to apply the mining method by upward cut and fill, analyzing the technical and economic feasibility of the exploration, development and exploitation of the Vicus Mine, based on its geology, geomechanics, mining method, auxiliary services, ventilation, costs and investments. Likewise, to plan the planned production increase in gradual growth, which will finally allow us to obtain the income from mineral sales under a certain scenario. Also analyze the economic variables present in the mining business and the effect of each one of them (costs, investment, metal price). At the indicated levels, a program and/or schedule of works to be executed during the year 2022 was made.

The works of preparation and development of the 5141 - SN pit in the hidden vein will be carried out firstly the main gallery at level 120 with a section of 50 meters of section 2.1 x 2.2 meters in order to delimit the mineralized blocks, the Chimney of double compartment was made: at the beginning of the mineralized block at the center and end of each section of 60 meters which communicates to the upper gallery of level 60 of section 2.60 x 1.0 meters and finally the sublevel in advance leaving a bridge of 3 meters with a section of 40 meters in both wings with section of 1.80 x 1.0 meters. In the exploitation works of TJ 5141 - SN, the mineral was extracted in both south and north wings with 20 meters cut with a section of 0.3 x 4 meters with mineral circado, the drilling was done with a 6 feet bar for all the workings.

The total cost per unit valued for the preparation and development works are as follows: cost structure: Main Gallery 2.1 X 2.2 (Jackleg) is 1069.19 nuevos soles per linear meter and for the 50 linear meter section is 53,460 nuevos soles, cost structure: Chimney Double Compartment 1.0 X 2.60 (stoper) is 983.35 nuevos soles the linear meter and for the 3 sections you have 180 meters is 177,003 nuevos soles and cost structure: Main Gallery 2.1 X 2.2 (Jackleg) is 661.61 nuevos soles per linear meter and for the 40 meters linear advance section is 26,464 nuevos soles and in the cost analysis we have the costs per ton in the exploitation of ore is 49.66 soles per ton, with profit of 8.5%. For the

extraction of the 5141 SN pit, of both mineralized blocks is 6909 tons and the total cost for the exploitation of the 5141 SN pit is 434,001 nuevos soles respectively.

Key words: Application of the cut and fill mining method.

INTRODUCCIÓN

En minera Vicus se toma como referencia la aplicación de la metodología de Nicholas para la selección del método de minado, en esta se considera la geometría del yacimiento, distribución de leyes y la calidad de roca; por lo que se ha podido determinar su explotación por el método de *cut and fill stoping* (corte y relleno ascendente), ya que se necesita una mayor producción para poder alimentar la planta, se plantea optimizar el avance lineal de los frentes a fin de cumplir lo programado por la minera.

Los trabajos de preparación y desarrollo del tajeo 5141 – SN en la veta Escondida se realizará, en primer lugar, en la galería principal en el nivel 120 con un tramo de 50 metros de sección 2.1 x 2.2 metros. Para poder delimitar los blocks mineralizados se realizó la chimenea de doble compartimiento: al inicio de block mineralizado al centro y final de cada tramo de 60 metros, el cual comunica a la galería superior del nivel 60 de sección 2.60 x 1.0 metros y por último el subnivel en avance dejando un puente de 3 metros con un tramo de 40 metros en ambas alas con sección de 1.80 x 1.0 metros. En los trabajos de explotación del TJ 5141 – SN se procedió a extraer el mineral en ambas alas sur y norte con un corte de 20 metros con sección 0.3 x 4 metros con circado de mineral, la perforación se realizó con barra de 6 pies para todas las labores

El costo total por la unidad valorizada de los trabajos de preparación y desarrollo son los siguientes: estructura de costos en la galería principal 2.1 X 2.2 (Jackleg) es de 1069.19 soles el metro lineal y para el tramo de 50 metros lineales es de 53,460 soles; estructura de costos: chimenea doble compartimiento 1.0 X 2.60 (stoper) es de 983.35 soles el metro lineal y para los 3 tramos se tiene 180 metros es de 177,003 soles y estructura de costos: galería principal 2.1 X 2.2 (Jackleg) es de 661.61 soles el metro lineal y para el tramo de 40 metros de avance lineal es de 26,464 soles y en el análisis de costos se tiene los costos por tonelada en la explotación de mineral es de 49.66 soles por tonelada, con utilidad del 8.5 %. Para la extracción del tajeo 5141 SN, de ambos blocks mineralizados es de 6909 toneladas y el costo total para la explotación del tajeo 5141 SN, es de 434,001 soles respectivamente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

Hoy en día todas las empresas mineras a nivel mundial buscan incrementar la producción de mineral a través de nuevas alternativas mineras que ayuden a suplir esta necesidad, con el fin de justificar la rentabilidad del proyecto y crecer como empresa minera. Para aplicar un método de minado, primeramente se debe evaluar la veta en la que se va a desarrollar el método y su factibilidad mediante parámetros técnicos como geometría del cuerpo mineralizado, geología estructural, geomecánica, competencias de la roca, zonificación de leyes, flexibilidad operativa, costos de operación, recuperación de reservas, tiempos de preparación, rendimientos y productividad, son parámetros muy importantes que nos ayudarán a tener un mejor criterio en la elección del método de explotación de la veta a explotar.

En el Perú, las empresas mineras han ido cambiando sus métodos de extracción en los últimos años para aumentar su producción de minerales y ser más competitivos en el mercado. Con la caída de los precios de los metales en 2012 hubo avances significativos en el cambio a un método a gran escala para reducir los costos operativos. En la actualidad, el cambio a un método de minería se está aplicando con eficacia debido a su amplio conocimiento y capacidades superiores.

La minera Vicus S. A. C tiene como objetivo en su plan de minado aplicar el método de minado por corte y relleno ascendente, analizando la factibilidad técnico económico de la exploración, desarrollo y explotación de la mina Vicus, a partir de su geología, geomecánica, método de minado, servicios auxiliares, ventilación, costos e inversiones. Asimismo, planificar el aumento de producción planeado en crecimiento gradual, que finalmente va a permitir obtener los ingresos por venta de mineral bajo un determinado escenario. También analizar las variables económicas presentes en el negocio minero y el efecto que tiene cada una de ellas (costos, inversión, precio del metal). En los niveles señalados, se realizó un programa y/o cronograma de labores a ejecutarse durante el año 2022 que comprende un plan operativo-económico a corto plazo para una mina aurífera subterránea en vetas angostas (filones) pertenecientes al complejo del Batolito de la Costa.

La minera Vicus S. A. C tiene como objetivo aplicar el método de corte y relleno ascendente, analizando la viabilidad técnica y económica de la exploración, desarrollo y explotación de la minera, en base a su geología, geomecánica, método de minado, servicios auxiliares, ventilación, costos e inversiones. Para esto se tiene como referencia importante la planificación del aumento de la producción que, eventualmente, permitirá obtener los ingresos por venta de minerales bajo un escenario predeterminado por medio del análisis de los factores económicos que están presentes en la industria minera, así como el impacto que tiene cada uno los costos de inversión, precio del metal, entre otros. En los niveles escalados se elaboró un cronograma de tareas a completar en el año 2022 que incluye un plan operativo y económico a corto plazo para la mina aurífera subterránea constituida por vetas angostas.

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿Cómo será la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida minera Vicus S. A. C.?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influyen los parámetros de perforación y voladura, para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.?
- ¿Cómo influyen los costos unitarios operacionales para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Aplicar el método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar los parámetros de perforación y voladura para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida, minera Vicus S.A.C.
- Determinar los costos unitarios operacionales para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.

1.3 Justificación e Importancia

La minera Vicus S. A. C tiene como objetivo en su plan de minado aplicar el método de minado por corte y relleno ascendente analizando la factibilidad técnico económico de la exploración, desarrollo y explotación de la mina Vicus, a partir de su geología, geomecánica, método de minado, servicios auxiliares, ventilación, costos e inversiones. Asimismo, planificar el aumento de producción planeado en crecimiento gradual, que finalmente va a permitir obtener los ingresos por venta de mineral bajo un determinado escenario. También analizar las variables económicas presentes en el negocio minero y el efecto que tiene cada una de ellas (costos, inversión, precio del metal). En los niveles señalados,

se realizó un programa y/o cronograma de labores a ejecutarse durante el año 2022, que comprende un plan operativo-económico a corto plazo para una mina aurífera subterránea en vetas angostas (filones) pertenecientes al complejo del Batolito de la Costa.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

La aplicación del método de minado corte y relleno ascendente será factible y viable en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.

1.4.2 Hipótesis específicas

- La determinación de los parámetros de perforación y voladura será factible y viable para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.
- La determinación de los costos unitarios operacionales será factible y viable para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.

1.5 Identificación de la Variable

1.5.1 Variable

Aplicación del método de minado corte y relleno ascendente

1.5.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
Aplicación del método de minado de corte y relleno ascendente	Es la ejecución del método de minado, que se realiza con equipos manuales, la perforación con equipos Jackleg, la limpieza con locomotoras y carros metaleros, la voladura con explosivos convencionales.	Evaluación y medición de los costos unitarios operacionales	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de perforación • Costos de voladura • Costo de servicios auxiliares (limpieza y sostenimiento) • Costo de desarrollo • Costos en preparación

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes nacionales

- a) Tesis titulada: «*Implementación del método de explotación corte y relleno ascendente, en vetas angostas en el tajo Carmelita de la Mina Toctopata – Andahuaylas*» realizada en la Escuela Académica Profesional de Ingeniería de Minas de la universidad Continental. El estudio aporta una metodología experimental apropiada, para realizar la implementar el método de explotación corte y relleno ascendente considerando la calidad del macizo rocoso y características geométricas del depósito mineral en vetas angostas, en el tajo Carmelita de la mina Toctopata – Andahuaylas (1). Además, la metodología tiene los siguientes pasos (1):
- De acuerdo a los resultados geomecánicos, haciendo un análisis en la tabla geomecánica, el tajo Carmelita es un depósito mineral de cobre de vetas angostas, la dirección N 70° W, con bz de 66° SW, tiene RMR promedio de caja techo, de 57,83, el RMR promedio de caja piso es similar 57,83, el RMR de la mena es 39,5 la resistencia compresiva uniaxial de la arenisca, es 75,8 MPa y de la mena (veta) es 89,123 MPa, el promedio de Índice Q de la arenisca de la caja trecho es 4,795, la caja piso también posee un Q de 4,795, el GSI de caja techo y piso es 57,38 y el GSI de mena es 55,7, La calidad del macizo rocoso es regular, el soporte es con Split set de cinco pies de longitud de acuerdo al índice Q y GSI (1).

- Según análisis del presente estudio, las características de la geometría estructural del depósito mineral es de forma irregular, potencia baja con promedio de 1,60 m, con una inclinación vertical de 66° promedio, a una profundidad de 400 m aproximadamente, la distribución de leyes es gradual; Las características del mineral muestran una resistencia de roca intacta sobre moderado, con un valor de 10,77, la condición de estructuras muestra fracturas limpia y superficies ásperas; las características de caja techo (colgante) y de caja piso (yacente), está especificado para cada método de explotación (1).

b) Tesis titulada: «*Análisis del método de corte y relleno ascendente semimecanizado, frente al Método Long Wall en la producción de mineral del tajo 6520, Nv 2760, Compañía Minera Poderosa S. A.*» realizada en la facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Piura. El estudio aporta una metodología para analizar el método de corte y relleno ascendente semimecanizado, frente al método Long Wall para conocer las ventajas para la producción de mineral en el tajo 6520, NV 2760, Compañía Minera Poderosa S.A (2), además la metodología tienes los siguientes pasos (2):

- La versatilidad de la semimecanización es eficiente, ya que el scooptram en actividad en el tajo es de gran aporte para las actividades de limpieza, relleno, disminuyendo los tiempos de ciclo de minado (2).
- Se concluyó que la semimecanización del método, en el tajo 6520, cumplió con el programa asignado, superando la producción con 9 mil metros cúbicos de mineral el cual representa el 42 % en la producción de la empresa (2).
- El cambio de método de explotación ha brindado para la empresa una fructuosa ganancia adicional de 600 mil soles anuales, a comparación de lo producido del año anterior, empleando el método Long Wall (2).
- Se tiene que cambiar todo el método, el solo ingresar maquinaria por sí solo no llega a ser suficiente para alcanzar la eficiencia deseada, esto lo podemos

ver gracias a la evaluación de disponibilidad de los equipos que nos está haciendo perder valiosas horas por no tener el tajo preparado para este fin (2).

c) Tesis titulada: «*Incremento de la producción del mineral en los tajeos Carlota y San José, mediante el método de explotación Corte y Relleno Ascendente Mecanizado, en la minera Arirahua S.A. – Arequipa*» realizada en la Escuela Académica Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano. El estudio aporta una metodología experimental apropiada para incrementar la producción del mineral por día en los tajeos Carlota y San José, mediante el método de explotación de corte y relleno ascendente mecanizado con relación al método de explotación de Corte y Relleno Ascendente Convencional, en la minera Arirahua S.A. – Arequipa (3). Además, la metodología tiene los siguientes pasos (3):

- Con la aplicación del método de explotación de corte y relleno ascendente mecanizado para explotar los tajeos Carlota y San José, se ha incrementado la producción de 230 t/día, obtenido mediante el método de corte y relleno ascendente convencional a 285 t/día, con el método de corte y relleno ascendente mecanizado, con un incremento de 55 t/ día, con una ley promedio de 4.5 gr Au/t, en la minera Arirahua S.A. – Arequipa (3).
- Mediante el método de explotación de corte y relleno ascendente convencional se ha obtenido una producción de 230 t/día en los tajeos Carlota y San José de la minera Arirahua S.A.- Arequipa, solo utilizando equipos livianos y sobre rieles (3).
- Al aplicar el método de explotación de corte y relleno ascendente mecanizado en la explotación de los tajeos Carlota y San José se ha incrementado a una producción de 285 t/día en la minera Arirahua S.A. – Arequipa, utilizando en la perforación taladros de 6 pies, acarreo entorno se utiliza Dumper de 6 t y 12 t sistema track less Mining (3).

d) Tesis titulada: «*Cambio de método de minado a Corte y Relleno Ascendente Convencional, de la Veta Farallón en mina SMRL Las Bravas N°2 de Ica*» realizada en la Escuela Académica Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano. El estudio aporta una metodología para evaluar y realizar un proceso de selección del método de explotación considerando los criterios técnicos y económicos, haciendo un análisis y valoración de las condiciones naturales del yacimiento (4), además la metodología tiene los siguientes pasos (4):

- En toda explotación minera, el método de explotación debe cumplir dos requisitos “seguridad y rentabilidad”. Es por ello por lo que se realizó un estudio orientado a seleccionar un método óptimo desde el punto de vista técnico-económico para la explotación de la veta Farallón (4).
- Según las valoraciones geomecánicas efectuadas y su corrección se tiene un RMR = 32, corresponde a una masa rocosa de Clase IV de calidad mala. Entonces de acuerdo con el análisis geomecánico realizado, se ha determinado que las cajas no son recomendables para un Shrinkage convencional, el mismo estudio demuestra las nuevas condiciones y probablemente los nuevos parámetros a asumir para el método corte y relleno ascendente (4).
- Después de contemplar los resultados del método numérico de selección y aspectos geomecánicos en la calidad de la roca y estructura mineralizada, se ha optado por el método corte y relleno ascendente, con el cual se tiene una reducción en los costos de preparación en 3629.86, y también se tiene una reducción de 0.31 \$/t por costo de minado por corte y relleno ascendente, respecto al anterior método, el cambio es satisfactorio y recomendable, no solo por seguridad también por la productividad y eficiencia del ciclo de minado, el cual garantiza una adecuada recuperación, estabilidad y selectividad del mineral (4).

e) Tesis titulada: «*Mecanización del método de minado Corte y Relleno Ascendente, en el tajo 2590 de la Mina Rosa Nv.2430, Unidad Parcoy –*

Consortio Minero Horizonte S.A.C. para incrementar el volumen de producción» realizada en la Facultad de Ingeniería de Minas, de la Universidad Nacional de Trujillo. El estudio aporta una metodología para realizar el mecanización del método de minado corte y relleno ascendente en el tajo 2590 de la Mina Rosa Nv.2430, Unidad Parcoy – Consortio Minero Horizonte S.A.C., que ayuda a incrementar el volumen de producción. (5), además la metodología tiene los siguientes pasos (5):

- Las reservas y recursos minerales calculados hasta el momento aseguran la vida de la mina para los próximos 18 meses. Las ejecuciones de taladros diamantinos podrían confirmar el crecimiento de las reservas (5).
- La entrada en operación del método de taladros largos significa un considerable aumento en cuanto a la producción, incrementando el volumen inicial de 1200 TMD a 2000 TMD (5).
- El método de minado más adecuado es el de corte y relleno; debido principalmente, a que se tiene una mayor selectividad, aspecto fundamental dada la potencia de las vetas (5).
- Es fundamental para llegar a cubrir el programa establecido, el correcto seguimiento de las etapas del ciclo de minado, logrando mejorar la eficiencia en los procesos unitarios respectivos (5).

2.2 Aspectos generales de la empresa minera Vicus

2.2.1 Ubicación

La minera Vicus S. A. C se ubica en el norte del Perú, a 138 km al SE de la provincia de Barranca y departamento de Lima. Políticamente, pertenece al centro poblado Las Minas, distrito de Supe, provincia de Barranca, departamento de Lima.

Las coordenadas UTM de minera Vicus S. A. C., son:

- Vértice 1: E 231911 y N 8798613 (6).

- Vértice 2: E 230313 y N 8793874 (6).
- Vértice 3: E 229449 y N 8794165 (6).
- Vértice 4: E 230963 y N 8798932 (6).

En la siguiente figura, se muestra la ubicación de la Empresa Minera Vicus S.A.C., Unidad Capacho de Oro I.



Figura 1. Plano de localización y ubicación de la empresa minera Vicus S. A. C. Tomada de Informe del estudio de reservas y recursos minerales - empresa minera Vicus S. A. C, 2022 (6)

2.2.2 Accesibilidad

El acceso desde Lima es por vía terrestre, según el siguiente itinerario:

Tabla 2. Accesibilidad de la minera Vicus S. A. C.

Lugar	Distancia (km.)	Tiempo	Tipo de carretera
Lima- Supe	160	2 h 30 min.	Asfaltada
Supe - Caral	35	30 min.	Afirmada
Caral - Vicus	3	10 min.	Afirmada
	198	3 h 10 min.	

Tomada de Informe del estudio de reservas y recursos minerales - empresa minera Vicus S. A. C, 2022 (6)

2.2.3 Geología

2.2.1.1. Geología regional

El yacimiento de oro de la empresa minera Vicus se encuentra sobre una terraza fluvial del río Supe sobre depósitos de aluviones, presenta colinas en dirección NE-SW, encontrándose transitoriamente sobre las quebradas donde se encuentran las vetas primarias del almacén. Se reconocen las unidades litológicas y los almacenes cuaternarios, en particular los almacenes fluviales, aluviales, lacustres y eólicos. Las unidades geomorfológicas cercanas son puntuales. La geoforma eólica (elevaciones enmarcadas) y la geoforma planar están conectadas entre sí. Se exponen las estrategias potenciales de rotura de la diorita de grano medio que obstruye sin cesar con granodioritas de grano grueso intercaladas con plagioclasa argilitizada, incluyendo la utilización de la rotura uniforme, como asientos, y se distinguen las zonas de extracción de estas piedras.

2.2.1.2. Geología local

La empresa minera Vicus cuenta con un yacimiento filoneo de origen epitermal, donde hay vetas en pliegues y veteados a modo de rosario, conformando ramificaciones cistoides en un plano llano y en sentido ascendente, con relleno de cuarzo y extensiones de piritita, presencia de sulfuros como galena, esfalerita, marmatita, arsenopiritita, calcopiritita, pirrotita a pirrotita, con alta conductividad atractiva, incluyendo igualmente la tetraedrita, particularmente, hacia el extremo norte del almacén. En estas franjas mineralizadas básicamente hay unas fallas opuestas como de esquina a esquina, igualmente afloran en el espacio unos diques de rodonita cuarzosa, diorita basáltica. Dentro de la concesión "Capacho de Oro I" existen unos cuantos marcos de vetas que siguen orientaciones NE-SW y NW-SE. Los almacenes de vetas que se encuentran en toda el área se facilitan en su mayoría dentro de rocas medianeras de organización granodiorítica y diorítica, en algunos segmentos de contacto se remobilizan, como fanglomerados con clastos esporádicos que van desde centímetros hasta metros de ancho.

2.2.1.3. Geología estructural

El yacimiento filogénico de Vicus se sitúa en un espacio quebrado por una disposición de fallas principales con rumbo noreste, suroeste con buzamientos subverticales dentro del pasaje Capacho de Oro, que aún no está resuelto tanto hacia el este como hacia el oeste, debido a que por la ausencia de personal, los trabajos de investigación y mejora no se completan con mayor celeridad; en todo caso, podemos afirmar con convicción la presencia de vetas fundamentales con rumbo NE - SW, así como vetas opcionales conocidas como las tensionales. El Marco de Corta está relacionado con las interrupciones granodioríticas y dioríticas, que han llevado a la rotura. Los problemas transversales son de vecindad, mientras que las deficiencias longitudinales se han enmarcado gracias a las tensiones creadas por la subducción con rumbo Norte - Oeste, Sur - Este. En consecuencia, hay pliegues rellenos de sulfuro con la presencia de cuarzo lechozo.

2.2.4 Geomecánica empresa minera Vicus

A partir de la planimetría realizada en toda la mina con estación total, se realiza una georreferenciación de puntos para el estudio geomecánico, tomando datos por cada cambio de alteración que se observa en la roca o por cada cambio en la litología, tomando como regla mínima estudiar en cada nivel o acceso permitido, determinando las propiedades estructurales del macizo rocoso, utilizando la clasificación geomecánica RMR y el índice de Q de Barton para generar un mapeo geomecánico de las discontinuidades, determinando así las familias principales, así como también la dirección de esfuerzos principales. Tomando en este caso lo más importante el vector de desplazamiento y así determinar la dirección de desplazamiento del macizo como la velocidad de asentamiento (6).

Según las normas ISRM 1979 (ISRM, International Society for Rock Mechanics, con base en Lisboa Portugal). La geomecánica es la unión de la mecánica de los suelos más la mecánica de rocas. La línea divisoria entre ambas está en la resistencia compresiva uniaxial (UCS). Para rocas con un UCS >0.25 MPa, se trata de mecánica de suelos. Para rocas con un UCS < 0.25 MPa se trata con mecánica de rocas (6).

Para la clasificación geomecánica de la masa rocosa circundante a las labores programadas para el año 2021 se ha utilizado el criterio de clasificación RMR (Rock Mass Rating- Valoración de la Masa Rocosa) de Bieniawski, Considerándose de la siguiente manera (6).

Tabla 3. Criterios para clasificación de la masa rocosa
Criterio para clasificación de masa rocosa

Tipo de roca	Rango RMR	Calidad Según RMR
I	81-100	Muy Buena
II	61-80	Buena
IIIA	51-60	Regular A
IIIB	41-50	Regular B
IV A	31-40	Mala A
IVB	21-30	Mala B
V	> 21	Muy Mala

Tomada de Informe del estudio de reservas y recursos minerales - empresa minera Vicus S. A. C, 2022 (6)

Los resultados del mapeo geomecánico realizado en el avance de las galerías de la veta Valeria al norte en el nivel -180, según los datos tomados *in situ* nos indican que la calidad de la masa rocosa en rocas dioríticas con intercalación de fragmentos de rocas intrusivas de composición granodiorítica y se ajusta al tipo II, con RMR de 60-80, considerada como de calidad Buena. Mientras que el lado sur es de tipo IV A, cuya composición es roca diorítica de grano medio con fuerte alteración propilítica, que se determina cómo Mala A, con un RMR de 31-40; por lo que su avance requiere sostenimiento con cuadros (6).

Por lo general la evaluación realizada del macizo rocoso desde el nivel -120 hasta el nivel -180, la roca caja se clasifica tipo III B considerada como Regular B con RMR de 41-50, hasta el Tipo II, que tiene RMR en un rango de 61-80 considerada como una roca Buena; en algunos tramos las rocas cajas varían de calidad desde el tipo IIIB Regular B, hasta tipo IV B roca considerada como Mala. Siendo muy corto los tramos de roca Muy Mala o de Tipo V que viene hacer Extremadamente Mala (6).

2.2.5 Veta Escondida

La veta principal tiene un rumbo de N25° - 35°E, con buzamiento de 80° - 85° SE, con potencias desde 0.10 – 0.50 m, es una de las estructuras más importantes por presentar anchos muy considerables de mineralización, siendo una de las vetas con mayor contenido de arsenopirita en todo el tramo de su mineralización presenta pequeños lentes con leyes muy altos, la estructura se encuentra en algunos tramos interceptando algunas fallas longitudinales y transversales (6).

Así como las otras vetas, también la veta principal se presenta formando cisoides en algunos tramos. Actualmente se conoce un poco más de cien metros de longitud, siendo muy necesario realizar más desarrollo tanto al norte como al sur (6).

2.3 Bases teóricas

2.3.1 Plan de minado de la minera Vicus

- **Reservas de mineral**

Hasta la fecha, se tiene una reserva de mineral económico de: 14,196.22 TM. con potencia promedio de 0.07 m y una ley promedio de 15.11 gr Au/t. Cabe mencionar que, más del 30 % hasta el momento de dicha reserva probada - probable se encuentra inaccesible, el 40% es eventualmente accesible y el 30 % es accesible. Se continuará con labores de desarrollo y preparación para dar accesibilidad a los blocks cubicados para su explotación, los que serán mediante la construcción de chimeneas y subniveles (7).

Tabla 4. Resumen de reservas del año 2022 – minera Vicus S. A. C.

RESUMEN DE RESERVAS DE NOVIEMBRE DEL 2022									
VETA	MINERAL PROBADO			MINERAL PROBABLE			TOTAL RESERVAS		
	TONELAJE	POT VETA	LEY DIL	TONELAJE	POT VETA	LEY DIL	TONELAJE	POT VETA	LEY DIL
VALERIA	6.405,21	0,09	16,98	2329,08	0,08	14,03	8734,28	0,08	15,51
VALERIA SPLIT W	1823,28	0,07	20,97	208,35	0,06	18,80	2031,63	0,07	19,89
SONLA	567,43	0,07	14,24	222,10	0,06	11,70	789,53	0,06	12,97
PRINCIPAL	737,26	0,15	18,85	0,00	0,00	0,00	737,26	0,08	9,43
ESCONDIDA	964,86	0,09	14,12	493,94	0,08	12,70	1458,80	0,09	13,41
DANELA	444,72	0,12	8,32	0,00	0,00	0,00	444,72	0,06	4,16
TOTAL	10942,75	0,10	17,03	3253,46	0,07	13,98	14196,22	0,07	15,11

Tomada de Resumen de reservas año 2022 - empresa minera Vicus S. A. C. (7)

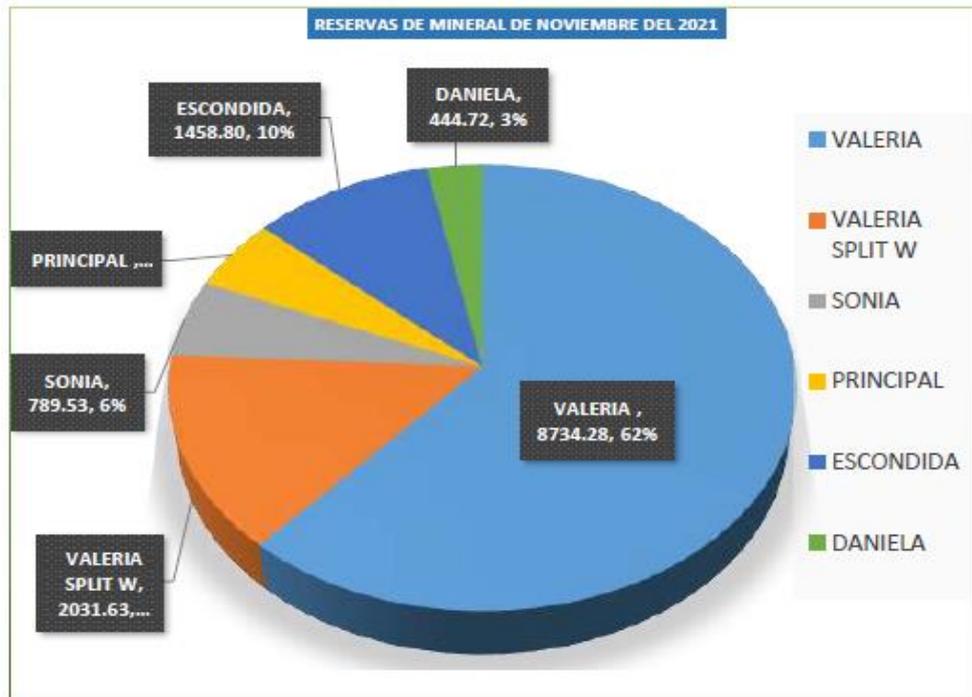


Figura 2. Perforación convencional - cut and fill
 Tomada de Resumen de reservas año 2022 - empresa minera Vicus S. A. C. (7)

2.4 Descripción del método de minado por corte y relleno

El mineral se extrae mediante franjas horizontales o vertical comenzando en la parte inferior de un tajeo y avanzando hacia arriba (8). El Instituto de Ingenieros del Perú menciona:

“En el momento en que se realiza la extracción toda la franja completa, el volumen a rellenar correspondiente con el material estéril (relleno), que sirve como piso de trabajo para los trabajadores y al mismo tiempo permite soportar los divisores de las cajas y, en algunos casos, el techo” (8).

En este método existe la posibilidad de aplicación muy amplias, se sugiere particularmente en aquellos yacimientos donde las cajas no son confiables y la caracterización geomecánica de rocas no es buena (8). La altura máxima de trabajo entre dos tajadas es de (2.5 – 3 m) es factible de controlar las cajas con el empernado de pernos de anclaje o acuñando cualquier indicio de derrumbe (8).

En la siguiente tabla se muestra los parámetros de aplicación del método de minado por Cut and Fill Ascendente (8).

Este método tiene perspectivas de aplicación muy amplias, se sugiere particularmente en aquellos yacimientos donde las cajas no son confiables y la caracterización geomecánica de la roca no es buena (9). En este método más eficaz para trabajar con la mayor altura. comparable a la altura de dos cortes (2,5 - 3 m) es factible de controlar disparando o acuña cualquier indicio de derrumbe (8).

2.4.1 Parámetros

- La veta debe tener un buzamiento pronunciado (8).
- Potencia moderada considerable (8).
- Roca y mineral y macizo rocoso moderada a débil (8).
- Cajas irregular y masa de roca no competentes aceptable (8).
- Grado de mineral alto (8).

2.4.2 Ventajas y desventajas

a) Ventajas:

- Recuperación está cerca del 100% (8).
- Es muy específico, sugiriendo secciones de alto grado y dejar esas áreas de segunda categoría sin explotar (8).
- Es una estrategia protegida (8).
- Puede llegar a un grado de mecanización (8).
- Es razonable la aplicación de este método para las propiedades mecánicas de mala calidad (8).

b) Desventajas:

- Coste de funcionamiento de la operación de la explotación (8).
- Rendimiento mínimo de la producción debido a la actividad de relleno (8).
- Elevada adquisición de materiales de sostenimiento (8).

2.5 Ciclo de minado de la minera Vicus S. A. C.

a) Perforación

Para este método de minado se puede realizar la perforación de taladros horizontales, verticales e inclinadas:

- Para la situación de taladros horizontales, verticales, se utiliza en general material suave para tener un buen control al techo de la labor. (8)
- Para la perforación de los taladros verticales, se aplica en rocas duras y con barrenos de perforación de 4 y 6', la ventaja que tiene que dejar suficiente área de trabajo para que la perforación se realice en el menor tiempo. (8)
- Para la perforación inclinada es más rentable y ventajosa la perforación vertical, ya que se realiza de manera efectiva. (8)

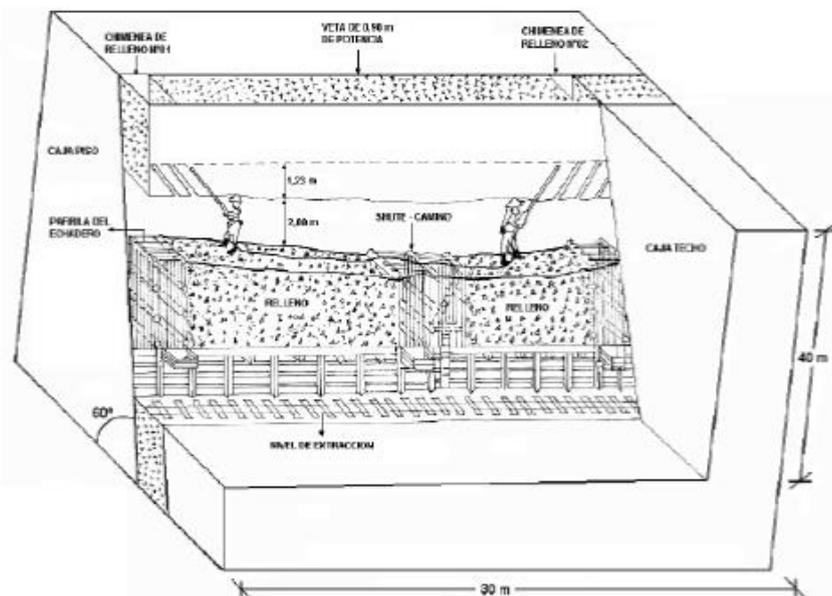


Figura 3. Perforación convencional - cut and fill
Tomada de Explotación subterránea métodos y casos prácticos (8)

b) Limpieza de minerales

El mineral despojado debe separarse completa y rutinariamente del pozo.

- **Con pala de mano:** ya sea lanzando directamente el mineral a los echaderos de evacuación o el llenado de camiones de la UE se vacían en dicho *Ore Pass*. (8)
- **Con Winche:** consiste en jalar el mineral a través del winche los *Ore Pass*. (8)
- **Con LHD:** en el método mecanizada y cuando el corte del tajeo es de potencia amplia los equipos LHD acarrean el mineral a los *Ore Pass*. (8)

c) Extracción y transporte – cut and fill

Extracción desde el *Ore Pass* de mineral a la tolva del mineral mediante:

- Equipo sobre raíles.
- Scooptram de capacidad mayor

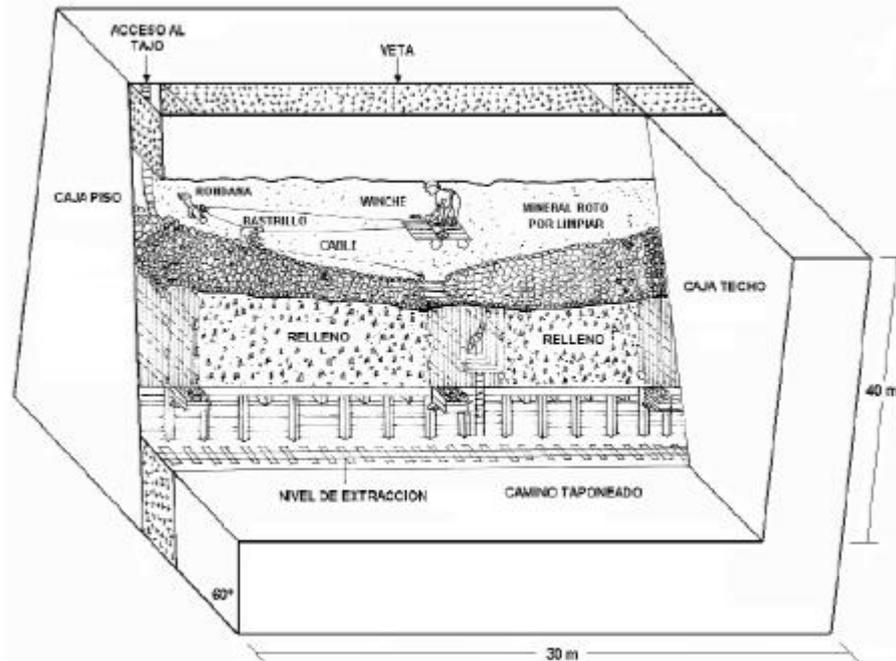


Figura 4. Limpieza de minerales con cabrestante
Tomada de Explotación subterránea métodos y casos prácticos (8)

d) Relleno – Cut and Fill

Para el relleno el material está compuesto por roca estéril, que procede de las operaciones disponibilidad de las labores de mina, los que se encuentran diseminados en la capa exterior del pozo (Rellenar Detrítico), además también puede ser con materiales de arena y relave con agua lo cual tiene una consistencia ideal, lo cual se traslada a mina (Relleno Hidráulico), al que de vez en cuando hormigón para conseguir una superficie de trabajo difícil. (8)

Este relleno debe ser tan modesto como se podría esperar, tanto en su obtención como en su abastecimiento. Como indica su punto de partida muy bien y son los siguientes:

- **Llenado hidráulico.** Consiste en mover un relleno de material granulado fina, suspendida en un puré a base de agua, que se permite para acomodar el tajeo (8).

- **Relleno detrítico.** Material estéril, extraído del trabajo de planificación y mejora (8).

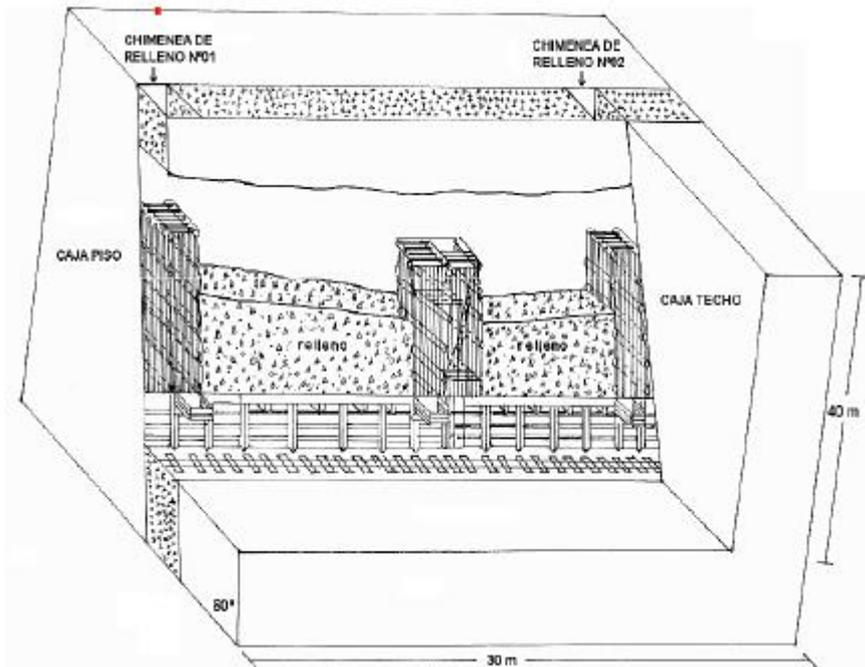


Figura 5. Preparación de los tajeos y enmaderado de los chutes a rellenar – cut and fill
Tomada de Explotación subterránea métodos y casos prácticos

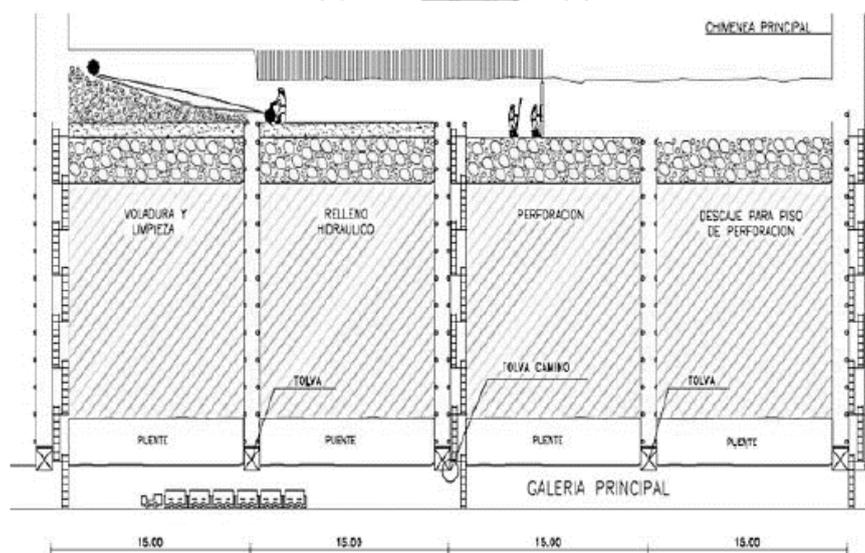


Figura 6. Ciclo de minado – cut and fill ascendente
Tomada de Planeamiento de minado para el método de corte y relleno ascendente en la veta Aricato de la unidad operativa Lomuya Rey de Oro – Sandía, Puno(10)

2.6 Plan de explotación

Dentro del plan de minado para el año 2022 se ha estimado un programa de 7207.72 t de mineral de tajeos que se irán preparando en el transcurso de las

labores de desarrollo y preparación. Estimando así un promedio de producción mensual de 1040.44 TMS. de mineral y en total del año 2022 se prevé producir 12485.29 TMS. De Mineral con un Cutt Off de 13.00 gr /t Au. Para obtener un contenido fino de 137.34 Kg de Au. Para esto estamos considerando los mejores estándares existentes en la actualidad, tomando en cuenta todos los parámetros y controles geológicos, geotécnicos y geomecánicos (10).

2.6.1.Perforación circado en veta y caja en tajo

Para la perforación se realiza en circado en veta de acuerdo al buzamiento de la veta, este proceso será con una malla de perforación en zigzag (corte angular) empleando un *burden* y espaciamiento de acuerdo al tipo de terreno y dejando los taladros acumulados en la parte estéril (caja) , para todo este procedimiento se utilizará máquinas perforadoras stoper marca PHQ, accionadas con aire comprimido, durante la perforación se emplearán barras cónicas de 2 pies con broca de 38 mm y barreno cónico de 4 pies con broca de 36mm para todos los taladros tanto en veta como en caja, toda la perforación del tajo es una sola operación (10).

El tiempo de promedio de perforación por taladro es de 4.5 min, haciendo un total de 100 taladros de los cuales 3 son de alivio. El tiempo total de perforación empleado en toda la Malla será de 7 horas incluyendo el tiempo de instalación y desinstalación del equipo perforadora (10).

2.6.2.Voladura en circado de tajo

a) Voladura circado en veta en tajo

En esta actividad se realiza la voladura en circado en veta, tomando en cuenta que el tipo de explosivo a utilizar son cartuchos semigelatinosos, este explosivo permite controlar el ancho de minado que es de 0.30 m para obtener una buena dilución de mineral y como segunda actividad posterior a la perforación se utilizará emulsión encartuchada el carguío se hará manualmente con uso de atacadores de madera y para la elaboración del cebo se utilizará punzón de cobre (10).

La cantidad de explosivo que se utilizará se detalla en un cuadro para cada tipo de labor, cabe mencionar que para el presente plan de minado se está considerando el 80 % de uso de Carmex, que reemplazará a la cantidad de Fulminante, conectores y Mecha Blanca (10).

b) Parámetro de voladura en tajo circado en veta

- El número de accesorios de voladura será:

Carmex = 80 piezas de 7 pies

Mecha rápida = 20 metros

- El número de cartuchos será:

Número de taladros cargados = 80

Número de cartuchos/taladro = 5

Total, de cartuchos = 400 cartuchos.

Kg de explosivo = 400 cartuchos x 0.082 kg/cartuchos = 32.8 kg

Tonelaje de mineral roto = 24.88 t

Factor de Potencia = 39.36 kg / 24.88 TM.

Factor de potencia = 1.31 kg/t.

- Parámetro de voladura de tajo en caja:

El número de accesorios será:

Número de Carmex = 20 pzas de 7 pies

Mecha rápida = 18 metros

Número de taladros cargados = 20

Número de taladros de alivio = 3

Número de emulsiones/taladro = 5

Total, de emulsiones = 100 emulsiones.

Kg. de Explosivo = 100 emulsiones x 0.09 Kg/emulsiones = 9 kg

Tonelaje de desmonte roto = 44 TM

Factor de Potencia = 9 kg / 4.4 TM = 0.20 kg/TM

c) Ventilación en tajo

La ventilación en este tipo de tajo se realiza con aire comprimido 40 % y 60 % aire natural por las chimeneas comunicadas por los extremos hacia nivel superior, para mejorar la evacuación de gases dejando así la labor bien ventilada para el inicio de ciclo de minado (10).

d) Limpieza en tajo

Después de cada disparo y de haber finalizado con la ventilación, es necesario subir al tajo para proceder al regado y desatado de rocas sueltas en toda la parte superior del tajo, una vez desatado la labor la limpieza se hará en retirada contando con dos pares de lampas y picos más una carretilla para la evacuación de mineral pallaqueando y desmonte se queda en tajo para relleno (10). Posteriormente se ara el chuteo de carga de mineral selectivo en carros mineros U 35, una vez concluido la limpieza de mineral se procederá a poner barrera a ambos extremos con puntal de 8 pulgadas y enrejados de 6 pulgadas, luego terminado las barreras se procederá hacer el disparo de las cajas, nuevamente se ara la ventilación, el regado y el desatado de rocas sueltas, para concluir se hará el pampilleo con relleno detrítico de todo el tramo del tajo para así continuar nuevamente con el ciclo de minado (10).

e) Relleno detrítico en tajo

Es un relleno convencional cuyo material procede de la desagregación de los cuerpos baja ley o estéril, en la labor se requiere de rastrillos, winches manuales para extender las cargas y para quitar convenientemente las cajas y evitar los espacios vacíos muy comunes en este tipo de rellenado que permite los movimientos de las cajas (10).

Las obtenciones de relleno detrítico son:

- De las cajas hueco de perro (10).
- De tajeo antiguos rellenados (10).
- De las labores que se apertura en material pobre o estéril (10).

f) Drenaje de agua

El drenaje de la mina subterránea como objetivo es conocer la problemática que se pone en la presencia de agua en los macizos rocosos, conocer en los distintos contextos en los que debe analizar del agua en minería, conocer la sistematización la que se aborda de un problema de drenaje de una explotación minera (10).

El drenaje de agua en los distintos niveles desemboca en una poza en cada pie de inclinado de cada nivel, la extracción se hace mediante bombeo del nivel -230 hacia el nivel 0, con una bomba de 5 HP y una red de tubería de 1 pulgada (10).

g) Sostenimiento en las labores

En toda explotación minera, el sostenimiento de las labores son trabajos adicionales de alto costo que reduce la velocidad de avance y/o producción, pero que, a la vez en un proceso esencial para proteger de accidentes al personal y al equipo, el tipo de sostenimiento en esta minería es de acuerdo al tipo de roca a presentarse según el avance (10).

En rocas fracturadas en galería se utiliza un sostenimiento de cuadros de madera, malla electrosoldada con pernos Split Sets. En algunos tajos se emplea puntales de seguridad con plantilla y en reparaciones de buzones se empleará guarda cabezas para proteger al personal de trabajo (10).

2.6.3.Cálculo de tonelaje explotable

Para el cálculo de tonelaje explotable para el método *cut and fill stoping* (corte y relleno ascendente con relleno detrítico), con equipo winche y rastra, se está considerando alas de 20.00 metros en block de 40 metros; a un ancho mínimo de explotación de 0.30 m (10).

El corte será tipo circado con malla tipo zig -zag, en donde se obtendrá un tonelaje promedio por corte de: 44.40 TM de mineral, estimando así un promedio mensual de producción de tajos de 532.80 TM. y un acumulado de 6,393.60 t. El total de producción del año 2019 (10).

2.6.4.Cálculo de movimiento de desmonte:

Para el cálculo de volumen de desmonte que se obtendrá de los diversos trabajos programados se ha estimado mover 31,203.74 toneladas que van a ser trasladados a superficie. 5,765.76 toneladas de desmonte quedarán en los tajos como relleno detrítico (10).

CAPÍTULO III

MÉTODO DE DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Método y alcances de la investigación

3.1.1 Método general o teórico de la investigación

a) Método general

En forma general, se empleará el método científico, porque se construye a base de datos empíricos *in situ*, al realizar la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida de minera Vicus S. A. C.

b) Método específico

El método es analítico, porque la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente ayudará a maximizar la producción en la veta Escondida de minera Vicus S. A. C.

3.1.2 Alcance de la investigación

a) Tipo de investigación

La investigación es de diseño no experimental, porque el objetivo de la investigación es realizar la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida de Minera Vicus S. A. C.

b) Nivel de investigación

Es descriptivo, porque trata de explicar de qué manera la evaluación técnica económica de la veta Milagros ayudará para poder aplicar el método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida de Minera Vicus S. A. C.

3.2 Diseño de la investigación

Es experimental.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Todos los tajeos del método de minado por corte y relleno ascendente de minera Vicus S. A. C.

3.3.2 Muestra

El tajo 5141-S del nivel 60, de la veta Escondida de minera Vicus S. A. C.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos

- **Observación.** Se realizará la recolección de datos en campo insitu, mediante la técnica observacional y procesamiento de datos actuales del método de minado por corte y relleno del tajo 5141-S del nivel 60 de la veta escondida de la minera Vicus S. A. C.

Para la investigación se utilizará como instrumento de campo: cuaderno de notas, planos, vernier, flexómetro, y herramientas de gestión de la minera Vicus S. A. C.

- **Recopilación.** Es la recolección de datos de la perforación, factores y parámetros, control de uso y consumo, utilizando programa Excel, y también tesis, libros y laptop para el procesamiento de los datos.

3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos.

- ✓ Informes
- ✓ Publicaciones
- ✓ Tesis
- ✓ Planos
- ✓ Fichas
- ✓ Libros
- ✓ Internet
- ✓ PC

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Aplicación del método de minado corte y relleno ascendente, en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.

La realidad del yacimiento con vetas muy reducidas en potencia (filones) hace que el plan de minado en la unidad minera Vicus S. A. C. sea muy ajustada, para el presente año se trabajará dentro de los niveles: Nv. - 30 hasta el Nv. -230.

La proyección para los próximos años es alcanzar alimentar la planta de tratamiento hasta 60 t/día tomando como referencia la aplicación de la metodología de Nicholas para la selección del método de minado, en donde se toma en cuenta la geometría del yacimiento, distribución de leyes y la calidad de roca; por lo que se ha podido determinar su explotación por el método de cut and fill stoping (corte y relleno ascendente) el que se muestra en el anexo 2. Debido a la presentación de los filones de veta con buzamiento sub-vertical, entre 85° 89° y además por presentarse rocas de tipo II a IV, catalogados como roca Buena a Mala, tramos muy cortos de tipo V, catalogado como rocas Muy Malas y dentro de la franja de rocas tipo I catalogado como roca Muy Buena, se ha diseñado la proyección de los inclinados.

El alcance del plan de minado es presentar la implementación del método más adecuado en mina subterránea, ya que nos encontramos en contraste al cambio, de mejoramiento continuo. Se presenta también la caracterización geomecánica de las rocas, para que el método de explotación sea aplicable. En cuanto al

relleno de los tajos de explotación será detrítico, producto del descaje o rotura de roca caja, posterior al circado de veta.

En la siguiente figura se muestra el diseño del método de minado por corte y relleno ascendente en la empresa Minera Vicus S.A.C.

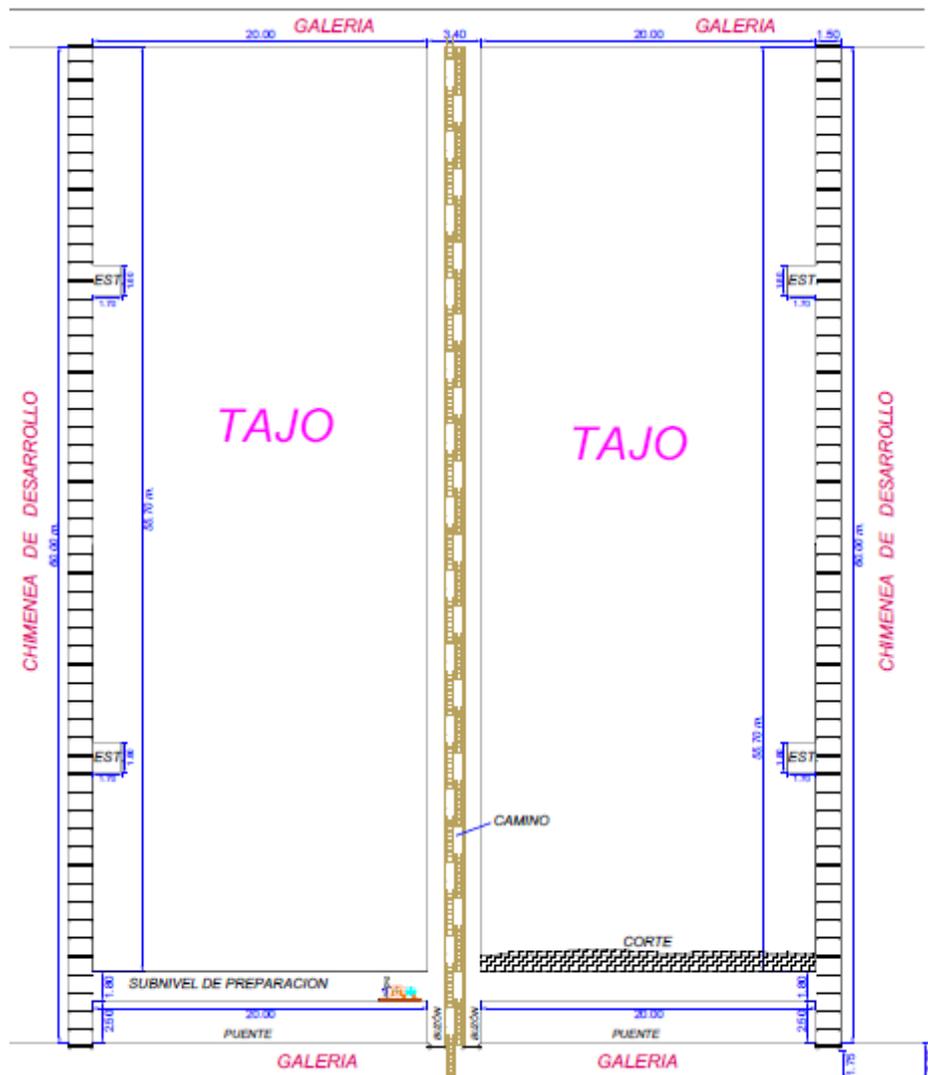


Figura 7. Diseño del método de minado por corte y relleno ascendente en la empresa minera Vicus S. A. C.
Tomada del área de Planeamiento - unidad minera Vicus S. A. C., 2022 (11)

Considerando el diseño del método de minado corte y relleno ascendente vemos que el puente es de 2.50 metros para el minado en el nivel 60 hasta el nivel 120 del tajo 5141 NS, se está considerando un puente de 3 metros en el minado del método corte y relleno ascendente. En la siguiente figura se muestra el tajo del block mineralizado del tajo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C.

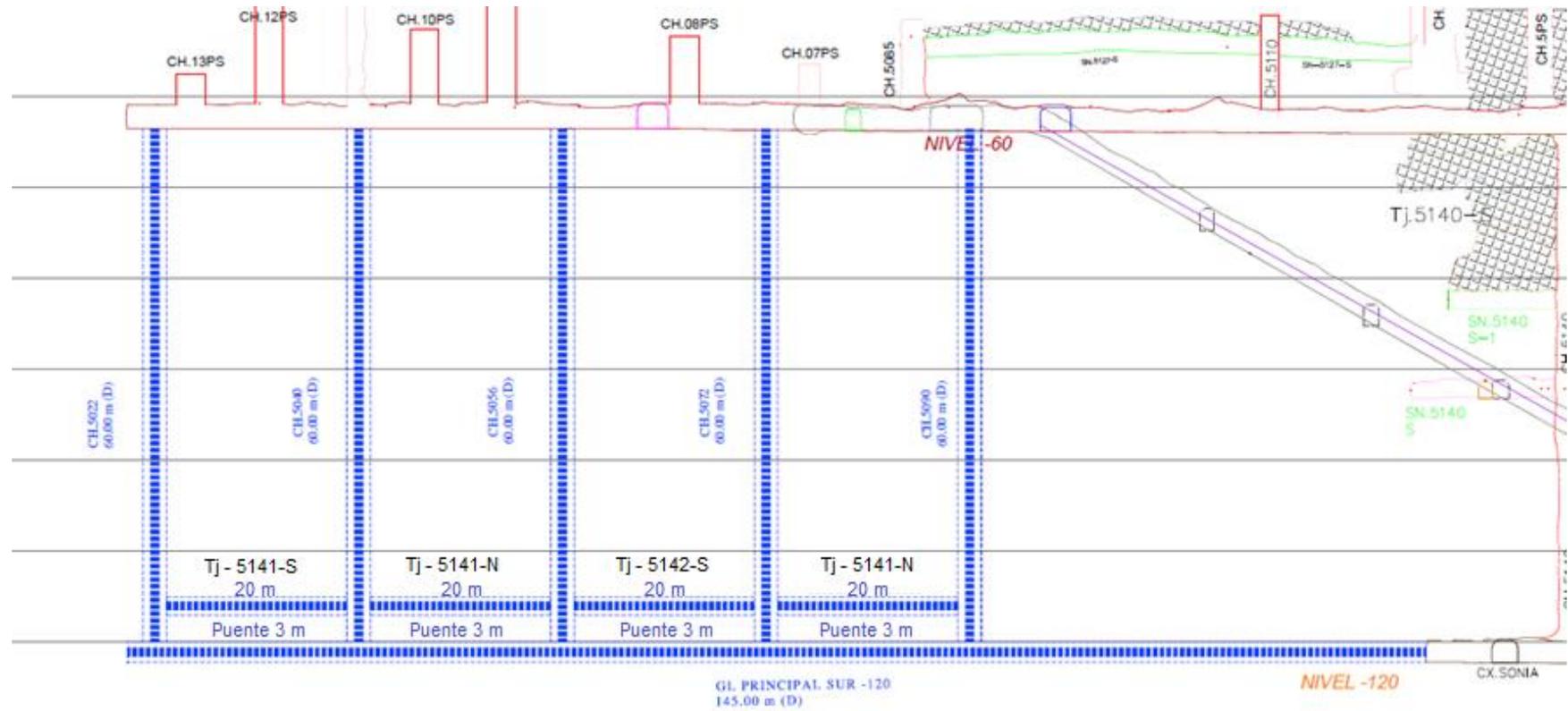


Figura 8. Tajeo del block mineralizado del tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C. Tomada del área de Planeamiento - unidad minera Vicus S. A. C., 2022 (11)

Interpretación:

De la figura se muestra los siguiente:

Trabajos de preparación y desarrollo del tajeo 5141 – SN.

- Galería principal: la galería tiene un tramo de 145 metros del cual se avanzó los 95 metros realizados terminados, restando 50 metros que serán programados en los trabajos de preparación la sección de la labor es de 2.1 x 2.2 metros.
- Chimenea de doble compartimiento: al inicio de block mineralizado se realiza en un tramo de 60 metros de chimenea en el primer block mineralizado, a su vez un tramo de 60 metros de chimenea situada en el centro de ambas alas de los dos blocks mineralizados y en él según block mineralizado los otros 60 metros de avance, la sección de la labor es de 2.60 x 1.0 metros
- Sub nivel: en avance tiene un tramo de 40 metros de avance lineal y la sección de la labor es de 1.80 x 1.0 metros.

Trabajos de explotación del TJ 5141 – SN.

- El tajeo 5141 S del nivel 120: avance del ala 20 metros de sección 0.3 x 4 metros explotación en circado de mineral.
- El tajeo 5141 N del nivel 120: avance del ala 20 metros de sección 0.3 x 4 metros explotación en circado de mineral.

En la siguiente tabla se muestra el cronograma de preparación y desarrollo del tajeo 5141 – SN del año 2022 de la minera Vicus S. A. C.

Tabla 5. Cronograma de preparación y desarrollo del tajeo 5141 – SN del año 2022 de la minera Vicus S. A. C.

CRONOGRAMA DE PREPARACION Y DESARROLLO DEL TJ 5141 - SN - AÑO 2022																				
FASES MINADO	NIVEL	VETA	LABOR	AVANCE (m/dis)	AVANCE TOTAL (m)	SECCION		AÑO-2022												TOTAL AVANCE PROGRAMADO (m)
								Ene-22	Feb-22	Mar-22	Abr-22	May-22	Jun-22	Jul-22	Ago-22	sep-22	Oct-22	Nov-22	Dic-22	
PREPARACION	-120	ESCONDIDA	GALERÍA	1.5	50	2,1	2,2	50											50	
DESARROLLO	-120	ESCONDIDA	CH - DOBLE	1.5	60	2,60	1,0		30	30									60	
DESARROLLO	-120	ESCONDIDA	CH - TRIPLE	1.5	60	3,40	1,0		30	30									60	
DESARROLLO	-120	ESCONDIDA	CH - DOBLE	1.5	60	2,60	1,0				30	30							60	
DESARROLLO	-120	ESCONDIDA	SN	1.5	40	1,80	1,0				20	20							40	
TOTAL																		270		

Interpretación:

Los trabajos realizados de preparación y desarrollo de la galería: la chimenea de doble como del subnivel se programó del mes de enero hasta mayo del año 2022.

En la siguiente tabla se muestra el cronograma de explotación y desarrollo del tajeo 5141 – SN del año 2022 de la minera Vicus S. A. C.

Tabla 6. Cronograma de explotación y desarrollo del tajeo 5141 – SN del año 2022 de la minera Vicus S. A. C.

CRONOGRAMA DE EXPLOTACION DEL TJ 5141 - SN - AÑO 2022																							
FASES MINADO	NIVEL	VETA	LABOR	AVANCE (m/dis)	AVANCE X ALA (m)	SECCION		PESO ESPECIFICO MINERAL	PESO ESPECIFICO DESMONTE	NUMERO DE CORTES	AÑO-2022										TOTAL TONELAJE PRORAMADO MINERAL (Tm)	TOTAL TONELAJE PRORAMADO DESMONTE	
											Jun-22	Jul-22	Ago-22	Set-22	Oct-22	Nov-22	Dic-22	Ene-23	Feb-23	Mar-23			Abr-23
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 S	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	4	133.2											133.2	240.24
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 N	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	4	133.2											133.2	240.24
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 S	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3		99.9										99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 N	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3		99.9										99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 S	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3			99.9									99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 N	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3			99.9									99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 S	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3				99.9								99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 N	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3				99.9								99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 S	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3					99.9							99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 N	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3					99.9							99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 S	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3						99.9						99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 N	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3						99.9						99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 S	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3							99.9					99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 N	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3							99.9					99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 S	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3								99.9				99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 N	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3									99.9			99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 S	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3										99.9		99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 N	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3											99.9	99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 S	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3												99.9	180.18
EXPLOTACION	-120	ESCONDIDA	TAJEO 5141 N	1.5	20	0.3	4	3.70	2.86	3												99.9	180.18
												TOTAL										2464	4444

Interpretación:

Los trabajos realizados de explotación con un avance de 1.5 metros avance por ala de 20 metros, el peso específico del mineral es de 3.70 g/cc, se ha programado extraer en el primer mes 133.2 t y a partir del segundo mes 99.9 toneladas hasta cumplir la programación anual.

La programación del mes de junio del año 2022 hasta el mes de mayo del año 2023, respectivamente.

4.2 Determinación de los parámetros de perforación y voladura para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida, minera Vicus S.A.C.

El ciclo de minado según la programación se tiene los siguientes trabajos realizados a continuación respectivamente.

4.2.1 Galería principal de la empresa minera Vicus S. A. C.

Las labores de exploraciones se realizarán mediante galerías con una sección de 2.10 m x 2.20 m, la perforación se llevará a cabo con perforadora Jackleg, y para la voladura se utilizará emulsión para cebo y dinamita en el circado de veta y emulsión en la voladura de desquinche de roca caja. La ventilación después de cada disparo se realizará mediante aire insuflado por ventiladores colocados en el nivel -120, el aire limpio llegará al frente de trabajo conducido por una manga de la lona de 24" y en el nivel -180, el aire fresco llegará al frente de trabajo conducido por una manga de la lona de 24", el ambiente se mantendrá ventilado durante todo el tiempo de jornada laboral, luego se evacuará el aire viciado según el circuito de ventilación.

La limpieza tanto de mineral como de desmonte se realizará con palas neumáticas con las que contamos en la unidad (12-T, 12-B, IMIN I, IMIN II), el material será cargado a los carros mineros U35, posteriormente estos serán acarreados a pulso hasta los estacionamientos para sujetarse al cableado de los winches de izaje (pie de cada inclinado), esta carga será evacuado por los Inclinaos hasta los niveles superiores para llegar hasta superficie a la cancha de desmontera y la cancha de mineral.

En la siguiente figura se muestra el diseño de la malla de perforación de galería principal de sección de 2.10 x 2.20 metros, en el nivel 120 del tajeo 5141 NS de la empresa minera Vicus S. A. C.

MALLA DE PERFORACIÓN EN GALERÍA 2.10 X 2.20.

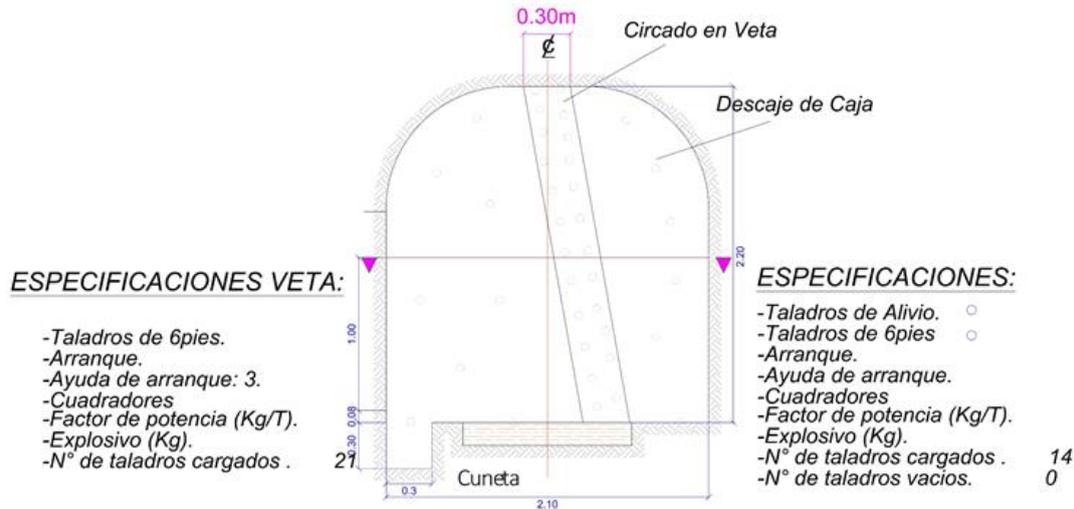


Figura 9. Diseño de la malla de perforación de galería principal de sección de 2.10 x 2.20 metros, en el nivel 120 del tajeo 5141 NS de la empresa minera Vicus S. A. C. Tomada del área de Planeamiento - unidad minera Vicus S. A. C., 2022 (11)

a) Galería en circado en veta

• Perforación en circado en veta

La perforación consiste en circado en veta utilizando la malla de perforación con el trazo de zigzag, con el tipo de arranque corte paralelo, el número de taladros a perforar es de 21 taladros en veta y 3 taladros de alivio con barreno de 6 pies.

El trazo se extiende a lo largo de la veta, cuya finalidad es solo romper la estructura mineralizada y asimismo evitar diluciones fuertes. Después de cada disparo en veta se cumple con el ciclo de minado (ventilar, regar, desatar, limpieza con pala neumática) y con el cumplimiento de los PETS establecido por la empresa.

• Voladura en circado en veta

Para una voladura controlada se realizará un procedimiento correcto para dar paso al rompimiento del material *in situ* en veta, finalizada la perforación se llenará de los taladros con dinamita siempre y cuando se trate de mineral y en algunos casos se utilizará voladura controlada para poder controlar la dilución de mineral.

- **Parámetro de voladura en veta**

El número de cartuchos en veta será:

- ✓ Número de taladros cargados = 21
- ✓ Número de taladros de alivio = 3
- ✓ Número de cartuchos/taladro = 9
- ✓ Total de cartuchos = 189
- ✓ kg de explosivo = 189 cartuchos x 0.08 kg/cartucho = 15.12 kg
- ✓ Tonelaje de mineral roto = 4.03 ton
- ✓ Factor de potencia = $15.12 \text{ Kg} / 4.10 \text{ TM} = 3.69 \text{ Kg/TM}$.
- ✓ La cantidad de accesorios de voladura a utilizar será:
- ✓ En el circado de veta se utilizará 20 carmex de 7 pies, 4 metros de mecha rápida.

b) Galería en descaje

- **Perforación en caja**

La perforación consiste en utilizar la malla paralela a la cara libre que dejó la voladura en circado en veta con un total de 14 taladros de 6 pies, perforando en dirección del rumbo de la veta y dando sección de una galería según el estándar, después de cada disparo en caja se cumple con el ciclo de minado (ventilar, regar, desatar, limpieza con pala neumática y sostenimiento de acuerdo al comportamiento de la roca) y con el cumplimiento de los PETS establecido por la empresa.

- **Voladura en caja**

Para una voladura se realizará un procedimiento correcto para dar paso al rompimiento del material *in situ* en caja, finalizada la perforación se llenará de los taladros con Emulnor, siempre y cuando se trate de material estéril.

- **Parámetro de voladura en caja**

El número de emulsiones en caja será:

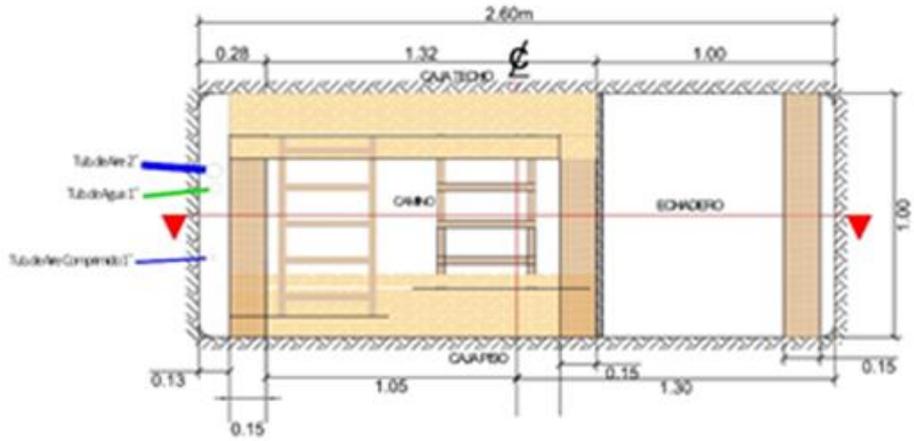
- ✓ Número de taladros cargados = 16
- ✓ Número de emulsiones/taladro = 9
- ✓ Total de emulsiones = 144
- ✓ kg de explosivo = 144 emulsiones x 0.09 kg/cartucho = 12.96 kg.
- ✓ Tonelaje de mineral roto = 18.68 t
- ✓ Factor de potencia = 12.96 kg /18.68 t.
- ✓ Factor de potencia = 0.4693 kg/t
- ✓ La cantidad de accesorios de voladura a utilizar será 16 carmex de 7 pies y 6 metros de mecha rápida.

4.2.2 Chimeneas doble compartimiento de la empresa minera Vicus S.A.C.

Las chimeneas de doble compartimiento van a ser de una sección de 1.00 m por 2.60 m, para eso, la perforación se realizará con máquina perforadora Stoper, con barras cónicas de 2 y 4 pies, con brocas de 38 y 36 mm respectivamente. Para la perforación se necesitará armar una plataforma, la altura promedio debe estar entre 2.30 m desde la plataforma hasta el techo de la labor, con la finalidad de ceder espacio a la instalación de la máquina perforadora para iniciar con la perforación sin dificultad.

Para iniciar la perforación circado de la veta se utilizará el trazo en zigzag, el número de taladros a realizar en veta será de 21 taladros, de los cuales 3 serán de taladros de alivio por seguridad los taladros de descaje quedan ya perforados listos para disparar en ciclos distintos para evitar la contaminación de mineral, el número de taladros de descaje será de 14 taladros.

En la siguiente figura se muestra el diseño chimenea del tajeo del block mineralizado del tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C.

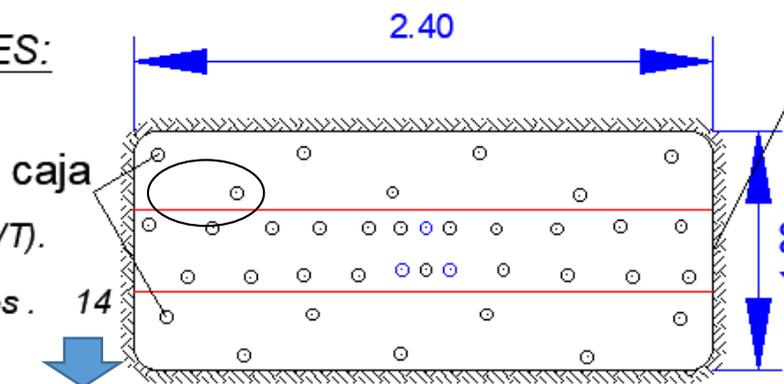


**Figura 10. Diseño chimenea para el tajeo del block mineralizado del tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C.
Tomada del área de Planeamiento - unidad minera Vicus S. A. C., 2022 (11)**

MALLA DE PERFORACIÓN

ESPECIFICACIONES:

- Taladros de 4" o 6". ○
- Arranque.
- Ayuda de arranque.
- Cuadradores
- Factor de potencia (Kg/T).
- Explosivo (Kg).
- N° de taladros cargados . 14



Circado en veta

ESPECIFICACIONES:

- Taladros de Alivio. ○
- Taladros de 4" o 6". ○
- Arranque.
- Ayuda de arranque.
- Cuadradores
- Factor de potencia (Kg/T).
- Explosivo (Kg).
- N° de taladros cargados . 21
- N° de taladros vacios. 3

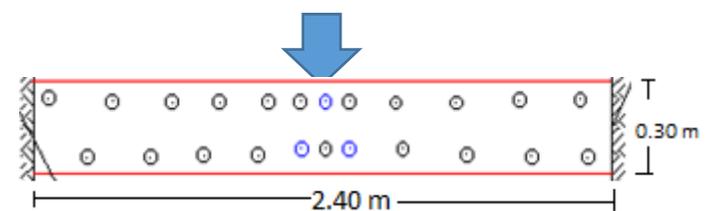
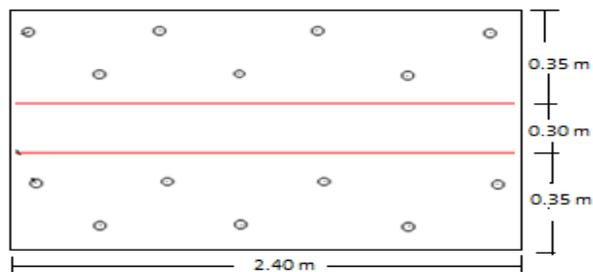


Figura 11. Diseño de la malla de perforación y voladura de la chimenea de doble compartimiento realizado en el tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C.

Tomada del área de Planeamiento - unidad minera Vicus S. A. C., 2022 (11)

Para el circado en la veta y para las cajas en estéril el burden es de 0.10 metros y el espaciamiento es de 0.25 metros

a) Perforación en chimenea doble compartimiento en circado de veta

La perforación se realiza en forma vertical de acuerdo al buzamiento de la veta, haciendo uso de una máquina perforadora stoper con una sección de 2.40 m por 0.30 m con un total de 21 taladros en veta (incluido 3 alivios). En cada perforación se inicia con un barreno de 2 pies y luego se empata con barreno de 4 pies, después de cada disparo en chimenea se colocara dos puntales de avance de acuerdo al estándar, posteriormente se completara con la preparación de buzón y camino utilizando puntales de 7 y 8 pulgadas y con una ranfla para proteger el camino, luego se cumple con el ciclo de minado (ventilar, regar, desatar) como también los cumplimientos de los PETS establecidos por la empresa.

- **Voladura**

Para la ejecución de la voladura se utilizará cartuchos y los accesorios a utilizar son: carmex de 7 pies, mecha rápida 8 m hasta una altura de 25 m y pasado los 25 m de altura se proporcionará de 12m de mecha rápida, esto da un promedio de 10 m de mecha rápida por disparo y para la preparación del cebo se utilizará punzón de cobre. La voladura de todo el frente se realizará por sección completo.

Para la voladura se hará uso de cartuchos, la cantidad de explosivo a utilizar será de 6 unidades de cartucho por taladro, en un total de 21 taladros de un peso de 0.08 kg cada uno, 21 unidades de carmex de 7 pies y 10 metros de mecha rápida.

- **Parámetro de voladura en chimenea doble compartimiento circado en veta:**

- ✓ Número de taladros de alivio = 3
- ✓ Número de taladros cargados = 21
- ✓ Total de cartuchos/taladro = 6
- ✓ Total de cartuchos = 126

- ✓ kg de explosivo = 126 cartuchos x 0.082 kg = 10.332 kg
- ✓ Tonelaje de mineral roto = 3.91 t
- ✓ Factor de potencia = 10.332 kg /3.91 t = 2.64 kg/t
- ✓ El uso de accesorios de voladura será: 21 unidades de carmex de 7 pies y 10 metros de mecha rápida.

b) Perforación en chimenea doble compartimiento en caja

La perforación se realiza en forma vertical de acuerdo a la cara libre del circado anterior de la veta, haciendo uso de una máquina perforadora stoper con una sección de 2.40 m por 0.70 m con un total de 14 taladros en caja. Esta perforación fue acumulada en el momento que se realizó la perfección en veta, en cada perforación se inicia con un barreno de 2 pies y luego se completa con barreno de 4 pies, después de cada disparo en chimenea se colocará dos puntales de avance de acuerdo al estándar, posteriormente se completará con la preparación de buzón y camino utilizando puntales de 7 y 8 pulgadas y con una ranfla para proteger el camino, luego se cumple con el ciclo de minado (ventilar, regar, desatar) como también los cumplimientos de los PETS establecidos por la empresa.

- **Voladura**

Para la ejecución de la voladura se utilizará emulsiones y los accesorios a utilizar es carmex de 7 pies, mecha rápida 8 m hasta una altura de 25 m y pasado los 25 m de altura se proporcionará de 12 m de mecha rápida, esto da un promedio de 10 m de mecha rápida por disparo y para la preparación del cebo se utilizará punzón de cobre.

Para la voladura se hará uso de emulsiones, la cantidad de explosivo a utilizar será de 6 unidades de emulsiones por taladro, en un total de 14 taladros de un peso de 0.09 kg cada uno, 14 unidades de carmex de 7 pies y 10 metros de mecha rápida.

- **Parámetro de voladura en chimenea doble compartimiento en caja:**

El número de emulsiones será:

- ✓ Numero de taladros cargados = 14

- ✓ Numero de emulsiones/taladro = 6
- ✓ Total de emulsiones = 70 emulsiones
- ✓ kg de explosivo = 70 emulsiones x 0.09 kg/emulsiones = 6.3 kg
- ✓ Tonelaje de desmonte roto = 14.77 t
- ✓ Factor de potencia = 6.3 kg /14.77 t = 14.77 kg/t
- ✓ El uso de accesorios de voladura será: 14 unidades de carmex de 7 pies y 10 metros de mecha rápida.

4.2.3 Labores de preparación subnivel de la empresa minera Vicus S.A.C.

La preparación de subniveles se realiza sobre veta en forma horizontal, iniciando por un lado de una chimenea dejando un puente de 3 m de altura sobre la galería hasta comunicar con el extremo de la otra chimenea.

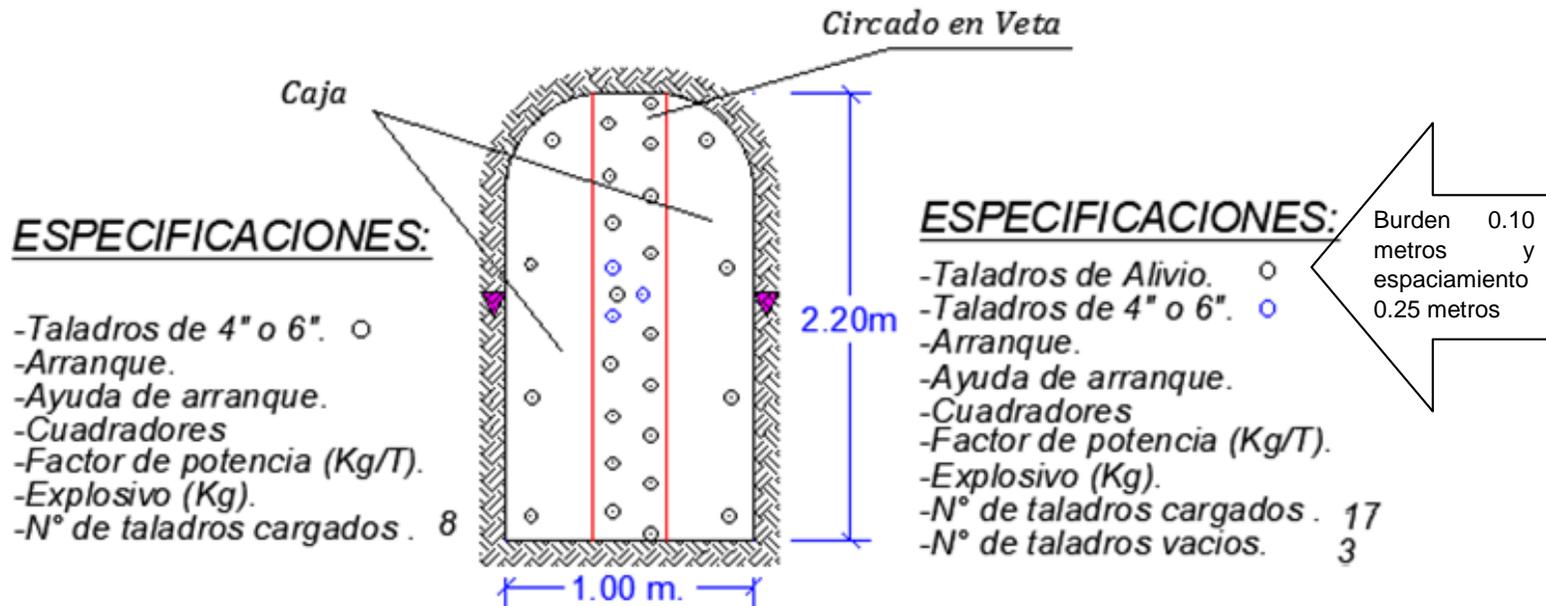


Figura 12. Diseño de la malla de perforación del subnivel, el tajeo del block mineralizado del tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C. Tomada del área de Planeamiento - unidad minera Vicus S. A. C., 2022 (11)

a) Perforación y voladura en subniveles

El subnivel tiene una sección de 1.00 m x 2.20 m, la perforación se llevará a cabo con perforadora Jackleg, utilizando barrenos cónicos de 4 y 6 pies tanto en veta como en caja.

b) Voladura circado en veta

Para la ejecución de la voladura se utilizará cartuchos y los accesorios a utilizar: Carmex de 7 pies, mecha rápida y para la preparación del cebo se utilizará punzón de cobre.

Para la voladura se hará uso de cartuchos, la cantidad de explosivo a utilizar será de 9 unidades de cartucho por taladro, en un total de 16 taladros de un peso de 0.08 kg cada uno, 16 unidades de Carmex de 7 pies y 2 metros de mecha rápida.

• Parámetro de voladura en subniveles circado en veta:

El número de cartuchos será:

- ✓ Carmex = 17 piezas de 7 pies
- ✓ Mecha rápida = 2 metros
- ✓ Número de taladros alivio = 3
- ✓ Número de taladros cargados = 17
- ✓ Número de cartuchos/taladro = 6
- ✓ Total de cartuchos = 96
- ✓ kg de explosivo = 96 cartuchos x 0.082 kg/cartuchos = 7.87 kg
- ✓ Tonelaje de mineral roto = 3.25 t
- ✓ Factor de potencia = 7.87 kg / 3.25 t
- ✓ Factor de potencia = 2.42 kg/t

• Parámetro de voladura en subniveles en caja

El número de accesorios será:

- ✓ Carmex = 8 piezas de 7 pies
- ✓ Mecha rápida = 2 metros
- ✓ El número de emulsiones será:
- ✓ Número de taladros cargados = 8
- ✓ Número de emulsiones/taladro = 6

- ✓ Total, de emulsiones = 48 cartuchos
- ✓ kg de explosivo= 36 emulsiones x0.09 kg/emulsiones =3.25 kg
- ✓ Tonelaje roto en caja = 5.77 t
- ✓ Factor de potencia = 3.25 kg /5.77 t
- ✓ Factor de potencia = 0.563 kg/t

4.2.4 Plan de explotación:

Dentro del plan de minado para el año 2022 se ha estimado un programa de 7207.72 t de mineral de tajos que se irán preparando en el transcurso de las labores de desarrollo y preparación. Estimando así un promedio de producción mensual de 1040.44 t de mineral y en total del año 2022 se prevé producir 12485.29 t de mineral con un cut off de 13.00 gr/t Au, para obtener un contenido fino de 137.34 kg de Au, para esto estamos considerando los mejores estándares existentes en la actualidad, tomando en cuenta todos los parámetros y controles geológicos, geotécnicos y geomecánicos.

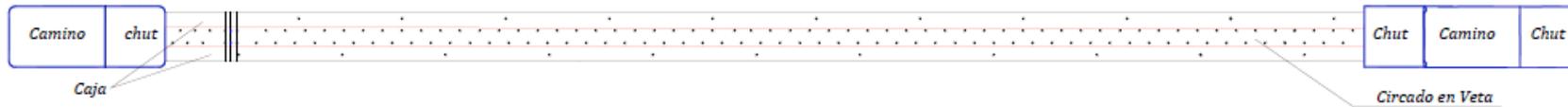
a) Perforación circado en veta y caja en tajo

Para la perforación se realiza en circado en veta de acuerdo al buzamiento de la veta, este proceso será con una malla de perforación en zigzag (corte angular) empleando un *burden* y espaciamiento de acuerdo al tipo de terreno y dejando los taladros acumulados en la parte estéril (caja). Para todo este procedimiento se utilizará máquinas perforadoras stoper marca PHQ, accionadas con aire comprimido, durante la perforación se emplearán barras cónicas de 2 pies con broca de 38 mm y barrenos cónicos de 6 pies con broca de 36 mm para todos los taladros tanto en veta como en caja, toda la perforación del tajo es una sola operación.

El tiempo de promedio de perforación por taladro es de 4.5 min, haciendo un total de 122 taladros de los cuales 2 son de alivio. El tiempo total de perforación empleado en toda la malla será de 9 horas incluyendo el tiempo de instalación y desinstalación del equipo perforadora.

En la siguiente figura se muestra el diseño de la malla de perforación y voladura del el tajeo del block mineralizado del tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C.

Malla de Perforación tajos
Sección 0.80 x 2.30 m.



ESPECIFICACIONES:

- Taladros de 6"
- Arranque.
- Ayuda de arranque.
- Cuadradores
- Explosivo (Kg).
- Factor de potencia (Kg/T).
- N° de taladros cargados . 22

ESPECIFICACIONES:

- Taladros de Alivio. ○
- Taladros de 6". ○
- Arranque.
- Ayuda de arranque.
- Cuadradores
- Factor de potencia (Kg/T).
- Explosivo (Kg).
- N° de taladros cargados . 122
- N° de taladros vacios. 2

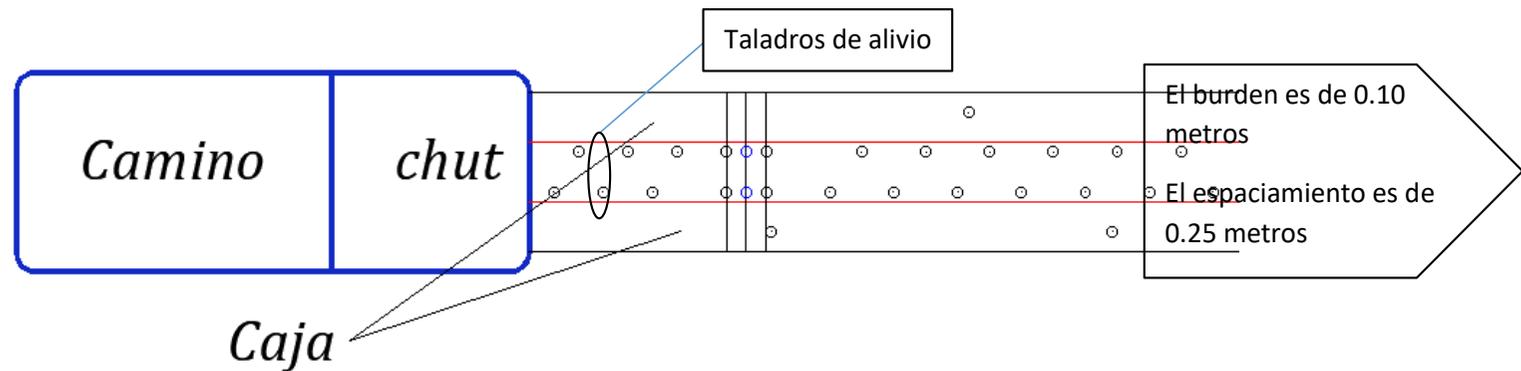


Figura 13. Diseño de la malla de perforación y voladura del el tajeo del block mineralizado del tajeo 5141 NS, empresa minera Vicus S. A. C. Tomada del área de Planeamiento - unidad minera Vicus S. A. C., 2022 (11)

b) Voladura en circado de tajo

• Voladura circado en veta en tajo

En esta actividad se realiza la voladura en circado en veta, tomando en cuenta que el tipo de explosivo a utilizar son cartuchos semigelatinosos, este explosivo permite controlar el ancho de minado que es de 0.30 m para obtener una buena dilución de mineral y como segunda actividad posterior a la perforación se utilizará emulsión encartuchada. El carguío se hará manualmente con uso de atacadores de madera y para la elaboración del cebo se utilizará punzón de cobre.

La cantidad de explosivo que se utilizará se detalla en un cuadro para cada tipo de labor, cabe mencionar que para el presente plan de minado se está considerando el 80 % de uso de Carmex, que reemplazará a la cantidad de fulminante, conectores y mecha blanca.

• Parámetro de voladura en tajo circado en veta

El número de accesorios de voladura será:

- ✓ Carmex = 80 pzas de 7 pies
- ✓ Mecha rápida = 20 metros

El número de cartuchos será:

- ✓ Número de taladros cargados = 97
- ✓ Número de cartuchos/taladro = 5
- ✓ Total de cartuchos = 400
- ✓ kg de explosivo = $400 \text{ cartuchos} \times 0.082 \text{ kg/cartuchos} = 32.8 \text{ kg}$
- ✓ Tonelaje de mineral roto = 24.88 t
- ✓ Factor de potencia = $39.36 \text{ kg} / 24.88 \text{ t}$
- ✓ Factor de potencia = 1.31 kg/t

• Parámetro de voladura de tajo en caja

El número de accesorios será:

- ✓ Número de Carmex = 20 piezas de 7 pies
- ✓ Mecha rápida = 18 metros
- ✓ Número de taladros cargados = 25
- ✓ Número de taladros de alivio = 3

- ✓ Número de emulsiones/taladro = 5
- ✓ Total de emulsiones = 100
- ✓ kg de explosivo = 100 emulsiones x 0.09 kg / emulsiones = 9 kg
- ✓ Tonelaje de desmonte roto = 44 t
- ✓ Factor de potencia = 9 kg / 4.4 t = 0.20 kg/t

c) Ventilación en tajo

La ventilación en este tipo de tajo se realiza con aire comprimido 40 % y 60 % aire natural por las chimeneas comunicadas por los extremos hacia nivel superior, para mejorar la evacuación de gases dejando así la labor bien ventilada para el inicio de ciclo de minado.

d) Limpieza en tajo

Después de cada disparo y de haber finalizado con la ventilación es necesario subir al tajo para proceder al regado y desatado de rocas sueltas en toda la parte superior del tajo, una vez desatado la labor la limpieza se hará en retirada contando con dos pares de lampas y picos más una carretilla para la evacuación de mineral pallaqueando y desmonte se queda en tajo para relleno.

Posteriormente se hará el chuteo de carga de mineral selectivo en carros mineros U 35, una vez concluido la limpieza de mineral se procederá a poner barrera a ambos extremos con puntal de 8 pulgadas y enrejados de 6 pulgadas, luego terminado las barreras se procederá hacer el disparo de las cajas, nuevamente se hará la ventilación, el regado y el desatado de rocas sueltas, para concluir se hará el pampilleo con relleno detrítico de todo el tramo del tajo para así continuar nuevamente con el ciclo de minado.

e) Relleno detrítico en tajo

Es un relleno convencional cuyo material procede de la desagregación de los cuerpos baja ley o estéril, en la labor se requiere de rastrillos, winches manuales para extender las cargas y para quitar convenientemente las cajas y evitar los espacios vacíos muy comunes en este tipo de rellenado que permite los movimientos de las cajas.

Las obtenciones de relleno detrítico son:

- ✓ De las cajas hueco de perro

- ✓ De tajeo antiguos rellenados
- ✓ De las labores que se apertura en material pobre o estéril

f) Sostenimiento en las labores

En toda explotación minera, el sostenimiento de las labores son trabajos adicionales de alto costo que reduce la velocidad de avance y/o producción, pero que, a la vez en un proceso esencial para proteger de accidentes al personal y al equipo, el tipo de sostenimiento en esta minería es de acuerdo al tipo de roca a presentarse según el avance. En rocas fracturadas en galería se utiliza un sostenimiento de cuadros de madera, malla electrosoldada con pernos Split Sets. En algunos tajos se emplea puntales de seguridad con plantilla y en reparaciones de buzones se empleará guarda cabezas para proteger al personal de trabajo.

4.3 Evaluación de los costos unitarios operacionales para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.

En la siguiente tabla se muestra el costo de explotación del método de minado corte y relleno ascendente convencional de la veta escondida.

Tabla 7. Parámetros para el costo de explotación del método de minado corte y relleno ascendente convencional de la veta Escondida

EXPLORACIÓN VETA			
Corte y relleno convencional - perforacion vertical - relleno hidraulico			
Datos Técnicos:			
Tipo de roca:	Semi-Dura		
Ancho Labor:	1.0	m	Efic.Perf. 90%
Longitud Labor:	20.0	m	Efic.Disp. 90%
Burden:	0.4	m	Avanc.Efect. 1.48 m
Espaciamiento:	0.6	m	Ton/tal 0.88 ton
Long. Barra:	6.0	ft	Ton/Gdia 21.22 ton
Nº taladros:	124.0	tal	Rend. Relleno: 1.20 m3/gdia
Toneladas:	109.6	ton	kg/ tal 0.00 m
NºTal / gdia:	24.0	tal	eficiencia de perf 1.65 m
Densidad:	3.7	ton/m3	Kg_Explosivo/tal 0.99 kg/tal
Factor de carga:	1.12	kg/ton	
Rendimiento Winche	5.0	ton/hr	

Estos parámetros fueron utilizados para desarrollar la estructura del costo de explotación del método de minado corte y relleno ascendente convencional de la veta escondida.

En la siguiente tabla se muestra la estructura del costo de explotación del método de minado corte y relleno ascendente convencional de la veta escondida.

Tabla 8. Estructura del costo de explotación del método de minado corte y relleno ascendente convencional de la veta Escondida

MÉTODO DE EXPLOTACIÓN: **Corte y relleno convencional**

Taladros Perforados /Guardia	24.0	Longitud efectiva Perforación mts	1.65
PRODUCCION POR TAJEO:	109.6	Toneladas rotas por Guardia	21.22
Factor de carga (Kg/taladro) :	1.0	Rendimiento (ton/tal):	0.88
Ancho labor (m)	1.0	Ancho mínimo de minido (m)	1.00

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	INCIDENCIA	P.U.	Total \$/.	Total
				\$/ Unid	\$/.	\$/ ton.
1.1 Mano de Obra						37.99
Capataz	tarea	0.2	0.10	191.06	3.78	
Bodeguero	tarea	0.2	0.10	135.26	2.68	
Electricista Mina	tarea	0.1	0.05	169.18	0.84	
Maestro Perforista (Explotación)	tarea	1	100%	144.02	187.22	
Ayudante (Explotación)	tarea	1	100%	135.26	175.84	
Maestro Motorista (Limpieza)	tarea	1	60%	144.02	112.33	
Ayudante Motorista (Limpieza)	tarea	1	60%	135.26	105.51	
Maestro enmaderador (Sostenimiento)	tarea	1	60%	144.02	112.33	
Ayudante enmaderador (Sostenimiento)	tarea	1	60%	135.26	105.51	
1.2 Aceros de perforación						3.14
Aceite de Perforación	Gln	0.25	100%	21.91	5.48	
Barras de Perforación	pp	129.60	100%	0.29	37.22	
Brocas de perforación 38 mm	pp	129.60	100%	0.19	23.98	
1.3 Herramientas						0.55
Lampa	pieza	2.00	100%	0.53	1.06	
Pico	pieza	2.00	100%	0.59	1.18	
Combo 6 Lbs	pieza	1.00	100%	0.39	0.39	
Llave Stilson de 8"	pieza	1.00	100%	0.27	0.27	
LLlave Francesa 8"	pieza	1.00	100%	0.24	0.24	
Barretilla de 4"	pieza	1.00	100%	0.99	0.99	
Barretilla de 6"	pieza	1.00	100%	1.17	1.17	
Disco de jebe	pieza	1.00	100%	0.20	0.20	
Taco de Arcilla	pieza	24.00	100%	0.20	4.80	
Ocre Polvo Rojo	kg	0.13	100%	10.00	1.30	
1.4 Implementos de Seguridad						2.48
Tareas sin ropa de agua	tareas	0.02	100%	8.59	0.21	
Tareas con ropa de agua	tareas	5.72	100%	9.15	52.34	
1.5 Equipos en Operación						2.54
Perforadora	pp	129.60	100%	0.38	49.71	
Manguera de jebe de 1"	m	30.00	100%	0.10	2.91	
Manguera de jebe de 1/2"	m	30.00	100%	0.04	1.26	
(A) Total Costo Directo						46.70
(B) UTILIDAD		8.5%				3.97
(C) Explosivos y Acc. Voladura						9.69
Dinamita Semexa 65% 7/8" x 7"	kg	23.76	100%	6.51	154.67	
Carmex	und	24.00	100%	1.50	35.93	
Mininel	und	0.00	100%	2.93	0.00	
Mecha rapida	m	14.00	100%	1.06	14.90	
Cordon detonante	m	0.00	100%	1.08	0.00	
(D) Costo de servicios auxiliares						270.70
Limpieza - winche y rastrillo N 13 HP 30						22.5
Energía eléctrica	Kw - h	25		0.5	12.5	12.5
Sostenimiento - puntales de madera						235.7
Redondos de 7"x7"x10'	Pies	4		19.78	79.12	
Tablas de 6"x2"x10'	Pies	10		13.46	134.6	
Escaleras	m	1		21.98	21.98	
(E) Trabajos de preparacion y desarrollo						
<i>ESTRUCTURA DE COSTOS: Galeria principal 2.1 x 2.2 (JACKLEG)</i>						1069.19
<i>ESTRUCTURA DE COSTOS: CHIMENEA DOBLE COMPARTIMIENTO 1.0 x 2.60 (stoper)</i>						983.35
<i>ESTRUCTURA DE COSTOS: SUBNIVEL 1.0 x 1.8 (JACKLEG)</i>						661.61
COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA (EXPLOTACIÓN) (A+B+C)					\$/ ton.	60.35
COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA (SERVICIOS AUXILIARES) (D)					\$/ ton.	2.47
COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA (PREPARACION Y DESARROLLO) (E)					\$/ MET.	2714.15

Interpretación:

Según la tabla el análisis de costos es como se muestra a continuación:

- Costo total por unidad valorizada (explotación)

En el análisis de costos, se tiene que los costos por tonelada en la explotación de mineral son de 60.35 soles por tonelada, con utilidad del 8.5%. En esta valorización se incluye la perforación y voladura de toda la sección los cuales son la perforación y voladura en la veta con circado y en las cajas de material estéril.

- Costo total por unidad valorizada (servicios auxiliares)

En el análisis de costos de la limpieza y sostenimiento por tonelada en el minado del tajeo es de 2.47 soles por tonelada. La voladura realizada en las cajas de material estéril queda en la labor como relleno y plataforma para el siguiente corte lo cual no genera costo de limpieza. Siendo un costo total de explotación por tonelada de 62.82 soles.

- Costo total por unidad valorizada (preparación y desarrollo)

El costo total por la unidad valorizada de los trabajos de preparación y desarrollo son los siguientes:

- ✓ Estructura de costos: galería principal 2.1 X 2.2 (Jackleg) es de 1069.19 s soles el metro lineal.
- ✓ Estructura de costos: chimenea doble compartimiento 1.0 X 2.60 (stoper) es de 983.35 soles el metro lineal.
- ✓ Estructura de costos: subnivel 1.0 X 1.8 (Jackleg) es de 661.61 soles el metro lineal.

Para el minado por corte y relleno ascendente estas estructuras de costos son los ideales para poder realizar el minado en la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.

4.3.1 Evaluación del costo total de los trabajos de para el minado por corte y relleno ascendente del TJ 5141 – SN, en la veta escondida, minera Vicus S. A. C.

En la siguiente tabla se muestra el costo de preparación y desarrollo para el minado corte y relleno ascendente convencional del TJ 5141 – SN de la veta Escondida, minera Vicus S. A. C.

Tabla 9. Costo de preparación y desarrollo para el minado corte y relleno ascendente convencional del TJ 5141 – SN de la veta Escondida minera Vicus S. A. C.

COSTOS DE PREPARACION Y DESARROLLO DEL TJ 5141 - SN - AÑO 2022									
FASES MINADO	NIVEL	VETA	LABOR	AVANCE (m/dis)	AVANCE TOTAL (m)	SECCION		TOTAL AVANCE PROGRAMADO (m)	COSTO TOTAL TONELAJE PRORAMADO (S/.)
PREPARACION	-120	ESCONDIDA	GALERÍA	1.5	50	2,1	2,2	50	53,460
DESARROLLO	-120	ESCONDIDA	CH - DOBLE	1.5	60	2,60	1,0	60	59,001
DESARROLLO	-120	ESCONDIDA	CH - DOBLE	1.5	60	3,40	1,0	60	59,001
DESARROLLO	-120	ESCONDIDA	CH - DOBLE	1.5	60	2,60	1,0	60	59,001
DESARROLLO	-120	ESCONDIDA	SN	1.5	40	1,80	1,0	40	26,464
TOTAL								270	256,927

Interpretación:

El costo total de los trabajos de preparación y desarrollo son los siguientes:

- ✓ Galería principal, para el tramo de 50 metros lineales es de 53,460 soles, de sección 2.1 x 2.2 metros.
- ✓ Chimenea de doble compartimiento, para los 3 tramos se tiene 180 metros es de 177,003 s soles, de sección 2.60 x 1.0 metros
- ✓ Sub nivel: en avance para el tramo de 40 metros de avance lineal es de 26,464 s soles, de sección 1.80 x 1.0 metros.

Interpretación:

Trabajos de explotación del TJ 5141 – sur y norte del 120: el avance en cada ala es de 20 metros de sección 0.3 x 4 metros explotación en circado de mineral y de sección 0.7 x 4 de relleno.

Para la extracción del tajeo 5141 SN de ambos blocks mineralizados es de 6909 toneladas y el costo total para la explotación del tajeo 5141 SN es de 434,001 soles respectivamente.

CONCLUSIONES

1. Los trabajos de preparación y desarrollo del tajeo 5141 – SN en la veta Escondida se realizarán; en primer lugar, en la galería principal en el nivel 120 con un tramo de 50 metros de sección 2.1 x 2.2 metros. Para poder delimitar los blocks mineralizados se realizó la chimenea de doble compartimiento: al inicio de block mineralizado al centro y final cada tramo de 60 metros, el que comunica a la galería superior del nivel 60 de sección 2.60 x 1.0 metros y por último el subnivel en avance dejando un puente de 3 metros con un tramo de 40 metros en ambas alas con sección de 1.80 x 1.0 metros. En los trabajos de explotación del TJ 5141 – SN se procedió a extraer el mineral en ambas alas sur y norte con un corte de 20 metros con sección 0.3 x 4 metros con circado de mineral, la perforación se realizó con barra de 6 pies para todas las labores.
2. La programación de los trabajos de desarrollo y preparación se realizaron del mes enero hasta mayo del año 2022. Los trabajos de la explotación con un avance de 1.5 metros avance por ala de 20 metros y un ancho de minado de 1 metro, se ha programado extraer en el primer mes 133.2 t y a partir del segundo mes 99.9 toneladas hasta cumplir la programación anual que abarca del mes de junio del año 2022 hasta mayo del año 2023, respectivamente.
3. El costo total por la unidad valorizada de los trabajos de preparación y desarrollo son los siguientes:
 - Estructura de costos: galería principal 2.1 X 2.2 (Jackleg) es de 1069.19 soles el metro lineal y para el tramo de 50 metros lineales es de 53,460 soles.
 - Estructura de costos: chimenea doble compartimiento 1.0 X 2.60 (stoper) es de 983.35 soles el metro lineal y para los 3 tramos se tiene 180 metros es de 177,003 soles
 - Estructura de costos: galería principal 2.1 X 2.2 (Jackleg) es de 661.61 soles el metro lineal y para el tramo de 40 metros de avance lineal es de 26,464 soles.

En el análisis de costos se tiene los costos por tonelada en la explotación de mineral es de 49.66 soles por tonelada, con utilidad del 8.5 %.

Para la extracción del tajeo 5141 SN de ambos blocks mineralizados es de 6909 toneladas y el costo total para la explotación del tajeo 5141 SN es de 434,001 soles respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Es recomendable la utilización de la metodología de Nicholas para seleccionar el método de minado más adecuado, tomando en cuenta las principales características del yacimiento como son: la geometría del yacimiento, características geotécnicas, geomecánicas y los costos de minado.
2. En función a la factibilidad de las operaciones y continuidad se recomienda ir evaluando de manera progresiva el plan de exploraciones que estará centrada a labores *brownfield*, por el momento se ha obviado los trabajos de exploración *greenfield*.
3. El cumplimiento para lo planeado entre labores lineales en comparación a las labores de explotación será del 31.11 % para tajeos y 69.89 % para labores lineales, para mantener una ley de cabeza con un *cutt off* de 11.00 gr/t Au a un ritmo de producción de 30 t/día, se viene realizando un planeamiento semanal y mensual más detallado por labores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BUENDIA, Cesar. Implementación del método de explotación corte y relleno ascendente en vetas angostas en el tajo Carmelita de la Mina Toctopata – Andahuaylas. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo : Universidad Continental, 2021, 150 pp.
2. CÓRDOVA, Maria. Análisis del método de corte y relleno ascendente semimecanizado, frente al método Long Wall en la producción de mineral del tajo 6520, Nv 2760, Compañía Minera Poderosa S.A. Tesis (Título de Ingeniera de Minas). Piura : Universidad Nacional de Piura, 2019, 106 pp.
3. SUCASACA, Delvis. Incremento de la producción del mineral en los tajeos Carlota y San José, mediante el método de explotación corte y relleno ascendente mecanizado, en la minera Arirahua S.A. – Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
4. INCACUTIPA, Yhony. Cambio de método de minado a corte y relleno ascendente Convencional de la veta Farallón en mina SMRL Las Bravas N°2 de Ica. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2019.
5. PÉREZ, Cristian. Mecanización del método de minado corte y relleno ascendente en el tajo 2590 de la mina Rosa Nv.2430, Unidad Parcoy – Consorcio Minero Horizonte S.A.C. para incrementar el volumen de producción. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo , 2019, 101 pp.
6. ÁREA DE GEOLOGÍA, UNIDAD CAPACHO DE ORO I. *Estudios geológico y reservas*. Barraca : Empresa Minera Vicus, 2021.
7. ÁREA DE PLANEAMIENTO . *Resumen de reservas*. Barranca : Empresa Minera Vicus S.A.C, 2022.

8. INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERÚ . *Explotación subterránea métodos y casos prácticos*. Puno : Facultad de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano, 1999.
9. ÁREA DE OPERACIONES MINA, UNIDAD CAPACHO DE ORO I. *Plan de explotacion minera*. Barranca : Empresa Minera Vicus S.A.C, 2021.
10. ÁREA DE OPERACIONES MINA. *Plan de minado* . Barranca : Minera Vicus S.A.C, 2022.
11. ÁREA DE PLANEAMIENTO. *Plan de minado anual 2022*. Lima : Unidad Minera Vicus S.A.C., 2021.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de consistencia

Aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida minera Vicus S.A.C

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Cómo será la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida minera Vicus S. A. C.?	Aplicar el método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida minera Vicus S. A. C.	La aplicación del método de minado corte y relleno ascendente es factible y viable en la veta Escondida minera Vicus S. A. C.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
¿Cómo influye los parámetros de perforación y voladura para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida minera Vicus S. A. C.?	Determinar los parámetros de perforación y voladura para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida minera Vicus S. A. C.	La determinación de los parámetros de perforación y voladura será factible y viable para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida minera Vicus S. A. C.
¿Cómo influye los costos unitarios operacionales para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida minera Vicus S. A. C.?	Determinar los costos unitarios operacionales para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida minera Vicus S. A. C.	La determinación de los costos unitarios operacionales será factible y viable para la aplicación del método de minado corte y relleno ascendente en la veta Escondida minera Vicus S. A. C.

Anexo 2

Selección del método de minado por la metodología de Nicholas (1981)

GEOMETRÍA DEL YACIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LEYES			BORRAR
1. FORMA:			
Equidimensional o masivo:	M	Todas las dimensiones son similares en cualquier dirección.	<input type="text"/>
Tabular:	T	Dos de las dimensiones son mucho mayores que la tercera.	<input type="text"/>
Irregular:	I	Las dimensiones varían a distancia muy pequeñas.	<input type="text" value="1"/>
2. POTENCIA DEL MINERAL:			
Muy Estrecho	ME	(< 3 m)	<input type="text" value="1"/>
Estrecho	E	(3 – 10 m)	<input type="text"/>
Intermedio	I	(10 – 30 m)	<input type="text"/>
Potente	P	(30 -100 m)	<input type="text"/>
Muy potente	MP	(> 100 m)	<input type="text"/>
3. INCLINACIÓN:			
Echado/Tumbado	T	(< 20°)	<input type="text"/>
Intermedio	IT	(20 – 55°)	<input type="text"/>
Inclinado	IN	(> 55°)	<input type="text" value="1"/>
4. DISTRIBUCIÓN DE LEYES			
Uniforme:	U	La ley media del yacimiento se mantiene prácticamente constantemente en cualquier punto de este.	<input type="text"/>
Gradual o diseminado:	D	Las leyes tiene una distribución zonal, identificándose cambios graduales de unos puntos a otros.	<input type="text" value="1"/>
Errático:	E	No existe una relación espacial entre las leyes, ya que éstas cambian radicalmente de unos puntos a otros en distancias muy pequeñas.	<input type="text"/>
5. PROFUNDIDAD DESDE LA SUPERFICIE			
Superficial	S	(0 – 100m)	<input type="text"/>
Intermedio	I	(100 – 600m)	<input type="text" value="1"/>
Profundo	P	(> 600m)	<input type="text"/>

CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS				ZONA MINERAL	CAJA TECHO	CAJA PISO
1.- RMR				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Muy Débil	MD		0 - 20	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Débil	D		20 - 40	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="1"/>
Moderado	M		40 - 60	<input type="text"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>
Fuerte	F		60 – 80	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Muy Fuerte	MF		80 – 100	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1.- ESFUERZO DE SUBDUCCION DE LA ROCA (RSS) - ESFUERZO UNIAXIAL/ESFUERZO PRINCIPAL				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Muy Pobre	MP		(< 5)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Pobre	P		(5 - 10)	<input type="text"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
Moderado	M		(10 - 15)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Fuerte	F		(> 15)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

RANKING DE PUNTUACIÓN

ORDEN	Método de explotación	GEOMETRÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LEYES	CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LA ROCA				TOTAL
			MINERAL	TECHO	PISO	SUB TOTAL	
1	Cut & Fill Stoping	20	5	9	6	20	40
2	Bench and Fill Stoping (Con Relleno)	14	8	4	1	13	27
3	Sublevel Stoping Longitudinal (Con Relleno)	14	8	4	1	13	27
4	Shrinkage Stoping	14	6	3	2	11	25
5	Sublevel Stoping	11	8	4	1	13	24
6	Square Set Stoping	14	2	3	3	8	22
7	Top Slicing	3	2	4	2	8	11
8	Open Pit Mining	-41	6	7	6	19	-22
9	Sublevel Caving	-40	6	6	4	16	-24
10	Block Caving	-40	3	6	6	15	-25
11	Room and Pilar	-42	6	3	0	9	-33
12	Longwall Mining	-92	6	9	0	15	-77

Resumen de los métodos de minado recomendados

ORDEN	METODO DE MINADO	PUNTUACIÓN
1	Cut & Fill Stoping	40
2	Bench and Fill Stoping (Con Relleno)	27
3	Sublevel Stoping Longitudinal (Con Relleno)	27

Anexo 3

Precios unitarios

ESCALA DE SUELDOS Y JORNALES

DESCRIPCION DEL PUESTO	JORNAL S/.	asignacion familiar	feriados con 100% 01 por mes	Total ingreso afecto	factor de leyes sociales	TOTAL (S/.)
Perforista	63.50	2.50	4.88	70.88	103.17%	144.02
Operario Mina	63.50	2.50	4.88	70.88	103.17%	144.02
Operador Scooptram	85.00	2.50	6.54	94.04	103.17%	191.06
Operador Jumbo	90.00	2.50	6.92	99.42	103.17%	202.00
Enmaderador	63.00	2.50	4.85	70.35	103.17%	142.92
Compresorista y lamparero	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Chofer de mina	63.50	2.50	4.88	70.88	103.17%	144.02
Capataz	85.00	2.50	6.54	94.04	103.17%	191.06
Bombero, Herrero, Soldador	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Bodeguero	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Ayudante Perforista	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Ayudante de servicios	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Ayudante de mina	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Ayudante de jumbo	63.50	2.50	4.88	70.88	103.17%	144.02
Ayudante de enmaderador	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Ayudante almacén	59.50	2.50	4.58	66.58	103.17%	135.26
Mecánico de equipo pesado	95.00	2.50	7.31	104.81	103.17%	212.94
Electricista mina	75.00	2.50	5.77	83.27	103.17%	169.18
Electricista de equipos	90.00	2.50	6.92	99.42	103.17%	202.00
Cuartelero	58.00	2.50	4.46	64.96	103.17%	131.98

ACEROS DE PERFORACION

DESCRIPCION	UND	PRECIO (S/.)	Vida Econ. (pp)	P U
Broca escariadora 2 1/2"	Uni	387.000	600.00	0.65
Shank Adapter COP1238xT38	Uni	844.650	9,000.00	0.09
Acople T38/R38	Uni	245.830	6,000.00	0.04
Barra Ext. R38-H35-R32x12' (12 y 14 pies)	Uni	1,300.600	6,000.00	0.22
Broca R32x45mm.	Uni	283.610	800.00	0.35
Adaptador Piloto R32x12°	Uni	586.000	800.00	0.73
Broca Rimadora R32x102mm	Uni	616.160	800.00	0.77
Coplas de afilado	Uni	357.500	10,000.00	0.04
Adaptador Split Set / perno helicoidal	Uni	230.000	600.00	0.38
Barra de Extensión Porta Broca Conica 2'	Uni	135.440	900.00	0.15
Barra de Extensión Porta Broca Conica 4'	Uni	181.590	900.00	0.20
Barra de Extensión Porta Broca Conica 5'	Uni	240.200	900.00	0.27
Barra de Extensión Porta Broca Conica 6'	Uni	258.450	1,000.00	0.26
Barra de Extensión Porta Broca Conica 8'	Uni	275.440	900.00	0.31
Broca Conica 38 mm.	Uni	72.060	400.00	0.18
Broca Conica 41 mm.	Uni	74.000	300.00	0.25

EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA

DESCRIPCION	UND	PRECIO (S/.)	US\$/Caja	Kg/Caja
Dinamita Semexa 45% 7/8" x 7"	Cart	0.530		
Dinamita Semexa 65% 7/8" x 7"	Cart	0.540		
Dinamita Semexa 45% 7/8" x 7"	Kg	6.172	55.11	25.00
Dinamita Semexa 65% 7/8" x 7"	Kg	6.509	58.12	25.00
Dinamita Exadit 65% 7/8" x 7"	Kg	5.899	52.67	25.00
Dinamita Semexa 65% 1 1/8" x 7"	Kg	5.803	51.81	25.00
Dinamita Semexa 80% 1 1/8" x 8"	Kg	5.918	52.84	25.00
Dinamita Semexa 65% 1 1/4" x 8"	Kg	6.236	55.68	25.00
Dinamita Semexa 80% 1 1/4" x 8"	Kg	6.657	59.44	25.00
Emulsiones 4500 7/8"x8"	Und	0.560		
Emulsión Iremita 62 11/2" x 12" (68)	Und	2.030		
Emulsiones 6500 1"x8"	Und	0.700		
Emulsión Iremita 62 7/8" x 7" (308)	Und	0.450		
Emulsión Iremita 62 1" x 8" (240)	Und	0.700		
Emulsiones 6500 1"x8"	Und	0.700		
Emulsiones 8000 1"x8"	Und	0.590		
Anfo	Kg	1.740		
Examon	Kg	2.128		
Fulminante N° 8	Pza	0.308		
Fanel	Pza	3.338		
Mininel	Pza	2.929	261.5	250 pza/caja
Guía Seguridad	m	0.254	90.63	1000 m/caja
Carmex 8'	Pza	1.497	160.43	300 pza/caja
Igniter Cord	m	1.064		
Pentacord	m	1.075	575.72	1500 m/caja

HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	UND	PRECIO (S/.)	Vida Econom.	PU
Corvina de 36 "	Pza	178.20	100.00	1.78
Lampa	Pza	26.46	50.00	0.53
Pico	Pza	29.57	50.00	0.59
Combo 4 Lbs	Pza	19.24	90.00	0.21
Combo 6 Lbs	Pza	34.70	90.00	0.39
Combo 8 Lbs	Pza	41.04	90.00	0.46
Combo 10 Lbs	Pza	51.57	90.00	0.57
Combo 16 Lbs	Pza	78.79	90.00	0.88
Llave Stilson de 8"	Pza	27.41	100.00	0.27
Llave Stilson de 10"	Pza	73.52	100.00	0.74
Llave Stilson de 14"	Pza	87.36	100.00	0.87
LLave Francesa 8"	Pza	24.03	100.00	0.24
Maquina Ban Dit	Pza	325.00	180.00	1.81
Formon 1"	Pza	23.80	50.00	0.48
Azuela (de 3Lbs.)	Pza	26.81	80.00	0.34
Barretilla de aluminio de 4'	Pza	59.40	60.00	0.99
Barretilla de aluminio de 6'	Pza	70.20	60.00	1.17
Barretilla de aluminio de 8'	Pza	78.00	60.00	1.30
Barretilla de aluminio de 10', 12'	Pza	85.80	60.00	1.43
Barretilla de aluminio de 14'	Pza	98.20	60.00	1.64
Atacador	pza	9.84	20.00	0.49
Pasteca (rondana) 6" diam.	und	497.50	300.00	1.66
Cable de acero 3/8 "	mt	2.26	100.00	0.02
Cizalla de 24	Pza	114.80	100.00	1.15
Ganchos de 1.5	Pza	19.99	50.00	0.40
Carretilla buggy	Pza	185.00	60.00	3.08
Flexometro 5m	Pza	13.47	30.00	0.45
Lámpara	Pza	234.50	720.00	0.33
Detector de Energia	Pza	43.00	180.00	0.24
Lámpara CEAG MLC 5.2	Pza	1,224.00	2,400.00	0.51
Baston luminoso con pilas recargables	Pza	100.00	180.00	0.56
Lámpara (Alquiler)	Pza/mes	41.75	25.00	1.67
Disco de jebe	Pz	5.00	25.00	0.20
Manguera Jebe 1"	Mts	14.55	150.00	0.10
Manguera Jebe 1/2"	Mts	6.28	150.00	0.04
Aceite de perforacion	Glns	21.91	1.00	21.91
Cinta Ban Dit 1/2	rollo	77.24	40.00	1.93
Cinta Ban Dit 3/8	rollo	65.00	40.00	1.63
Escalera Telescopica de 4mts	Uni	502.83	90.00	5.59
Escalera Telescopica de 3mts	Uni	625.00	90.00	6.94
Ocre Polvo Rojo	Kg	10.00	1.00	10.00
arco de sierra + hoja	uni	39.00	60.00	0.65
Boa de 2"	m	45.00	150.00	0.30
Boa de 2"	m	53.30	150.00	0.36
Tubo PVC 1 1/2 x 3.00 Mts.	uni	3.60	-	-
PETROLEO-DIESEL	Glns	11.68	-	-

Fuente: propia.

Anexo 4
Costo de equipos

COSTO DE EQUIPOS

EQUIPO O MAQUINARIA	COSTO	UNIDAD	OBSERVACIONES
Jumbo Electrohidraulico Sandvick	236.48	S/. / Hrs	no incluye combustible ni operador
Scooptram Sandvick	197.07	S/. / Hrs	no incluye combustible ni operador

COSTO EQUIPÓS MENORES	COSTO	UNIDAD	OBSERVACIONES
BOMBA AGUA MASTER	8.0	S/. / Hrs	no incluye bombero
BOMBA AGUA MATADOR	11.7	S/. / Hrs	no incluye bombero
BOMBA AGUA MAXI	20.1	S/. / Hrs	no incluye bombero
BOMBA AGUA MAJOR	5.1	S/. / Hrs	no incluye bombero
MOTOSIERRA NEUMATICA	11.0	S/. / Hrs	
PERFORACION POR PIE	0.38	S/. / P.P.	
SHOCRETERA	52.0	S/. / Hrs	
PATILLADORA	10.2	S/. / Hrs	
MAQUINA SOLDAR	5.1	S/. / Hrs	
VENTILADOR 50 HP	7.0	S/. / Hrs	
VENTILADOR 86HP	8.2	S/. / Hrs	

INDICES DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y EXPLOSIVOS

Combustible

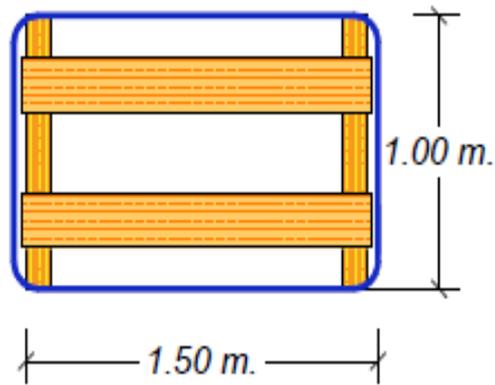
Jumbo Electrohidraulico Sandvick Mod. D05	1.50	Gln / Hora
scoopTram Sandvick Mod. Lh 307	4.00	Gln / Hora

Explosivos

Rampa de 4.50 m x 4.00 m	38.00	Kg / m
Labores de 3.0 m x 3.0 m	32.00	Kg / m
Subnivel de 1.50 m x 2.10 m	22.40	Kg / m
Subnivel de 1.20 m x 2.40 m	8.70	Kg / m
Explotación Veta	1.12	Kg / ton

Anexo 5

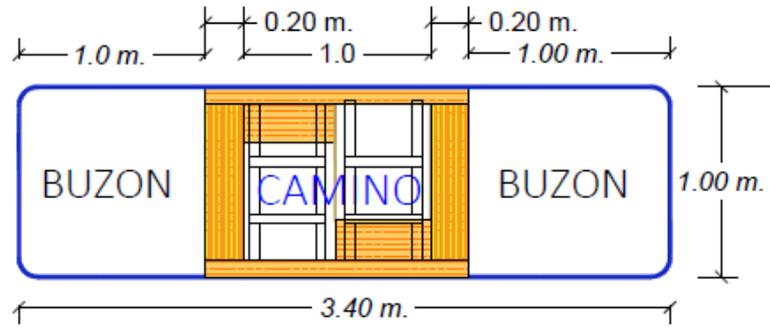
Estándar de la chimenea piloto sección de 1.00 x 1.50 m



Tomada del área de Planeamiento - unidad minera Vicus S. A. C., 2022 (11)

Anexo 6

Estándar de la chimenea de triple compartimiento de sección de 1.00 x 3.40 m



Tomada del área de Planeamiento - unidad minera Vicus S. A. C., 2022 (11)