



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS Y METALURGIA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD



El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de **Tesis** cuyo título es:

**"DISEÑO DE EXPLOTACION MINERA SUBTERRANEA EN LA PRODUCCION DE
MINERALES DE LA EMPRESA MINERA LA ESCONDIDA – 2022"**

Presentado por:

BALAREZO LA ROSA PIERO SEBASTIAN

Estudiante del nivel PREGRADO de la **Facultad de Ingeniería de Minas y Metalurgia**. El resultado obtenido es 18% por el cual se otorga el calificativo de:

(APROBADO, Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

APROBADO OBTUVO EL 18% (MENOR O IGUAL AL 20% REQUERIDO)

Ica, 21 de setiembre de 2023

.....
DR. VICTOR MANUEL FLORES MARCHAN
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS Y METALURGIA

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS Y METALURGIA



**Diseño de explotación minera subterránea en la
producción de minerales de la Empresa Minera La**

Escondida – 2022

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Desarrollo en ciencias puras, ciencias de la tierra e ingeniería de procesos

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

PRESENTADO POR

BACH. PIERO SEBASTIAN BALAREZO LA ROSA

ASESOR

ING. HERNAN OSWALDO CANALES REVATTA

ICA – PERÚ

2023



Dedicatoria

A Dios, por iluminarme en todo mi recorrido la bendición de poder compartirlo con mis seres queridos.

A mis padres, por su apoyo incondicional, atentos y vigilantes ante las adversidades de la vida y ser mi soporte.



Agradecimiento

A la Universidad San Luis Gonzaga de Ica

A la Facultad de Minas y Metalurgia

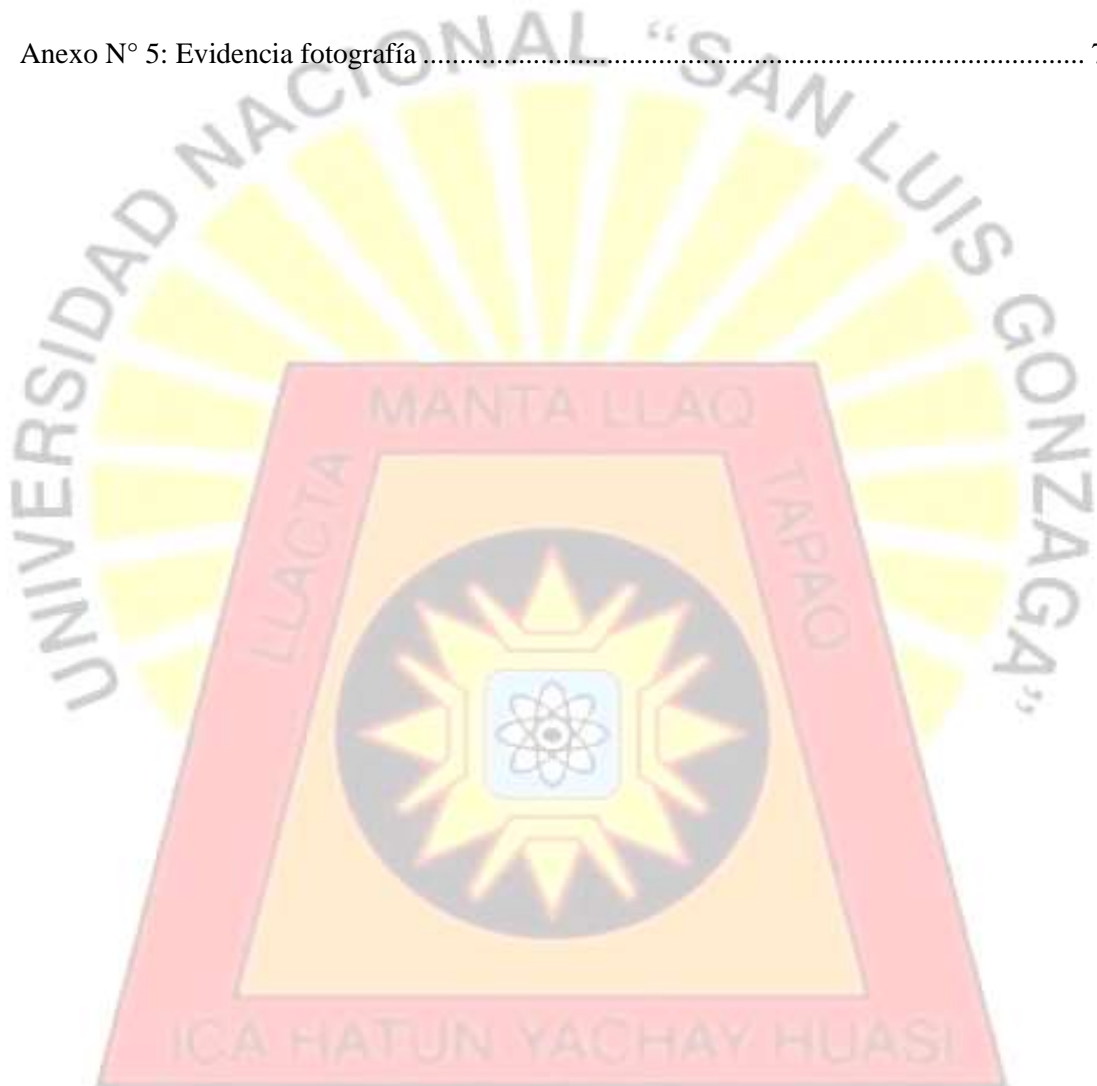
A la unidad minera por facilitarme toda
la información requerida

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento	III
Índice de contenidos.....	IV
Índice de tablas.....	VII
Índice de figuras.....	VIII
Resumen.....	IX
Abstract.....	X
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Antecedentes	12
1.3. Bases teóricas.....	20
1.3.1. <i>Perspectiva de la minería</i>	20
1.3.2. <i>La mina subterránea y el diseño</i>	21
1.3.3. <i>La minería artesanal</i>	25
1.3.4. <i>Etapas de la actividad minera</i>	26
1.3.5. <i>La producción de minerales</i>	30
1.4. Formulación de los problemas	33
1.4.1. <i>Problema general</i>	33
1.4.2. <i>Problemas específicos</i>	33
1.5. Justificación	33
1.6. Planteamiento de objetivos	34
1.6.1. <i>Objetivo general</i>	34
1.6.2. <i>Objetivos específicos</i>	34
1.7. Hipótesis.....	34
1.7.1. <i>Hipótesis general</i>	34
1.7.2. <i>Hipótesis específica</i>	34

II.	ESTRATEGIA METODOLÓGICA	35
2.1.	Tipo de investigación	35
2.2.	Nivel de investigación.....	35
2.3.	Diseño de investigación	35
2.4.	Población y muestra	35
2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
2.6.	Técnicas de análisis e interpretación de datos.....	36
III.	RESULTADOS	37
3.1.	Diseño de explotación minera subterránea.....	37
3.1.1.	<i>El método de explotación</i>	37
3.1.2.	<i>Labores de explotación</i>	38
3.1.2.1.	<i>Galerías</i>	38
3.1.2.2.	<i>Chimeneas</i>	39
3.1.2.3.	<i>Subniveles</i>	40
3.1.2.4.	<i>Tajeos</i>	41
3.1.3.	<i>Ciclo de minado</i>	41
3.1.3.1.	<i>Maquinaria y equipo de minería</i>	42
3.2.	Producción de minerales	44
3.3.	Avance lineal.....	49
3.4.	Costos operativos	52
3.4.1.	<i>Análisis de costos por tonelada rota</i>	56
IV.	DISCUSIÓN	57
4.1.	Hipótesis general.....	57
4.2.	Hipótesis específicas	58
V.	CONCLUSIONES.....	60
VI.	RECOMENDACIONES.....	61

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
VIII. ANEXOS.....	66
Anexo N°1: Operacionalización de variables	67
Anexo N° 2: Matriz de consistencia	68
Anexo N° 3: Gráficos de labores de la Empresa Minera La Escondida	69
Anexo N° 4: Manual de organizaciones y funciones.....	70
Anexo N° 5: Evidencia fotografía	77



Índice de tablas

Tabla 1. <i>Descripción de parámetros de explotación del material mineral</i>	37
Tabla 2. <i>Producción de minerales 2022</i>	44
Tabla 3. <i>Avance lineal mensual por etapa minera 2022</i>	49
Tabla 4. <i>Costos operativos mina La Escondida 2022</i>	52
Tabla 5. <i>Procesamiento de datos de la variable producción de minerales - año 2022</i>	57
Tabla 6. <i>Procesamiento de datos del indicador avance lineal - año 2022</i>	58
Tabla 7. <i>Procesamiento de datos del indicador costos operativos - año 2022</i>	59



Índice de figuras

Figura 1. <i>Producción semanal enero 2022</i>	44
Figura 2. <i>Producción semanal febrero 2022</i>	45
Figura 3. <i>Producción semanal marzo 2022</i>	45
Figura 4. <i>Producción semanal abril 2022</i>	45
Figura 5. <i>Producción semanal mayo 2022</i>	46
Figura 6. <i>Producción semanal junio 2022</i>	46
Figura 7. <i>Producción semanal julio 2022</i>	46
Figura 8. <i>Producción semanal agosto 2022</i>	47
Figura 9. <i>Producción semanal setiembre 2022</i>	47
Figura 10. <i>Producción semanal octubre 2022</i>	47
Figura 11. <i>Producción semanal noviembre 2022</i>	48
Figura 12. <i>Producción semanal diciembre 2022</i>	48
Figura 13. <i>Producción mensual 2022</i>	48
Figura 14. <i>Avance mensual 2022</i>	49
Figura 15. <i>Avance lineal en exploración 2022</i>	50
Figura 16. <i>Avance lineal en desarrollo 2022</i>	50
Figura 17. <i>Avance lineal en desarrollo 2022</i>	51
Figura 18. <i>Avance lineal en explotación 2022</i>	51

Resumen

TITULO: Diseño de explotación minera subterránea en la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

OBJETIVO: Verificar si un diseño de explotación minera subterránea influye en la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

MATERIAL Y MÉTODO: Es una investigación de tipo aplicada, nivel descriptivo - correlacional y de diseño descriptivo explicativo, la población estará conformada por la mina La Escondida y la muestra se constituirá por las operaciones de minado de la mina La Escondida, en el año 2022.

CONCLUSIÓN: Se verificó que el diseño de explotación minera subterránea incrementa la producción de minerales, puesto que se obtuvo un aumento del 41.86%, además, el avance lineal incrementó en un 58.50% y los costos operativos minimizaron en 9.71% respecto al años anterior, en la mina La Escondida, en el año 2022.

Palabras Claves: Avance lineal, diseño de explotación, producción de minerales.

Abstract

TITLE: Design of underground mining exploitation in the production of minerals of the La Escondida Mining Company – 2022.

OBJECTIVE: To verify whether an underground mining design influences the mineral production of Empresa Minera La Escondida – 2022.

MATERIAL AND METHOD: It is an applied research, descriptive - correlational level and explanatory descriptive design, the population will be made up of the La Escondida mine and the sample will be constituted by the mining operations of the La Escondida mine, in the year 2022.

CONCLUSION: It was verified that the underground mining design increases mineral production, since an increase of 41.86% was obtained, in addition, the linear advance increased by 58.50% and operating costs minimized by 9.71% compared to the previous year, in the La Escondida mine, in 2022.

Keywords: *Linear advance, exploitation design, mineral production.*

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La minería es una actividad que otorga grandes beneficios no solo a la comunidad donde se ubica sino también a la región y al país entero, a través de aportes necesarios y voluntarios, los mismos que generan un desarrollo económico y social sostenible en el tiempo. Sumado a ello, Benavides indica que la actividad minera es denominada como la columna vertebral de la economía y el desarrollo del país, demostrado por la impactante producción anual de metales y no metales que cataloga al Perú entre los primeros países del mundo dominador en abastecimiento de materiales minerales de distinta índole [1].

La producción minera en el Perú presentó un incremento de 0.8% en cobre, 6.6% en plomo, 6.1% en hierro, 6.7% en estaño y 8.6% en molibdeno; que la catalogan como uno de los países con más dinamización de producción de minerales a nivel del mundo a partir de sus extensas reservas mineras, el mismo que la colocan como el segundo alrededor del mundo con más reservas de cobre, primero en reservas de plata, sétimo en reservas de oro, quinto en reservas de zinc, cuarto en reservas de plomo, entre otras posiciones; que abren los ojos del mundo y posibilitan las inversiones [2].

La actividad minera en cualquiera de sus escalas, ostenta como cualquier otra actividad procesos que la componen para ser posible el fin fundamental que es la obtención de los minerales, procesos que van desde la búsqueda y cubicación de reservas, hasta la comercialización y pronta transformación, que tiene como parte principal a la extracción de minerales a partir de un diseño de minas. La extracción de minerales a nivel subterráneo es un proceso que consiste en remover el mineral desde su lugar de formación hacia las plantas concentradoras, utilizando equipos de gran envergadura, mediante métodos estrictamente evaluados que han sido evaluados en el denominado diseño de minas que incluye las labores o infraestructura por donde se ejecutará tal extracción, así como el ciclo de minado que seguirá respecto a la perforación, voladura, limpieza y transporte de minas [3].

En la mina La Escondida, a partir del ingreso de métodos más técnicos por parte de la ingeniería, se ha previsto un establecer un diseño de minas a nivel subterráneo que admita dinamizar la producción de los minerales resultantes de la extracción; esto en concordancia de la experiencia del presente autor encargado para llevar a cabo el estudio; este diseño compromete dos situaciones claras, en primera estancia el diseño de las labores o infraestructura minera, como los piques, chimeneas, inclinados, cortadas y galerías por donde necesariamente pasan los equipos, personal y servicios diversos; por otro lado, se ejecutará el diseño del ciclo de minado, aquella que incluye el avance de frentes de minado rentables a partir de la perforación, voladura y el transporte para lograr el suministro a la planta minera

y así conseguir altas concentraciones y cumplimiento efectivo a los pedidos a nivel nacional e internacional; el mismo que va permitir, no solo elevar los niveles de productividad sino también, impactar en mayor avance lineal, es decir, metros alcanzados por disparo, que a su vez ostentará minimizar los costos operativos.

Esto permitirá que la empresa alcance aspectos esperados a nivel del trabajo formal, respetando los lineamientos de explotación minera pedido por las instituciones nacional pertinentes de la actividad como el Ministerio de Energías y Minas, Ministerio de Trabajo, Sunafil, entre otros; que incluye alcanzar alta producción considerando en todo momento al factor humano y el debido proceso en un ámbito minero.

De todo ello, la presente investigación es pertinente y relevante para las pretensiones de la empresa minera determinada, y su viabilidad conduce a lograr dar respuesta al problema formulado y alcanzar los objetivos que se van a plantear.

1.2. Antecedentes

Internacionales

Toapanta[4], en Ecuador, en el año 2019, ejecutó una investigación cuyo objetivo fue “Realizar el Diseño de Explotación para el mineral existente en el sector “110 parte superior del nivel 0” de la concesión minera “El Corazón”, localizada en la parroquia García Moreno, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura”. La investigación usó en su metodología tipo descriptivo, diseño transversal y técnicas de la observación y bibliográfica. El investigador concluyó que:

- A.** La obtención de datos técnicos sobre el yacimiento nos permitió obtener detalles precisos sobre sus características técnicas, información esencial para elegir el método de extracción adecuado.
- B.** Examinar las propiedades físico-mecánicas de las rocas nos proporciona los datos técnicos necesarios para llevar a cabo los parámetros operativos mineros, al mismo tiempo que garantiza la seguridad en el diseño de explotación propuesto.
- C.** Las operaciones mineras serán más seguras en comparación con el método subterráneo, ya que se considera que los pilares existentes experimentan un deterioro gradual debido a la meteorización.

- D. La producción aumentó un 12.5% en comparación con el semestre anterior y un 19.4% en comparación con la planificación anual del año previo.
- E. La empresa minera "El Corazón" logra una rentabilidad del 13% mediante el método de explotación, generando una utilidad bruta de \$ 792,363.00 y una utilidad neta de \$ 475,417.80.

Parra[5], en Ecuador, en el año 2020, llevó a cabo una investigación cuyo objetivo fue “Seleccionar y diseñar el sistema de explotación subterráneo para la extracción del mineral polimetálico existente en el Dominio Este del depósito VMS el “Domo” ubicado en el Cantón las Naves, Provincia de Bolívar”. La investigación usó en su metodología tipo descriptivo, prospectivo, nivel no experimental y alcance transversal, conformada por una muestra de depósito VMS con 241.14 ha. El investigador concluyó que:

- A. La caracterización geomecánica de los pozos de perforación permitió deducir la calidad geomecánica del Dominio Este del depósito, dando como resultado que la roca de caja (Andesita) según Bieniawski se clasifica en la categoría II, lo que supone que es una roca competente (buena), con valores de 61/100, el mineral (Sulfuro Masivo) se clasifica en la categoría III, considerado como regular.
- B. Los trabajos de avance proposiciones para el diseño son una rampa primordial con 12% dependiente (5mx5m), estocadas (3mx3mx5m), chimeneas de ventilación y servicio (3 m de diámetro). Los trabajos de elaboración van a ser galerías transversales (7mx7m) y calles de producción (7mx7m) como trabajos de explotación, cuyos pilares cuadrados van a ser de 7mx7m.
- C. La ley de corte crítica NSRc estimada para este emprendimiento fue la iniciativa por el RPA (2018) que es de 62 \$/tonelada. El diseño de explotación llevado a cabo con la ley de corte antes mencionada consiguió reservas explotables de 1 726.427,11 toneladas con leyes de 0.72 gr Au/t, 15.01 gramos Ag/t, 0.98% Cu, 0.08% Pb y 0.99% Zn.

Maldonado[6], en Ecuador, en el año 2022, realizó una investigación cuyo objetivo fue “Elaborar un diseño de explotación subterránea para mejorar la extracción de Oro en el área

minera Patricia, El Guabo”. La investigación usó en su metodología tipo cuantitativo transversal y nivel no experimental de tipo bibliográfico. El investigador concluyó que:

- A. Por medio de la selección del sistema de explotación, se procedió a hacer el diseño y los trabajos de elaboración para su posterior explotación, donde han realizado galerías primordiales, galerías de producción y todas estas se las ejecutaron dentro del cuerpo mineralizado.
- B. La iniciativa supone el franqueo de franjas de explotación durante las cámaras de explotación, donde se van a poder hacer numerosas perforaciones simultáneamente, teniendo un desempeño de explotación óptimo y seguro.
- C. Las operaciones unitarias como carguío y transporte se instalaron en las galerías, estratégicamente, con dimensiones correctas para tener una producción semi mecanizada.
- D. La producción es pretendida al incremento del 20%, además el avance minero diario es proyectado a la mejora del 15%, que permite duplicar las rentabilidades económicas.

Mogrovejo y Valarezo[7], en Ecuador, en el año 2022, realizaron una investigación cuyo objetivo fue “Proponer un nuevo sistema de explotación que sea el más adecuado para la explotación aurífera de la mina Kristian David, ubicada en el cantón Pasaje, provincia de El Oro”. La investigación usó en su metodología alcance no experimental descriptivo, de nivel explicativo y método cuantitativo. El investigador concluyó que:

- A. Según los resultados de la caracterización geomecánica se determinó que el sistema de explotación más idóneo es el de subniveles, el mismo que será establecido tomando en consideración escenarios primordiales con dimensiones de 2,15 x 2,30 metros y subniveles de 1,75 x 2,30 metros.
- B. Desde los resultados que se consiguieron, se determinó que el diseño propuesto se acopla a la circunstancia de la mina, debido a que en la actualidad tiene los equipos necesarios que permitan que sea posible su aplicación.

- C. La producción de productos mineros alcanzará niveles de 15.2% en concordancia con la inversión primaria de la empresa.
- D. La productividad es influida con la misma, con una mejora del 10%, que tuvo como finalidades los indicadores financieros.

Nacionales

Huerta[8], en Huaraz, en el año 2018, realizó una investigación cuyo objetivo fue “Determinar el planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la Unidad Minera Mallay Compañía de Minas Buenaventura S.A. – 2018”. La investigación usó en su metodología tipo aplicado, nivel descriptivo, método no experimental transversal con técnica de revisión bibliográfica y trabajo de campo. El investigador concluyó que:

- A. En el plan de minería que se aplica en esta propuesta, observamos que comenzamos la extracción de 1,100 toneladas por día en el primer día de enero de 2018 y aumentamos gradualmente hasta alcanzar 2,500 toneladas por día para diciembre del mismo año. Esto asegura el cumplimiento del plan de minería a corto y mediano plazo.
- B. En la propuesta se destacó que, mediante un diseño y planificación de minería subterránea, se logró aumentar la producción diaria de la unidad minera Mallay de la empresa minera Buenaventura de 1,100 toneladas por día a 2,500 toneladas por día, con un promedio de 1,400 toneladas por día, gracias a la contribución exclusiva del proyecto de expansión de producción. Este proyecto debe cumplirse en un período extenso planificado que abarca un horizonte de 7 años.
- C. Podemos observar que el plan de minería subterránea a corto plazo comenzó en enero de 2018 con una producción de 1,100 toneladas por día. Luego, después de 180 días de optimizaciones y la apertura de nuevos frentes de trabajo que contribuyeron a la producción, la producción alcanzó las 1,410.61 toneladas por día en el mes de junio, lo que representa un aumento de 310.61 toneladas por día, es decir, un incremento del 22.02% en la producción.

Basurto[9], en Huancayo, en el año 2021, realizó una investigación cuyo objetivo fue “Explotar las reservas minerales en vetas auríferas angostas con aplicación del método OCF – circado en mina Cobriza 15 de Minera Invemin E.I.R.L.”. La investigación usó en su metodología tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño observacional relacional con muestra de labores mineras subterráneas de la mina Cobriza. El investigador concluyó que:

A. Las reservas minerales de las vetas angostas auríferas en la mina Cobriza 15 de Minera Invemin E.I.R.L se están extrayendo mediante el método de explotación conocido como "corte y relleno", con una variante llamada "circado". Esto se lleva a cabo siguiendo las regulaciones establecidas por la ley de oro, que es de 0.60 onzas por tonelada, y considerando las propiedades geomecánicas que se encuentran en el rango de RMR de 41 a 60, así como del tipo III A y III B.

B. El procedimiento OCF - Circado implica la creación de tajos con alas de 30 metros cada uno y una altura de 20 metros. En los extremos de estos tajos, se instalan tolvas sendero, y en puntos intermedios, se colocan chutes para facilitar la limpieza. Para las voladuras de los taladros de producción, se emplean cartuchos de dinamita con un contenido del 65%, con dimensiones de 7/8" x 8". Se utiliza un cartucho para la iniciación (cebo) y una proporción de 3 cartuchos adicionales para la carga de la columna. En lo que respecta a la voladura del circado, se utilizan cartuchos de dinamita del 65%, con dimensiones de 7/8" x 8", y la proporción es de 4 cartuchos, incluyendo el cebó. Esto constituye parte del proceso en la operación minera.

Ramos y Salomón[10], en Huancayo, en el año 2021, realizaron una investigación cuyo objetivo fue “Optimizar el ciclo de carguío, transporte y descarga de mineral para aumentar la producción de mineral en la unidad minera Andaychagua”. La investigación usó en su metodología experimental inductivo deductivo, tipo no experimental y nivel descriptivo transversal con técnicas de análisis de datos. El investigador concluyó que:

A. El costo total de la operación minera de carga y transporte por kilómetro es de 1.20 dólares por tonelada-kilómetro. Esto se aplica tanto a la unidad minera Andaychagua en la ruta 1, que va desde la veta Salvadora hasta la parrilla Roberto Letts, como a la

ruta 2, que va desde la veta Adriana hasta la parrilla Roberto Letts. Ambas rutas tienen el mismo valor de 1.20 dólares por tonelada-kilómetro en costos de carga y transporte.

- B.** Después de una evaluación utilizando la teoría de colas y considerando los aspectos de acoplamiento, se determinó que es posible reducir el número de volquetes en cada ruta de las dos vetas a 3 volquetes y contar con 1 Scooptram. Esta optimización en la asignación de equipos permite mejorar la eficiencia en la operación minera.
- C.** El aumento en el valor de carguío y transporte de la veta Salvadora en 6 dólares por tonelada se traduce en una actualización de 4,324 dólares por tonelada-día, considerando los 3 volquetes y 1 Scooptram que están en operación. Esta actualización afectará el costo total de la operación minera y debe ser tomada en cuenta en la planificación financiera y presupuestaria.
- D.** El aumento en el valor de carguío y transporte de la veta Adriana en 5.76 dólares por tonelada se traduce en una actualización de 4,151 dólares por tonelada-día, considerando los 3 volquetes y 1 Scooptram que están en operación. Esta actualización afectará el costo total de la operación minera en la veta Adriana y debe ser tomada en cuenta en la planificación financiera y presupuestaria para esa área específica.

Trejo[11], en Huaraz, en el año 2022, realizó una investigación cuyo objetivo fue “Desarrollar el diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera Nuestra Señora Virgen del Rosario – 2020”. La investigación usó en su metodología de tipo aplicada, nivel explicativo y método científico con técnicas de campo. El investigador concluyó que:

- A.** Se llevó a cabo la evaluación de reservas en funcionalidad a las toneladas y cambiantes en la unidad minera Hualanyog, consiguiéndose un total de 1'521,800 (un millón quinientos veintiún mil ochocientos), Toneladas medidas de mineral de Zinc y Oro.
- B.** Gracias al plan de minería, se han identificado las variables económicas que demuestran la viabilidad y productividad del proyecto. Se ha calculado un Valor Actual Neto (VAN) de 648,907.27 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 21% utilizando una tasa de descuento anual del 16% y aplicando un impuesto a la renta del

10%. Esto indica que el proyecto es financieramente sólido y prometedor desde el punto de vista económico. Se ha desarrollado un diseño de minería subterránea con el respaldo del plan de explotación para aumentar la producción en la unidad minera Hualanyog. Este diseño se divide en tres etapas de producción diaria establecidas de la siguiente manera:

- 1er Año: 200 toneladas por día = 6,050 toneladas por mes = 72,000 toneladas por año.
- 2do Año: 250 toneladas por día = 7,500 toneladas por mes = 90,000 toneladas por año.
- 3er Año: 350 toneladas por día = 10,500 toneladas por mes = 126,000 toneladas por año.

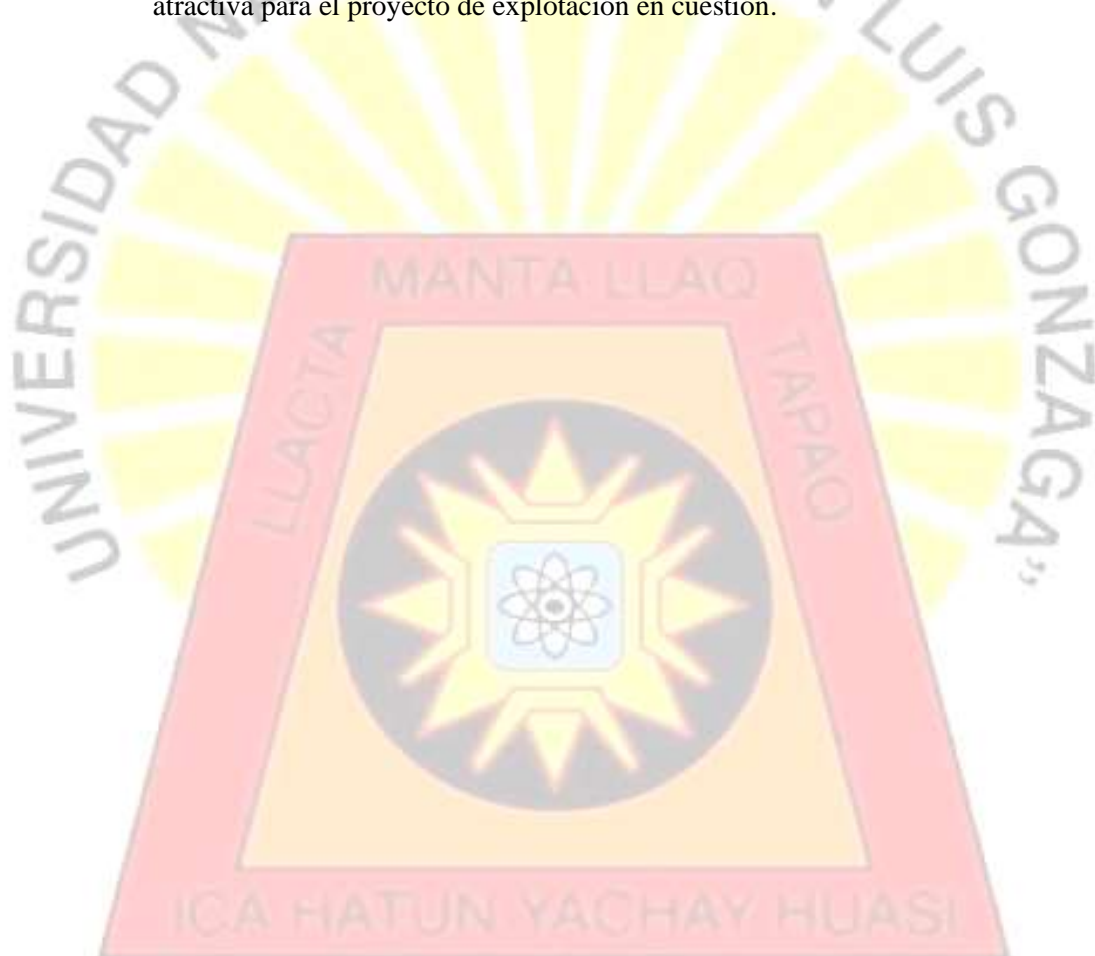
Este plan de crecimiento gradual en la producción demuestra la estrategia para aumentar la eficiencia de la unidad minera a lo largo de tres años.

Cervera y Gálvez[12], en Cajamarca, en el año 2022, realizaron una investigación cuyo objetivo fue “Implementar el método de explotación por corte y relleno ascendente el cual permitirá incrementar la producción de mineral a un promedio de 2000 TMS”. La investigación usó en su metodología de tipo aplicada, diseño no experimental y diseño descriptivo. El investigador concluyó que:

- A.** Según el plan de producción predeterminado y calculado, se prevé el uso de un total de 82 equipos, incluyendo los proporcionados por las compañías contratistas. Estos equipos se integran en el cronograma de actividades y el programa de extracción, utilizando el método de corte y relleno en los escenarios 2000 y 2050. El avance promedio estimado en la extracción es de 363 metros por mes, y se espera alcanzar una producción promedio de 1,881 toneladas por mes. Este plan refleja la planificación detallada para llevar a cabo la operación minera de manera eficiente y productiva.
- B.** Finalmente, se realizó un análisis comparativo de los indicadores económicos entre el procedimiento de "Shrinkage Stopping" y el de "Corte y Relleno Ascendente". Los

resultados indican que los indicadores económicos del proyecto de explotación, calculados para ambos métodos, demuestran una rentabilidad significativamente mayor para el procedimiento de "Corte y Relleno Ascendente" en comparación con la inversión inicial.

Específicamente, se observa que la Tasa Interna de Retorno (TIR) del procedimiento de "Corte y Relleno Ascendente" es un 105% mayor que la TIR del procedimiento de "Shrinkage Stopping", que es del 86%. Esto sugiere que el método de "Corte y Relleno Ascendente" es más rentable y, por lo tanto, representa una opción financiera más atractiva para el proyecto de explotación en cuestión.



1.3. Bases teóricas

1.3.1. Perspectiva de la minería

Los minerales conforman el elemento base de la mayor parte de las industrias. En básicamente todos los países de todo el mundo se ejecuta alguna clase de explotación minera. Esta actividad tiene indispensables consecuencias económicas, ambientales, laborales y sociales, tanto en los países o zonas en que se ejerce como a escala global. Para bastantes países desarrollándose la minería representa una sección importante del Producto Interno Bruto y, en varios casos, la partida de entrada de divisas y de inversiones extranjeras de mayor relevancia [13]

El impacto de la minería sobre el medio ambiente puede ser destacable y tener secuelas a la larga. Hay varios ejemplos de buenas y pésimas costumbres en la gestión y rehabilitación de superficies mineras. El efecto ambiental de las prácticas mineras es una cuestión cada vez de mayor relevancia para la industria y sus trabajadores. De esta forma, entre otras cosas, el enfrentamiento sobre el calentamiento global puede tener repercusión en el empleo del carbón en ciertas zonas, el reciclaje de productos disminuye la proporción de nuevos materiales necesarios y la utilización creciente de materiales no minerales como los plásticos está afectando al consumo de metales y minerales por unidad del Producto Interno Bruto. La rivalidad, la reducción de la calidad de los minerales, el incremento de los gastos de producción, la privatización y la redistribución del mercado están forzando a las compañías mineras a achicar los gastos e incrementar la productividad. Las altas inversiones que necesita la industria minera ordenan a estas compañías a usar totalmente sus equipos y utilizar procesos más flexibles y comúnmente más intensos. El empleo está disminuyendo en muchas superficies mineras gracias a causantes como el incremento de la productividad, la redistribución extremista y la privatización. Estos cambios afectan a los trabajadores despedidos, que se ven obligados a buscar otro empleo, y además a los que están en la industria, que tienen que mostrar superiores capacidades y elasticidad en el puesto de trabajo. La búsqueda de un equilibrio entre el deseo de las compañías mineras de achicar gastos y el de los trabajadores de sostener sus cargos laborales es un tema clave en el planeta de la minería. Las comunidades mineras se están confrontando a novedosas prácticas, a la reducción del empleo y también al cierre de las compañías [14].

La minería se considera una industria particular con comunidades muy interrelacionadas y trabajadores que hacen un trabajo sucio y arriesgado. La minería es además un área en que muchas de la gente que llenan los escenarios más altos de dirección y varios trabajadores son ingenieros de minas o antiguos mineros con una extensa vivencia directa en las cuestiones que afectan a la compañía y los trabajadores. Además, los mineros fueron comúnmente la élite de los trabajadores industriales y con continuidad han desempeñado un papel definitivo en la sociedad frente los cambios políticos y sociales [15].

1.3.2. La mina subterránea y el diseño

Una mina subterránea es un lugar de trabajo ubicado bajo tierra, donde los mineros realizan labores para extraer minerales que se encuentran ocultos en las capas de roca subterráneas. Los mineros emplean herramientas como picos, palas y taladros para abrirse camino hacia las zonas donde se encuentran los minerales. Estos minerales son rocas que contienen una mezcla de minerales, al menos uno de los cuales puede ser procesado y convertido en un producto que se pueda comercializar. Una vez extraído, el mineral se transporta a una instalación donde se refina y se obtiene un concentrado de alta calidad que es adecuado para su venta en el mercado [16]

El trabajo en el interior de estratos rocosos profundos requiere una infraestructura especial que incluye una red de pozos, galerías y cámaras interconectadas que facilitan el movimiento de los trabajadores, maquinaria y minerales dentro de la mina. El pozo es la entrada principal hacia el interior de la mina, desde donde se extienden galerías laterales que conectan con las estaciones del pozo y los frentes de explotación. Además, se utiliza una rampa interna, que es una galería inclinada, para conectar diferentes niveles subterráneos a distintas profundidades.

Todas estas galerías deben contar con servicios esenciales, como sistemas de ventilación para proporcionar aire fresco, suministro eléctrico, acceso a agua y aire comprimido, así como sistemas de drenaje y bombas para controlar el agua subterránea que puede filtrarse. Además, se implementa un sistema de comunicación para mantener la conectividad y la seguridad de los trabajadores que operan en la mina. Esta infraestructura es fundamental para garantizar la eficiencia y la seguridad en las operaciones mineras subterráneas [17]

El control del terreno tiene como principal objetivo garantizar la seguridad en las excavaciones de rocas y suelos, ya sea en minas subterráneas o en operaciones a cielo abierto (donde se utiliza el término "control de estratos" y "control de laderas" respectivamente). Además de aplicarse en la minería, esta práctica se utiliza en proyectos de ingeniería civil, como la construcción de túneles, plantas hidroeléctricas y depósitos de residuos nucleares. Se basa en la aplicación de la mecánica de rocas en las operaciones mineras diarias.

La mecánica de rocas se define como la ciencia teórica y práctica que estudia el comportamiento mecánico de las rocas y los estratos rocosos en respuesta a las fuerzas en su entorno físico. Los estratos rocosos presentan un comportamiento altamente complejo, y desde la década de 1950, se han realizado investigaciones a nivel mundial tanto teóricas como prácticas en el campo de la mecánica de rocas y el control del terreno.

El control del terreno requiere una comprensión profunda de la geología estructural, las características de las rocas, las aguas subterráneas y las tensiones en el terreno, así como de cómo estos factores interactúan entre sí. Se utilizan diversas herramientas y técnicas, como la exploración y pruebas del terreno, medidas para minimizar el impacto de las explosiones en el estrato rocoso, técnicas de fortificación, y monitoreo y mantenimiento del terreno.

En los últimos años, ha habido avances significativos en la mecánica de rocas y el control del terreno, incluyendo el desarrollo de métodos empíricos de diseño y el uso generalizado de instrumentos de monitoreo del terreno. En muchas minas, existen departamentos especializados en control del terreno conformados por ingenieros y técnicos expertos.

Las minas subterráneas presentan desafíos adicionales en comparación con las operaciones a cielo abierto, ya que requieren una mayor atención y recursos para el control del terreno. En métodos convencionales de minería subterránea como "franjas-almacenes" y "corte y relleno", los trabajadores están directamente expuestos a las condiciones del terreno en la zona de explotación. Sin embargo, en métodos no selectivos

como el barrenado, los trabajadores no ingresan a la zona de explotación. En tiempos recientes, se ha observado una tendencia a reemplazar métodos selectivos por métodos no selectivos para mejorar la seguridad y eficiencia en las operaciones subterráneas [17].

Las estructuras geológicas, como las estructuras pedregosas y las discontinuidades estructurales, desempeñan un papel esencial en la mecánica de rocas y el control del terreno en la minería. Estas estructuras influyen en el comportamiento de las capas de roca y son clave para la seguridad y la planificación de las operaciones mineras. Algunos de los tipos principales de estructuras pedregosas incluyen planos de estratificación que separan diferentes capas de roca, pliegues que son deformaciones en las capas rocosas, fallas que son fracturas con movimiento, contravetas que son intrusiones horizontales de roca ígnea y fisuras que son fracturas geológicas sin movimiento aparente.

Las características de las discontinuidades estructurales, como su orientación, espaciado, persistencia, dureza, apertura y la presencia de material de relleno, afectan significativamente el comportamiento de las capas rocosas. La obtención de información sobre estas estructuras es fundamental en el programa de control del terreno, y tanto ingenieros como geólogos desempeñan un papel importante en la recopilación y análisis de estos datos.

Hoy en día, se utilizan complejos programas informáticos para analizar los datos estructurales y evaluar la estabilidad de las cuñas en minas a cielo abierto o subterráneas. Además, comprender la relación entre la tensión y la deformación de las capas rocosas es esencial para el diseño de ingeniería adecuado. Las pruebas de laboratorio en muestras de roca extraídas de núcleos de perforación proporcionan información valiosa sobre la dureza y deformabilidad de la roca intacta. Cada tipo de roca se comporta de manera diferente, desde la elasticidad de la sal hasta la flexibilidad y fragilidad de muchas rocas duras. Estos datos son cruciales para tomar decisiones informadas en la planificación y ejecución de operaciones mineras y para garantizar la seguridad de los trabajadores y la integridad de las estructuras subterráneas o a cielo abierto [18].

En la minería, la presencia de estructuras geológicas como fisuras y discontinuidades estructurales influye significativamente en la dureza y deformabilidad del estrato rocoso.

Estas estructuras, como planos de estratificación, pliegues, fallas y fisuras, desempeñan un papel clave en la mecánica de rocas y el control del terreno. Su orientación, espaciado, persistencia, dureza, apertura y la presencia de material de relleno son factores importantes que afectan el comportamiento de las capas rocosas. La obtención de información estructural es esencial en la planificación y seguridad de las operaciones mineras, y se utilizan programas informáticos avanzados para analizar estos datos. Además, comprender la relación entre la tensión y la deformación de las capas rocosas es crucial para el diseño de ingeniería adecuado y se realizan pruebas de laboratorio en muestras de roca para evaluar su dureza y deformabilidad. La geología influye en la selección del método de minería y el diseño de instalaciones, y se deben tener en cuenta las tensiones en el terreno antes y durante la explotación para garantizar la seguridad y estabilidad en minas subterráneas y a cielo abierto [19].

El diseño de excavaciones subterráneas y minas a cielo abierto implica la toma de decisiones de ingeniería en áreas como la ubicación, tamaño y forma de las excavaciones, los pilares rocosos, la secuencia de explotación y el sistema de soporte. El diseño es un proceso iterativo que se mejora continuamente a medida que se obtienen más detalles a través de la observación y supervisión de los trabajos en curso. En muchos casos, se utilizan métodos de diseño empíricos basados en sistemas de clasificación de rocas y prácticas aceptadas. Además, se emplean métodos de observación que se centran en la supervisión de movimientos del terreno durante la excavación y métodos analíticos que se basan en el análisis de tensiones y deformaciones en la proximidad de las excavaciones.

Los procedimientos analíticos se apoyan cada vez más en herramientas computacionales que permiten analizar tensiones, fallas y deformaciones en la roca en entornos tridimensionales. Estos enfoques, como modelos numéricos con modelos de discontinuidades estructurales y relaciones roca-soporte, ofrecen una visión más completa del comportamiento de las rocas. Es importante destacar que estas tres aproximaciones (empírica, observacional y analítica) deben considerarse como un enfoque unificado para el diseño de excavaciones subterráneas y que el ingeniero de diseño debe estar preparado para ajustar la estrategia de diseño en función de la información disponible y su calidad. La seguridad y la estabilidad de las excavaciones subterráneas y minas a cielo abierto dependen en gran medida de un enfoque integral y

continuamente actualizado para la interfaz entre las estructuras y el terreno circundante [20].

La supervisión de las condiciones del terreno en una mina es esencial por varias razones, como obtener datos necesarios para el diseño minero, verificar y calibrar modelos informáticos, evaluar la eficacia del sistema de soporte, detectar posibles problemas en el terreno y garantizar la seguridad. Esta supervisión puede realizarse visualmente o con instrumentos avanzados y requiere la participación de mineros, supervisores, técnicos y geólogos.

Las señales visuales o audibles que indican cambios en el terreno incluyen el estado de las muestras de núcleo de perforación, contactos entre tipos de rocas, sonido hueco del terreno, presencia de estructuras geológicas, carga en el sistema de soporte, deformaciones en el suelo, nuevas fisuras en las paredes o techos, presencia de aguas subterráneas y problemas en los pilares. Los mineros a menudo utilizan instrumentos simples para detectar movimientos en el techo de la excavación.

La implementación de un sistema de supervisión implica definir los objetivos del programa, las variables a monitorear, la precisión requerida en las mediciones, la selección e instalación de equipos, la frecuencia de observación y la presentación de datos. Los equipos de supervisión deben ser instalados por personal capacitado y deben ser de fácil manejo, confiables y redundantes. Además, se debe considerar la preparación de planes de emergencia en caso de que se superen ciertos niveles de señales que indiquen posibles peligros para la seguridad o la estabilidad de la mina. La supervisión continua es esencial para garantizar un entorno de trabajo seguro y prevenir accidentes en la minería [21].

1.3.3. La minería artesanal

Un pequeño minero se refiere a una persona o grupo de personas, ya sea como individuos, personas naturales, personas jurídicas, cooperativas mineras o centrales de cooperativas mineras, que se dedican regularmente a la explotación y/o beneficio directo de minerales. Además, tienen algún título que les otorga derechos sobre hasta 2,000 hectáreas en total, incluyendo denuncios, petitorios y concesiones mineras. Su capacidad instalada de producción y/o beneficio no supera las 350 toneladas métricas por día en el caso de

minerales metálicos, o las 1,200 toneladas métricas diarias en el caso de minerales no metálicos y materiales de construcción. En yacimientos de minerales metálicos tipo placer, la capacidad máxima instalada es de 3,000 metros cúbicos por día. Este estatus reconoce la actividad minera de pequeña escala y establece límites específicos tanto en términos de superficie como de capacidad de producción para quienes lo ejercen [22]

Un minero artesanal se refiere a una persona o grupo de personas, ya sea como individuos, personas naturales, personas jurídicas, cooperativas mineras o centrales de cooperativas mineras, que se dedican regularmente a la explotación y/o beneficio directo de minerales. Estos mineros realizan sus actividades utilizando métodos simples y equipos básicos. Además, tienen algún título que les otorga derechos sobre hasta 1,000 hectáreas en total, incluyendo denuncios, petitorios y concesiones mineras, o han celebrado acuerdos o contratos con los titulares de los eventos mineros, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Minería.

La capacidad máxima instalada de producción y/o beneficio de un minero artesanal no supera las 25 toneladas métricas por día en el caso de minerales metálicos, o las 100 toneladas métricas diarias en el caso de minerales no metálicos y materiales de construcción. En yacimientos de minerales metálicos tipo placer, el límite máximo de capacidad instalada es de 200 metros cúbicos por día. Este estatus reconoce la actividad minera de pequeña escala que se lleva a cabo de manera artesanal y establece límites específicos tanto en términos de superficie como de capacidad de producción para quienes la practican [22].

1.3.4. Etapas de la actividad minera

- Cateo y prospección

En esta etapa se buscan zonas en las que se presume hay un yacimiento minero, vale decir, zonas geológicas susceptibles de ser explotadas (vetas, diseminados, lavaderos). A lo largo de el cateo se recogen rocas del suelo o se cavan zanjas para conseguir muestras y analizarlas de forma física (ver color, dureza, etc.); en tanto que en la prospección se aplican análisis químicos y estudios geofísicos. Las ocupaciones de cateo y prospección en superficies libres no necesitan de permiso o autorización previa. No obstante, si quiere hacer estas ocupaciones en superficies que no son libres, debe tomar en cuenta que, en superficies donde

existan concesiones mineras, superficies de no admisión de denuncios y terrenos cercados y cultivados, no se va a poder llevar a cabo el cateo y prospección, salvo permiso previo de su titular o dueño; en zonas urbanas o de propagación urbana, zonas reservadas para la defensa nacional, zonas arqueológicas o sobre bienes de uso público, está contraindicado el cateo y prospección, salvo autorización previa de la autoridad competente [23].

- Exploración

Se ejecuta con el objetivo de mostrar las dimensiones, posición, propiedades mineras, reservas y valores de los yacimientos minerales [23].

- Explotación

La etapa de extracción en la minería se refiere al proceso en el cual se extraen los minerales contenidos en un yacimiento. En el caso de la minería subterránea, este proceso suele incluir la perforación de rocas, la voladura para fragmentar el material, el carguío del mineral fragmentado, y finalmente, el transporte fuera de la mina utilizando rieles o vehículos con ruedas.

En las minas superficiales, el proceso de extracción también involucra la perforación para fragmentar el material, la voladura controlada, la carga del mineral fragmentado en equipos de carga (como palas mecánicas o cargadores frontales), y su transporte a la superficie o a otras áreas de procesamiento, dependiendo del método minero específico utilizado. La secuencia y los métodos exactos pueden variar según la naturaleza del yacimiento y los recursos disponibles en la mina [23].

El método de explotación por corte y relleno es ampliamente utilizado debido a sus bajos costos. Este sistema es adecuado para filones con una fuerte inclinación dentro de un estrato rocoso de seguridad media o buena. En este método, el mineral se extrae en planchas horizontales comenzando desde la base y avanzando hacia arriba. Esto permite una extracción selectiva de las partes ricas en mineral mientras se deja intacto el material de menor calidad. Una vez que se ha despejado un nivel, se rellena con material de desecho para crear una plataforma de trabajo que facilita la extracción de la siguiente plancha y mejora la estabilidad de las paredes del tajo.

En este tipo de explotación, que se realiza sin el uso de rieles, se configura un conjunto de infraestructuras que incluye una galería de acarreo en el nivel principal, una roza en el tajo con sistemas de drenaje para el relleno hidráulico, una rampa en espiral excavada en el suelo con salidas de acceso al tajo y un pozo que conecta el tajo con el nivel superior para ventilación y transporte del material de relleno. En este proceso, se utiliza material de relleno como roca seca y arena hidráulica. Se perforan barrenos desde la base del tajo para extraer todo el sector de explotación de manera continua. Luego del desescombro, se garantiza la seguridad del techo mediante el alisado y la eliminación de rocas sueltas. La explotación en los tajos se lleva a cabo de manera mecanizada con trenes y transportes que se desplazan por el área de relleno. En resumen, este método permite una extracción eficiente y selectiva de minerales con un control adecuado del techo y un alto rendimiento en la producción [24]

El relleno es una práctica común en la minería subterránea que tiene como objetivo evitar el hundimiento de la roca y garantizar la seguridad del estrato rocoso, lo que permite una extracción más completa del mineral. En diversos métodos de explotación subterránea, como el corte y relleno, los subniveles y el RCV (Relleno de Cámara y Vetas), se emplea esta técnica.

En el método de corte y relleno, los mineros suelen verter los desechos de roca en los tajos vacíos en lugar de transportarlos a la superficie. Estos residuos de roca se distribuyen por el tajo vacío mediante palas de carga o aplanadoras. En el sistema de relleno hidráulico, se utilizan los relaves de la planta de procesamiento mecánico de la mina. Estos relaves se inyectan en el subsuelo a través de barrenos y tuberías de plástico. Primero, los relaves se desenlodan y solo se utiliza la parte gruesa para el relleno. Esta mezcla de arena y agua, con aproximadamente un 65 % de contenido sólido, se endurece al agregar cemento en el último vertido, formando una base estable para los equipos con neumáticos. En el sistema de subniveles, se introduce roca triturada como complemento al relleno de arena. Esta roca triturada y cribada se obtiene de una cantera cercana y se transporta al subsuelo a través de pozos de relleno especiales. Luego, se carga en camiones y se vierte en pozos de relleno específicos en los tajos. En

algunos casos, se aplica una mezcla de polvo de ceniza y cemento sobre el relleno para cementar la roca, mejorando la estabilidad y la seguridad en los tajos. En resumen, el relleno es una práctica esencial para mantener la seguridad en la minería subterránea y permitir una extracción eficiente de minerales [24]

- **Beneficio**

La metalurgia es el proceso de obtener, concentrar, purificar y refinar minerales con el objetivo de extraer metales de alta pureza. Comprende una serie de procesos físicos, químicos y físico-químicos que se aplican al mineral extraído de la mina para mejorar su calidad y obtener concentrados con una mayor ley de metal.

En la metalurgia, el mineral inicial, que suele contener una variedad de minerales y impurezas, se somete a una etapa de concentración. Durante esta fase, se aplican diversos métodos para separar los minerales valiosos de las impurezas y aumentar la concentración del metal de interés en el concentrado resultante.

Una vez obtenido el concentrado, este se somete a procesos de fundición y refinación en fundiciones. En la fundición, el concentrado se calienta a altas temperaturas para fundir los componentes y eliminar las impurezas, separando así el metal del resto de los minerales. Luego, el metal fundido se somete a procesos de refinación que permiten eliminar las impurezas residuales y obtener un metal de alta pureza y calidad.

En resumen, la metalurgia es esencial en la producción de metales a partir de minerales y desempeña un papel fundamental en la obtención de productos metálicos utilizados en una amplia variedad de aplicaciones industriales y comerciales [23].

- **Comercialización**

La comercialización de minerales se refiere a la venta y compra de productos mineros, incluyendo minerales y productos metalúrgicos. Esta actividad es libre y no requiere la concesión de derechos mineros para llevarse a cabo. Sin embargo, en el proceso de transferencia o compra-venta de productos mineros, tanto el comprador como el vendedor tienen la obligación, bajo juramento, de determinar el origen de los productos. Esto significa que deben identificar el

derecho minero del cual se extrajo el mineral o proporcionar detalles sobre el certificado de planta de beneficio en el caso de productos metalúrgicos.

La verificación del origen de los productos mineros es importante para garantizar la legalidad y la trazabilidad de los minerales y productos metalúrgicos en el mercado. Esta práctica ayuda a prevenir la comercialización de minerales ilegales o de origen desconocido y contribuye a la transparencia y la legalidad en la industria minera.

En muchos países, existen regulaciones y normativas específicas que rigen la comercialización de minerales, y es responsabilidad de las partes involucradas cumplir con estas regulaciones para asegurar que la comercialización se realice de manera adecuada y legal [23].

- Cierre

El cierre de minas es un proceso continuo que abarca desde la planificación inicial de un proyecto minero hasta su finalización, y comprende una serie de actividades diseñadas para cumplir con estándares ambientales, sociales y legales. Esto incluye la restauración del paisaje, la gestión de residuos, el monitoreo ambiental constante y la participación de la comunidad local, con el objetivo de dejar un legado positivo en el entorno y garantizar que los impactos negativos sean mitigados y controlados de manera efectiva. El cierre de minas es esencial para la sostenibilidad de la industria minera y la preservación del medio ambiente [23].

1.3.5. La producción de minerales

La producción es un proceso que involucra una serie de operaciones destinadas a transformar los materiales de una forma determinada para lograr un producto final deseado. Además, se refiere a la adición de valor a un bien o servicio a través de esta transformación. El objetivo principal de la producción es obtener y modificar los bienes de manera que sean adecuados para satisfacer las necesidades de los consumidores. Ejemplos de actividades de producción incluyen la extracción de minerales, la explotación de un pozo petrolero, el ensamblaje de un automóvil, entre otros. En esencia, la producción implica la creación y mejora de productos y servicios para su posterior distribución y consumo [25]

La producción se rige por los principios de la teoría general de sistemas, que analiza cómo las partes individuales de un sistema interactúan para lograr un objetivo común. En el contexto de la producción, este sistema recibe diversos insumos, como materiales, mano de obra, energía e información, y los procesa a través del subsistema de transformación para crear bienes y servicios. Este proceso de transformación es monitoreado y controlado por un subsistema de control, que analiza el desempeño del sistema de producción y toma medidas correctivas cuando sea necesario. En resumen, la producción es un sistema complejo que implica la entrada de recursos y la aplicación de procesos de transformación, todo bajo un sistema de control que busca garantizar la eficiencia y calidad de los productos o servicios resultantes [26].

Un sistema de producción es un proceso que involucra el uso de diversos elementos y operaciones para transformar entradas, como materiales, información o ideas, en salidas deseadas, que pueden ser productos o servicios. Este proceso implica la utilización de técnicas, maquinaria, procedimientos y acciones coordinadas para lograr eficazmente la transformación de los insumos en resultados concretos. En resumen, un sistema de producción es un conjunto organizado y relacionado de elementos que trabaja en conjunto para alcanzar un objetivo específico, que es la generación de un producto o servicio. Este concepto se aplica a una amplia variedad de negocios y actividades [27].

En otros aspectos, Viteri[28] argumenta que el sistema de producción está de manera directa relacionado con los subsistemas de la empresa y con otros sectores externos que lo circunda como los suministradores, clientes, tecnología, circunstancia política y económica de un país, etc. Ningún subsistema puede conseguir como corresponde sus propósitos sin el otro, este es el caso del sistema productivo. Ahora se muestran los subsistemas de naturaleza interna con los que el sector de producción se relaciona:

- Gerencia General: La gerencia general juega un papel crucial en la organización al establecer los objetivos generales que subordinan los propósitos específicos de cada área funcional de la empresa. Esto significa que las metas y estrategias de cada departamento o sector deben estar alineadas con la visión y los objetivos globales de la alta dirección. Además, la gerencia general también desempeña un rol de control al supervisar y coordinar las actividades de todas las partes involucradas en el proceso de producción. Esto garantiza que los recursos de la empresa se utilicen de manera eficiente y que se cumplan los objetivos

establecidos en el plan estratégico. En resumen, la gerencia general cumple una función clave al establecer la dirección y coordinar todas las actividades para lograr el éxito de la empresa.

- **Talento humano:** Es cierto que, en muchos sistemas de producción, especialmente en entornos industriales y manufactureros, se busca mantener un ritmo de producción alto para cumplir con los objetivos y demandas del mercado. En este contexto, el recurso humano desempeña un papel fundamental. Los trabajadores son esenciales para operar las máquinas, realizar tareas de ensamblaje, supervisar procesos, realizar inspecciones de calidad y muchas otras actividades necesarias para mantener la eficiencia y productividad del sistema. La capacitación y la gestión eficaz de los empleados son elementos clave para asegurar que el recurso humano esté alineado con los objetivos de producción y pueda mantener el ritmo requerido. Además, en entornos de alta producción, también es importante considerar la seguridad y el bienestar de los trabajadores para prevenir accidentes y garantizar un entorno de trabajo saludable. En última instancia, el equilibrio entre la velocidad de producción y la capacidad del recurso humano es esencial para el éxito del sistema de producción, y las estrategias de gestión de recursos humanos desempeñan un papel crucial en este equilibrio.
- **Finanzas:** El sistema de producción de una organización es un entorno complejo que requiere una gestión y coordinación efectiva de varios subsistemas para funcionar de manera eficiente. Entre estos subsistemas, los elementos financieros desempeñan un papel crucial al garantizar el acceso a los recursos necesarios para la producción, como materias primas, insumos y personal. Además, los sistemas de información, a menudo descritos como el "tejido nervioso" de la organización, son esenciales para facilitar la comunicación y el flujo de información en toda la empresa, lo que permite la toma de decisiones informadas basadas en datos precisos y oportunos. La colaboración y la integración entre estos dos subsistemas son esenciales para el éxito de la producción, ya que la gestión financiera y los sistemas de información deben trabajar en conjunto para asignar recursos adecuados y respaldar las operaciones de producción de manera efectiva.

- Proveedores: son los responsables de abastecer al sistema de producción de los insumos que requiere para producir. A ellos se les requieren parámetros de cantidad, calidad, tiempos de distribución y costos. Sin lugar a dudas son un factor clave dentro la obtención de objetivos y misiones de la compañía.
- Tecnología: es el ámbito tecnológico general referente a maquinaria, equipos y laboratorios de exploración y avance.
- Clientes: establecen parámetros de organización, distribución, servicio posventa, búsqueda del agrado, etc.

1.4. Formulación de los problemas

1.4.1. Problema general

¿De qué manera un diseño de explotación minera subterránea influye en la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022?

1.4.2. Problemas específicos

PE1: ¿De qué manera un diseño de explotación minera subterránea influye en el avance lineal de la Empresa Minera La Escondida – 2022?

PE2: ¿De qué manera un diseño de explotación minera subterránea influye en los costos operativos de la Empresa Minera La Escondida – 2022?

1.5. Justificación

Esencialmente la investigación es importante porque va permitir conseguir el cumplimiento del plan de minado predispuesto debido al cumplimiento de objetivos basado en el logro de producción de minerales, lo que a su vez incidirá en la productividad específica y general; que será partida para el cumplimiento del alimento de mineral en planta y de esa manera se ejecute la dinámica.

La investigación es justificable en la medida teórica, debido a que la teoría analizada está basada en artículos y libros pertinentes a las variables de estudio; además, aporta conocimiento desde otra perspectiva de la producción en el campo minero; asimismo, aporta conocimiento a la empresa minera, debido a que la misma, no viabiliza proyectos de investigación para determinar su efectividad, mejora o situación de lo cambios en el ciclo operacional.

La investigación es justificable en la medida práctica, debido a que el diseño eficaz para explotar los recursos minerales existente económicos, basado en el ciclo operacional y las labores que

admitirán la explotación, admitirá conseguir el incremento de la cantidad de metros de avance lineal en galerías, chimeneas y piques; además, el mismo, se llevará a cabo a través de un análisis efectivo de los costos operativos, que contiene, el precio unitario por labor o los dólares gastados totales.

La investigación es justificable en el aspecto metodológico, puesto que ostenta su propia ruta metodológica con un tipo y diseño de investigación, que aunado al uso de técnicas de investigación e instrumentos elaborados con concordancia con los parámetros de la mina, permitirán alcanzar el objetivo general, particularizado con el alcance de los objetivos específicos; finalmente, el estudio va servir como base para otros investigadores que requieran incrementar al conocimiento asociado a las variables o similares de contenido.

1.6. Planteamiento de objetivos

1.6.1. Objetivo general

Verificar si un diseño de explotación minera subterránea influye en la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

1.6.2. Objetivos específicos

OE1: Verificar si un diseño de explotación minera subterránea influye en la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

OE2: Verificar si un diseño de explotación minera subterránea influye en los costos operativos de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

El diseño de explotación minera subterránea incrementa la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

1.7.2. Hipótesis específica

HE1: El diseño de explotación minera subterránea incrementa el avance lineal de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

HE2: El diseño de explotación minera subterránea minimiza los costos operativos de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. Tipo de investigación

Será aplicada, ya que esta investigación permite resolver situaciones presentados en la realidad de alta preocupación para poder mejorarlos de tal manera que se pueda dar respuesta a cualquier situación [29]. En tanto esta investigación pretende el incremento de la producción.

2.2. Nivel de investigación

Será descriptiva – aplicada, descriptiva porque es referida a estudiar las peculiaridades, cualidades, propiedades, fenómenos contextualizados en la actualidad y los parámetros esenciales en un momento y tiempo determinado de manera concreta, y explicativo, puesto que también va explica el porqué de los hechos respecto al fenómeno basado en una relación causa-efecto [30]. En tanto el presente estudio busca describir y especificar el fenómeno del incremento de la producción de minerales, respecto a un diseño de explotación minera subterránea.

2.3. Diseño de investigación

Será experimental de índole pre experimental transversal, debido a que estos estudios se desarrollan con la manipulación baja de la variable denominada independiente, para medir sus efectos en la denominada variable dependiente (producción de minerales), en un tiempo y momento único [31].

2.4. Población y muestra

La población estará conformada por la mina La Escondida, en el año 2022.

La muestra se constituirá por las operaciones de minado de la mina La Escondida, en el año 2022.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El actual estudio usará la técnica de la observación directa y el fichaje, la primera basado en el acercamiento directo del fenómeno que se pretende estudiar, y la segunda la elaboración de las fichas por el autor para recolectar los datos pertinentes e importantes según objetivos [32].

En relación a los instrumentos utilizados; para medir la variable diseño de explotación minera subterránea se usó la observación directa para recolectar los parámetros de diseño en campo, además las fichas de producción diaria y otros similares.

2.6. Técnicas de análisis e interpretación de datos

El proceso de gestión de datos implica varias etapas clave para garantizar una comprensión completa de la información recopilada. En primer lugar, se recogen datos utilizando los instrumentos adecuados. Una vez recopilados, estos datos se someten a un proceso de clasificación, donde se organizan y categorizan de acuerdo con los indicadores y criterios predefinidos. A continuación, se lleva a cabo el procesamiento estadístico de los datos utilizando software especializado, en este caso, Microsoft Excel 2016, que se utiliza para realizar análisis descriptivos.

El análisis estadístico permite extraer información significativa de los datos, identificar tendencias, patrones y relaciones, y resumir los resultados en tablas y gráficos. Estos tableros visuales facilitan la interpretación de los indicadores y ayudan a tomar decisiones informadas en función de la información recopilada. En resumen, este proceso de gestión de datos es esencial para convertir la información cruda en conocimiento útil que respalde la toma de decisiones en un contexto específico.



III. RESULTADOS

3.1. Diseño de explotación minera subterránea

Tabla 1.
Descripción de parámetros de explotación del material mineral

Descripción	Valor
Tipo de material	Sulfuro de cobre
Ley promedio	5.5%
Numero de turnos /día	1
Tipo de trabajo	Arranque y carguío
Toneladas extraídas por día	25 tn
Eficiencia de producción	65 %

3.1.1. El método de explotación

El método de explotación seleccionado para el proyecto se basa en las características geológicas y estructurales de la veta principal y consiste en el uso del método de corte y relleno ascendente de forma semiconvencional. En este método, se extrae el mineral y el material estéril en rebanadas horizontales, con pilares de 5 metros de separación. Estas rebanadas se perforan vertical u horizontalmente según una malla de perforación previamente establecida y se detonan. Posteriormente, el material roto se retira y se transporta hacia el botadero o cancha de desmonte.

Este método se ha elegido debido a sus ventajas en términos de recuperación de mineral, selectividad y estabilidad del macizo rocoso. Al dividir la explotación en rebanadas horizontales, se permite un control más preciso sobre la calidad y cantidad del mineral extraído, lo que puede ser especialmente importante en yacimientos con características

variables. Además, el uso de pilares ayuda a mantener la estabilidad de las excavaciones subterráneas.

El relleno utilizado en este método es material detrítico, que se utiliza para rellenar las áreas vacías una vez que se ha extraído el mineral. En general, este enfoque de corte y relleno ascendente semiconvencional es una estrategia efectiva para la extracción de minerales en yacimientos con estas características geológicas y estructurales.

Una gran parte del material roto (detritos) se deja ingresar como relleno desde superficie (Material de préstamo y desmonte), hasta una altura que posibilite perforar nuevamente. De esta manera se completa el ciclo de minado, el cual se repetirá hasta llegar al nivel superior del block; siendo el ciclo de minado el siguiente: Perforación, voladura, Ventilación, Sostenimiento, Relleno Detrítico, Pallaqueo, Acarreo y Transporte.

Este ciclo de minado en las labores subterráneas estará diseñado de acuerdo a las características geológicas y mineralógicas de la zona. Se establecerán bocaminas de 3.00 m. de ancho y 3.00 m. de altura. En el interior se tendrán galerías de 250 m. y chimeneas de 30 m. de altura, según el perfil del cerro que permita comunicar a superficie. Para el sostenimiento de las galerías y de las chimeneas, se utilizarán encuadres de madera de eucalipto, pernos Split set, pernos de anclaje, según sea el caso y la evaluación geomecánica.

El desmonte extraído (con una densidad promedio de 2.8 TM/m³) de la mina se acumulará en el exterior, en la cancha de desmonte acondicionadas al pie de la bocamina de acceso en el nivel de explotación y ventilación.

3.1.2. Labores de explotación

3.1.2.1. Galerías

Son labores horizontales de 3.00 m x 3.00 m de sección realizadas principalmente con fines exploratorios, para dar accesos y servicios a las zonas de trabajo. Se realizan en forma convencional con equipos como: Perforadoras tipo Jack leg. Limpieza con Scoop (Equipo UnderGround).

El proceso de perforación se lleva a cabo utilizando perforadoras Jack leg con barrenos de diferentes longitudes, que van desde 2 a 8 pies, y la disposición de los taladros en la malla de perforación varía de 30 a 37 taladros según el tipo de roca y sus propiedades geomecánicas.

En cuanto a los explosivos utilizados, se emplea el explosivo tipo pulverulenta Semexa en diferentes concentraciones, que van desde 45% hasta 80%. Además, se utilizan accesorios de voladura como el explosivo tipo Carmex, armados con fulminantes de guía blanca.

El sostenimiento de las excavaciones se realiza considerando las características geomecánicas de la labor. Los principales elementos de sostenimiento empleados son la madera, pernos helicoidales y pernos helicoidales con malla. Estos elementos se utilizan para garantizar la estabilidad de las excavaciones subterráneas y prevenir posibles colapsos o desprendimientos de roca.

3.1.2.2. Chimeneas

Las labores subterráneas consisten en galerías verticales y/o inclinadas de doble compartimiento con una sección de 2.4 metros por 1.2 metros, así como chimeneas simples con una sección de 1.2 metros por 1.2 metros. Estas labores se llevan a cabo utilizando métodos convencionales y se emplean equipos como las perforadoras tipo Jack leg para la perforación y el Scoop (equipo subterráneo) para la limpieza y el acarreo de materiales en el entorno subterráneo. Estos equipos son fundamentales para la extracción y el transporte de minerales y desmonte en las operaciones mineras subterráneas.

La perforación en las labores subterráneas se lleva a cabo con perforadoras Jack leg que utilizan barrenos de diferentes longitudes, como 2, 4 y 6 pies. La malla de perforación varía según el tipo de labor, siendo de 18 a 26 taladros para las chimeneas de doble compartimiento y de 12 a 18 taladros para las chimeneas simples, todo esto dependiendo de las características de la roca en la que se trabaje. En cuanto a los explosivos, se emplea el tipo pulverulento Semexa en diferentes proporciones, como 45% y 65%, y se utilizan accesorios de voladura del tipo Carmex. Estos elementos son esenciales en el proceso de voladura para la extracción de minerales y desmonte en las operaciones subterráneas.

La limpieza del tope de la chimenea se realiza por gravedad, la carga limpiada es almacenada en la tolva que se construye al inicio de la chimenea, para luego ser transportados en Scoop. (Se determinará el Rendimiento óptimo M³/Hr. Vs Distancia). En el proceso minero, se implementan Equipos Dumpers con una capacidad de 11 toneladas para mejorar la eficiencia y reducir los costos de transporte de minerales y desmonte. Estos equipos se utilizan para agilizar el traslado de los materiales extraídos de la mina. En cuanto al sostenimiento de las labores subterráneas, se realiza de acuerdo a las características geomecánicas de cada labor. Los principales elementos de sostenimiento incluyen cuadros de madera y puntales de avance. Además, en el caso de las chimeneas de doble compartimiento, se utilizan tablas para separar el camino del mineral y/o desmonte, lo que contribuye a mantener la seguridad y la estabilidad de las labores subterráneas.

3.1.2.3. Subniveles

Las labores horizontales con dimensiones de 2.00 m x 1.8 m de sección se ejecutan durante la etapa de preparación y se originan desde una chimenea ubicada en el nivel principal. Estas labores tienen como propósito marcar el inicio del área de explotación y se realizan de manera convencional utilizando equipos como perforadoras tipo Jack leg, carretillas para la limpieza y Scoops para el acarreo.

En cuanto a la perforación, se emplean perforadoras Jack leg con barrenos de 02, 04 y 06 pies, y la disposición de los taladros en la malla de perforación varía de 14 a 21 taladros según el tipo de roca. Para la voladura, se utiliza explosivo tipo pulverulenta Semexa en sus diferentes concentraciones (45% y 65%), y se emplea el explosivo tipo carmax como accesorio de voladura.

Por lo general, debido a las dimensiones de la sección de la labor, no se realiza sostenimiento. Sin embargo, en caso de ser necesario, se utilizará el método de sostenimiento adecuado de acuerdo a las características geomecánicas específicas de la labor subterránea.

3.1.2.4. Tajeos

Se emplea el método de Corte y Relleno Ascendente en la explotación, dividida en bloques de 30x30 metros. La operación es semimecanizada con perforadoras Jack leg, carretillas, scoops y dumpers de 11 toneladas. Este enfoque garantiza la recuperación, estabilidad y selectividad del mineral.

3.1.3. Ciclo de minado

- Perforación:

Se utiliza perforación con máquinas neumáticas tipo Jack Leg y Stoper, con barrenos cónicos de diferentes longitudes y brocas de 38 mm de diámetro. La malla de perforación tiene un patrón en hilera y zigzag, con dimensiones de burden de 0.25 m a 0.30 m y espaciamento de 0.30 m.

- Voladura:

Se lleva a cabo una voladura controlada utilizando diferentes tipos de explosivos pulverulentos, como el Exadit del 45% y el Semexa del 45% para terrenos suaves, y el Semexa del 65% para rocas más duras. Además, se utilizan accesorios como armadas con fulminantes, mecha lenta, carnex y pentacord para la detonación controlada.

- Sostenimiento:

Cuando se encuentran cajas fracturadas o inestables, se implementa un sostenimiento temporal utilizando puntales de seguridad y dejando pilares que posteriormente serán recuperados. En caso de que las condiciones geomecánicas de la labor lo requieran, se utilizan cuadros de madera y pernos Split Set. Esto garantiza la seguridad de los trabajadores durante la limpieza del mineral, y luego se procede al relleno correspondiente del tajo, que actúa como el sostenimiento definitivo.

- Limpieza

La limpieza de mineral en los tajos de explotación se lleva a cabo mediante dos métodos: uno utilizando carretillas tipo "buggy" y el otro utilizando winches de arrastre de 10 HP equipados con rastras de 18" de ancho y una

capacidad de 4.5 pies cúbicos. El mineral limpiado se deposita en las tolvas de madera ubicadas en los extremos de cada tajo.

- **Acarreo:**
La operación de evacuación del mineral implica el uso de Dumpers para transportarlo hasta la superficie, donde se almacena temporalmente en un depósito de mineral. A partir de este depósito, se carga en camiones volquete para su posterior traslado a una planta de terceros, que debe estar ubicada fuera de la concesión minera. En el caso de mineral de baja ley, se almacenará en una cancha específica, ya que podría ser económicamente tratado en el futuro mediante la aplicación de nueva tecnología.
- **Relleno:**
Después de cortar la veta y limpiar el mineral, se lleva a cabo el descaje del tajo para proporcionar el ancho adecuado para que el perforista pueda trabajar de manera ergonómica. Luego, se acomoda el material encajonante que se ha volado sobre el piso de trabajo, dejando una altura aproximada de 2.30 metros desde el piso hasta el techo de la labor. Esto se hace para formar un piso que permita la perforación del próximo corte. Además, se utiliza como relleno el desmonte generado en las labores mineras de exploración y desarrollo en los niveles superiores.

3.1.3.1. Maquinaria y equipo de minería

A. Maquinarias y equipos

01 Compresora de 185 CFM (Ingersoll Rand)

02 Ventiladores de 30 000 CFM

01 Winche Eléctrico (10 HP)

04 Perforadoras Jack leg (manuales)

02 Perforadoras Stoper (manuales)

01 Grupo Electrónico de 25 Kw.

01 camioneta doble cabina (servicios).

01 Scoop 2.2 Yd3.

01 Dumper 11 Tn.

B. Accesorios de perforación

Barrenos integrales de 2', 4' y 6'.

Brocas descartables de 39 mm, 40 mm y 41 mm

Barras cónicas de 2 pies, 4 pies y 6 pies

Sacabarrenos

Cucharillas

Punzones de cobre o madera

Válvulas, tapones, etc.

C. Herramientas

Picos.

Lampas.

Barretilla.

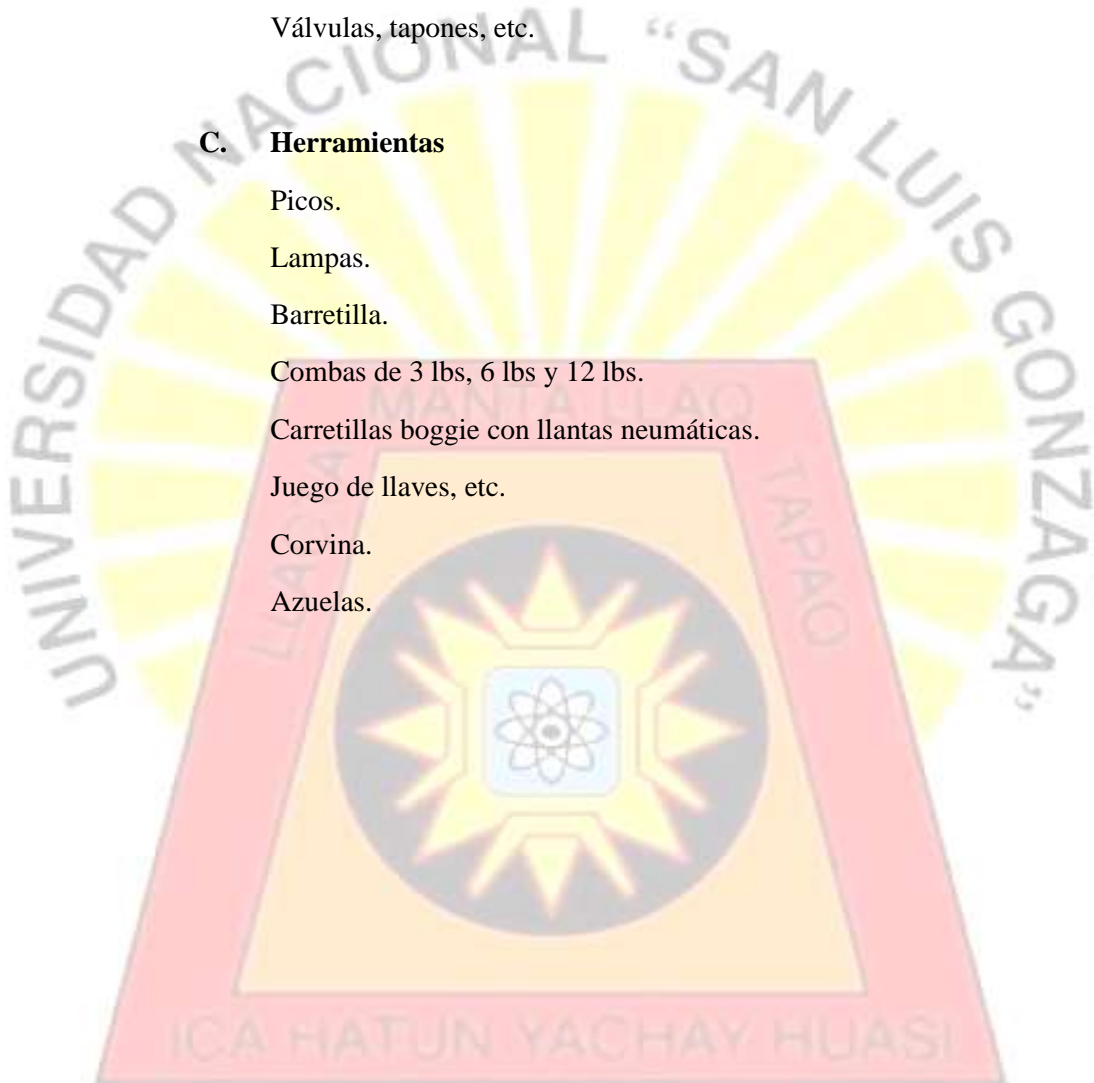
Combas de 3 lbs, 6 lbs y 12 lbs.

Carretillas boggie con llantas neumáticas.

Juego de llaves, etc.

Corvina.

Azuelas.



3.2. Producción de minerales

Tabla 2.
Producción de minerales 2022

PRODUCCION	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre
SEMANA 1	199.4	202.1	235.5	165.1	331.5	298.8	301.6	501.5	460	510	460	550
SEMANA 2	235	145.8	241.1	234.8	298.4	265.1	201.4	401.5	460	490	550	540
SEMANA 3	241.1	210.4	220.1	354.1	198.4	320.8	274.6	300.5	310	450	320	410
SEMANA 4	221.3	295.45	134.5	154.3	426.5	401.1	305.46	451.9	546.5	200	511	360
TOTAL	896.8 Tn	853.75 Tn	831.2 Tn	908.3 Tn	1254.8 Tn	1285.8 Tn	1083.06 Tn	1655.4 Tn	1776.5 Tn	1650 Tn	1841 Tn	1860 Tn

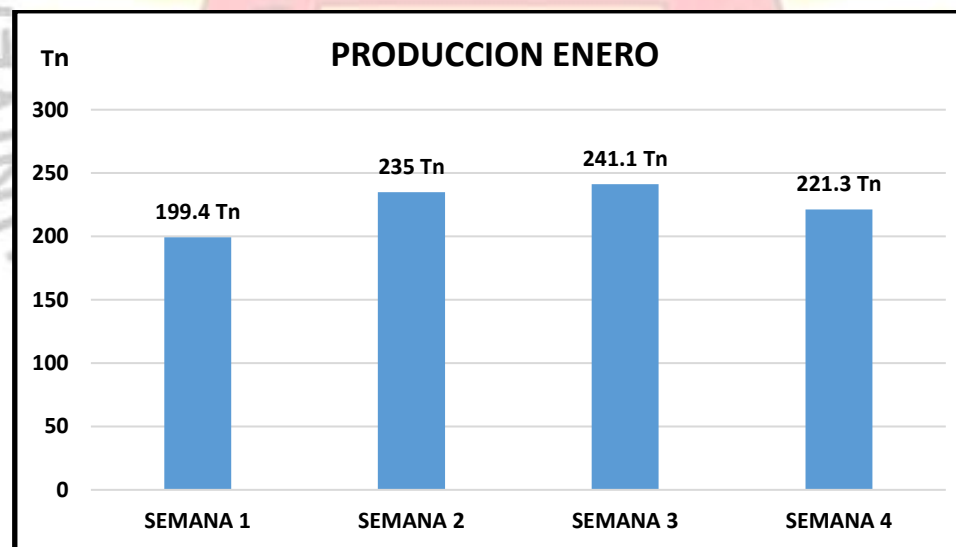


Figura 1. *Producción semanal enero 2022*

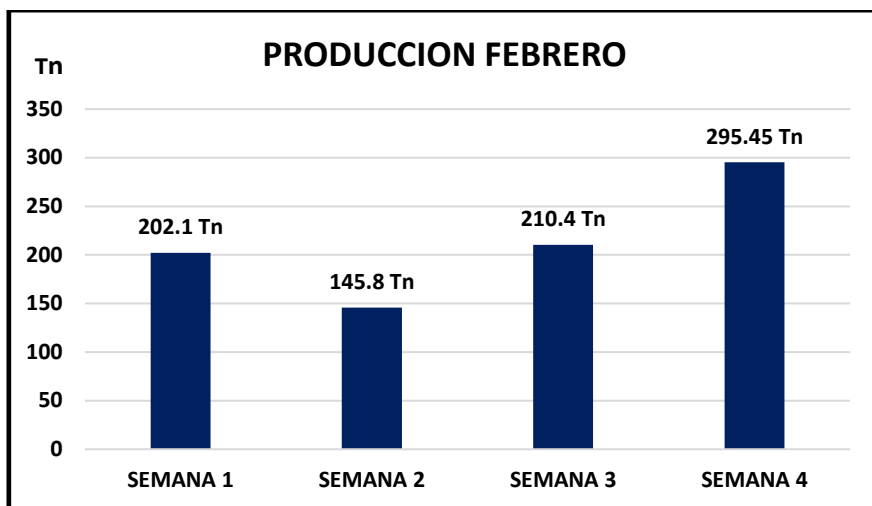


Figura 2. Producción semanal febrero 2022

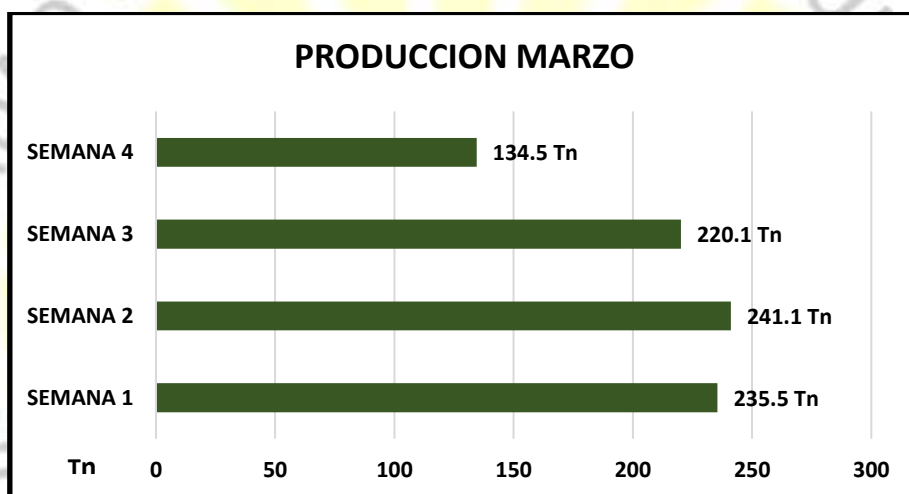


Figura 3. Producción semanal marzo 2022

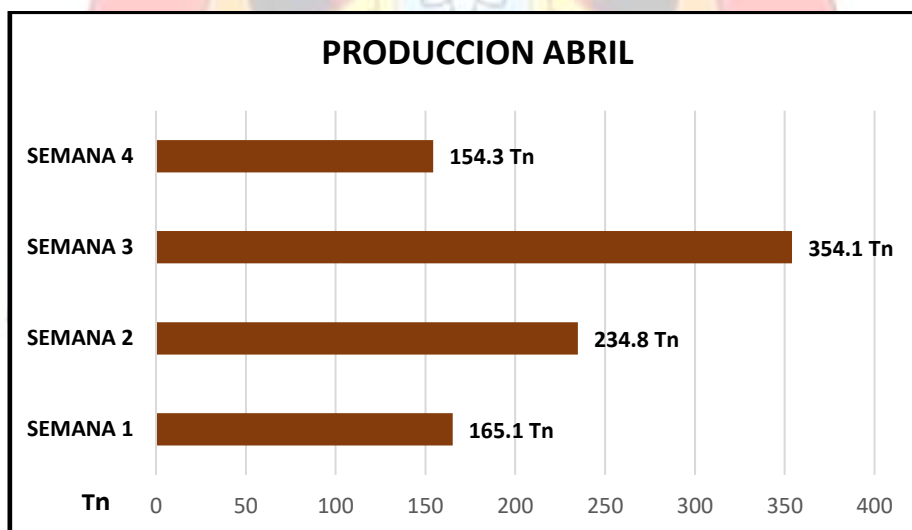


Figura 4. Producción semanal abril 2022

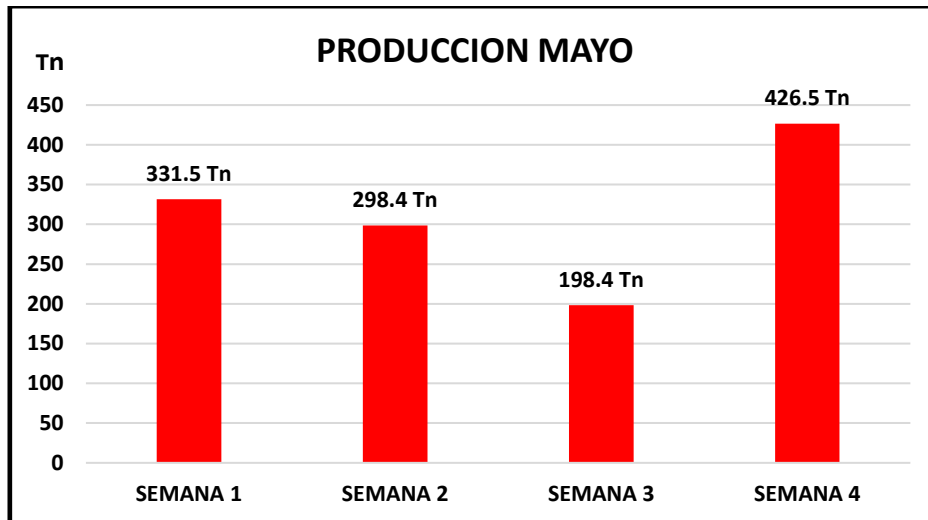


Figura 5. Producción semanal mayo 2022

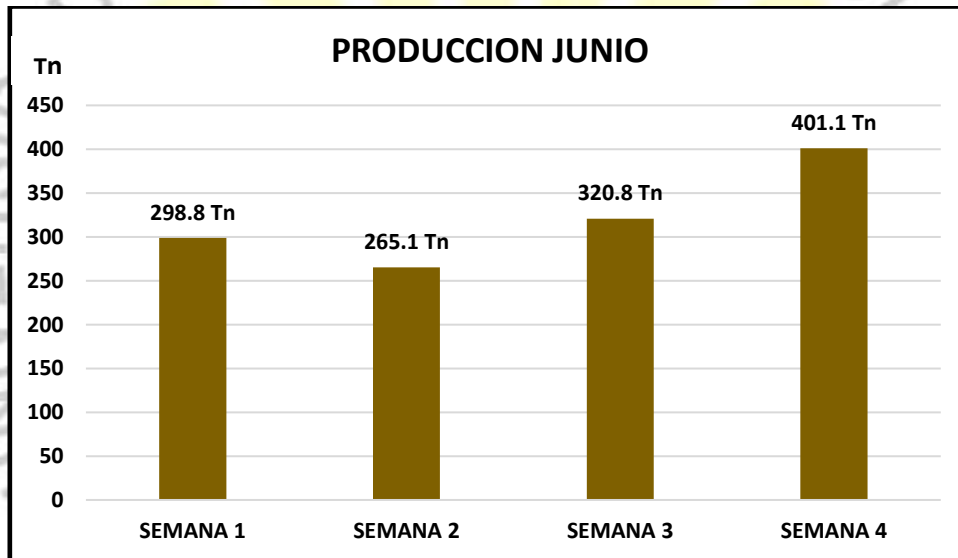


Figura 6. Producción semanal junio 2022

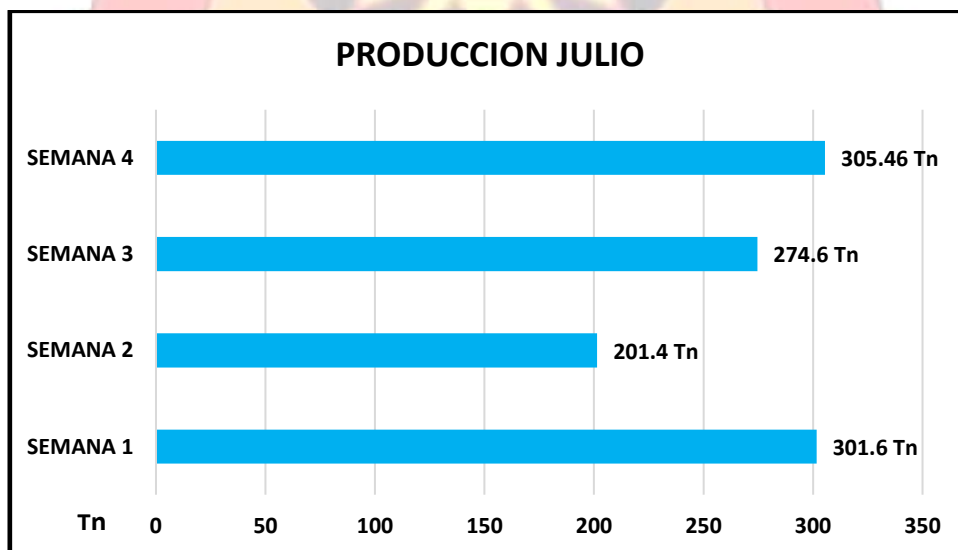


Figura 7. Producción semanal julio 2022

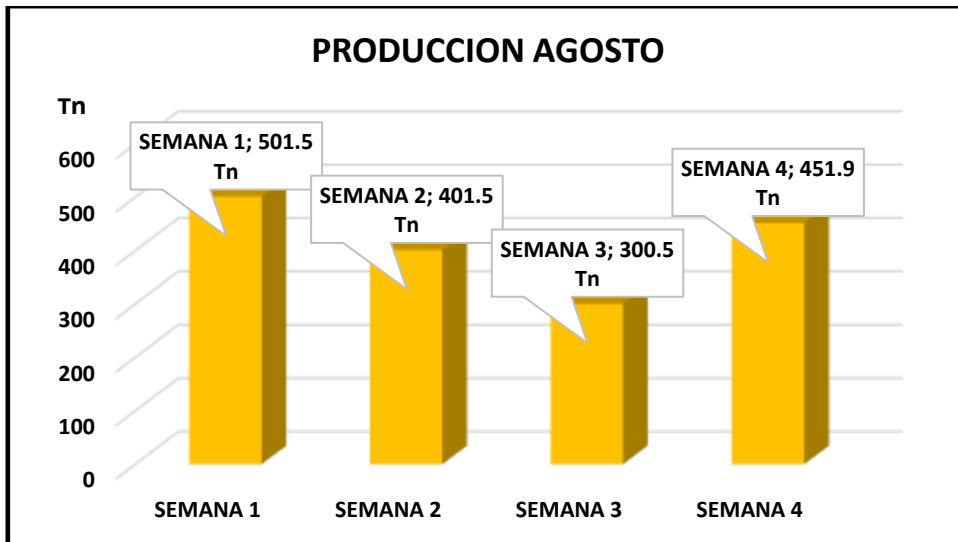


Figura 8. *Producción semanal agosto 2022*

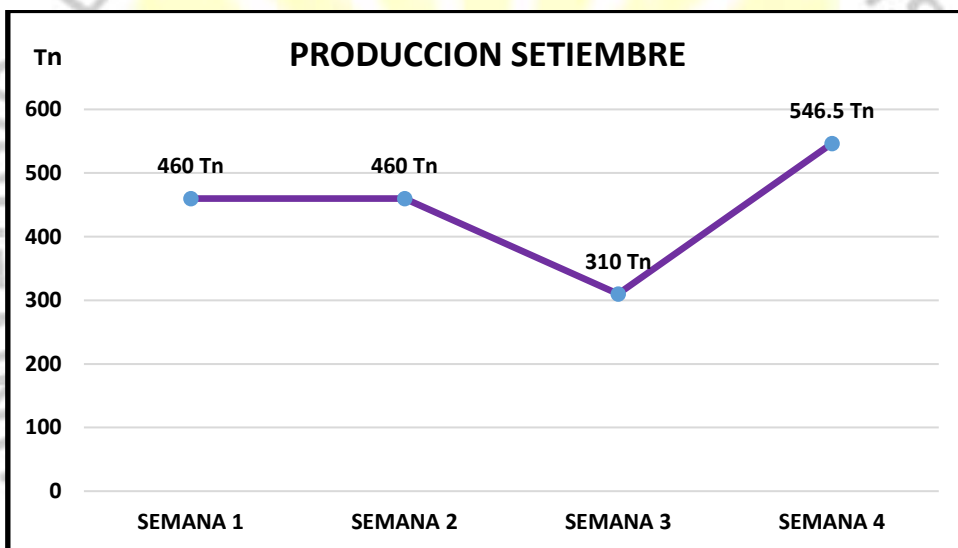


Figura 9. *Producción semanal setiembre 2022*

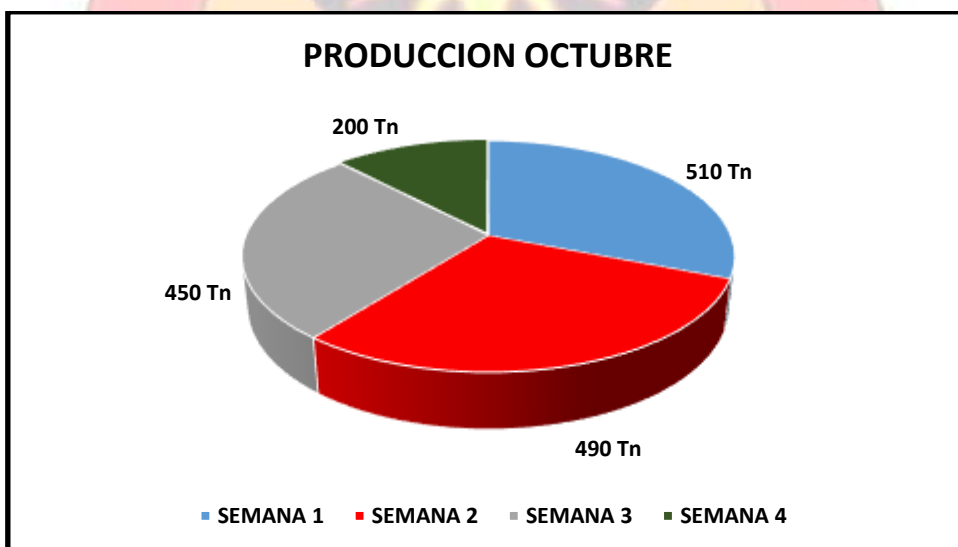


Figura 10. *Producción semanal octubre 2022*

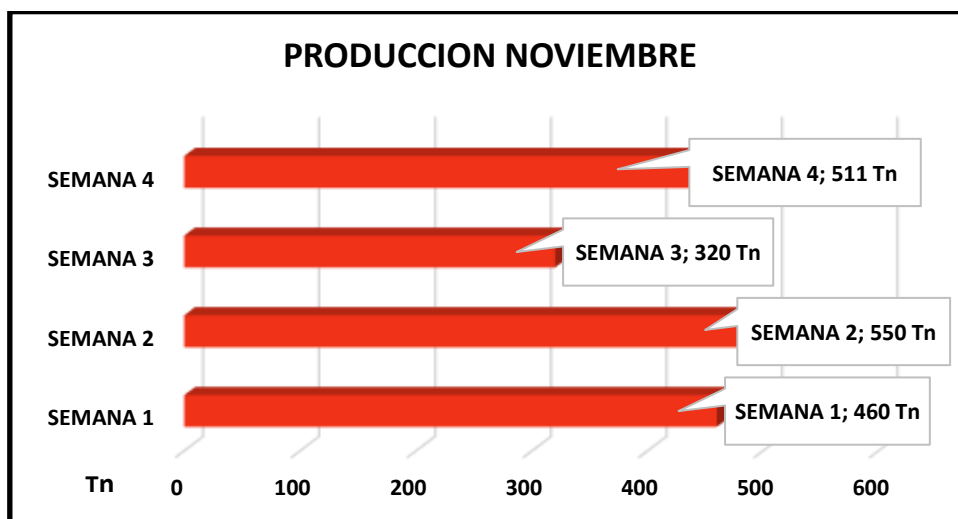


Figura 11. *Producción semanal noviembre 2022*

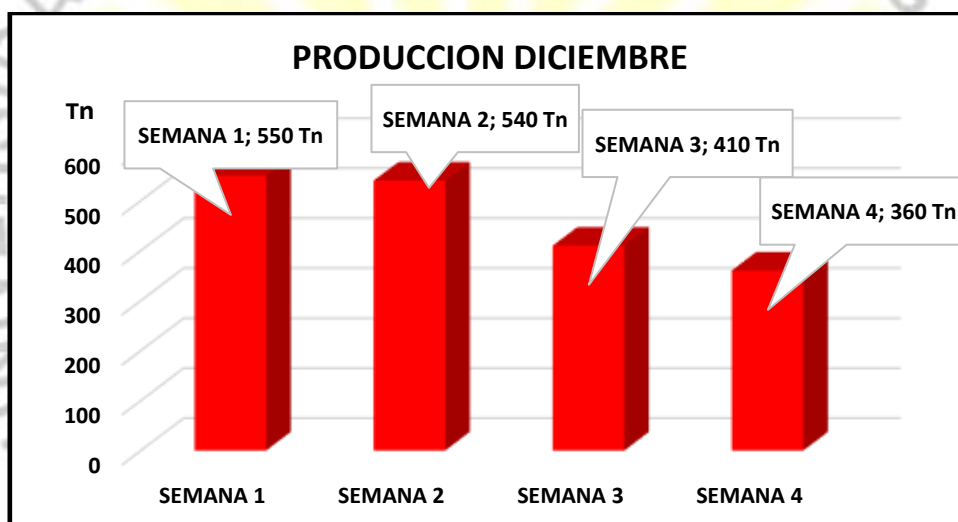


Figura 12. *Producción semanal diciembre 2022*

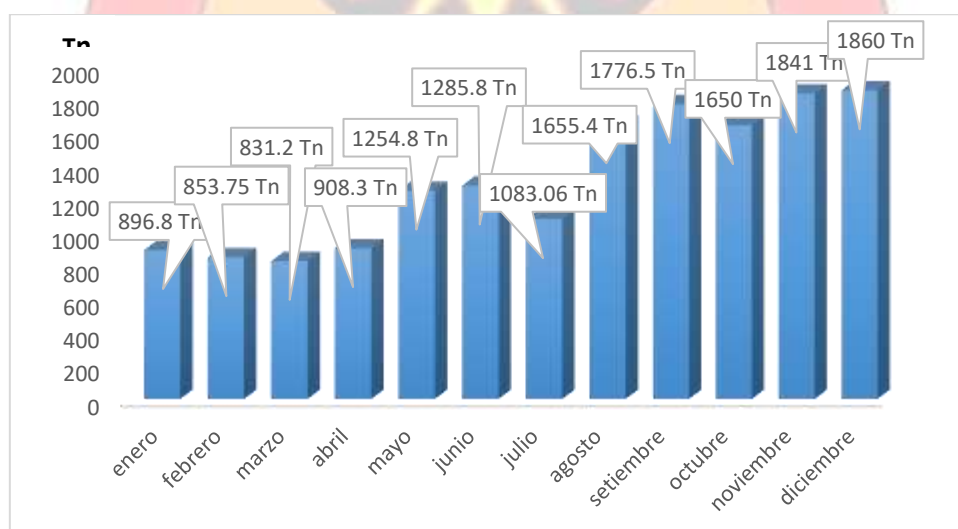


Figura 13. *Producción mensual 2022*

3.3. Avance lineal

Tabla 3.
Avance lineal mensual por etapa minera 2022

ETAPA	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	Setiembre	octubre	noviembre	diciembre
EXPLORACION	30	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
DESARROLLO	30	30	30	30	60	60	60	60	60	60	35	35
PREPARACIÓN	0	0	0	50	50	60	30	30	30	30	30	40
EXPLOTACIÓN	0	0	0	0	30	30	30	30	0	30	30	30
TOTAL	60 m	100 m	100 m	150 m	210 m	220 m	190 m	190 m	160 m	190 m	165 m	175 m

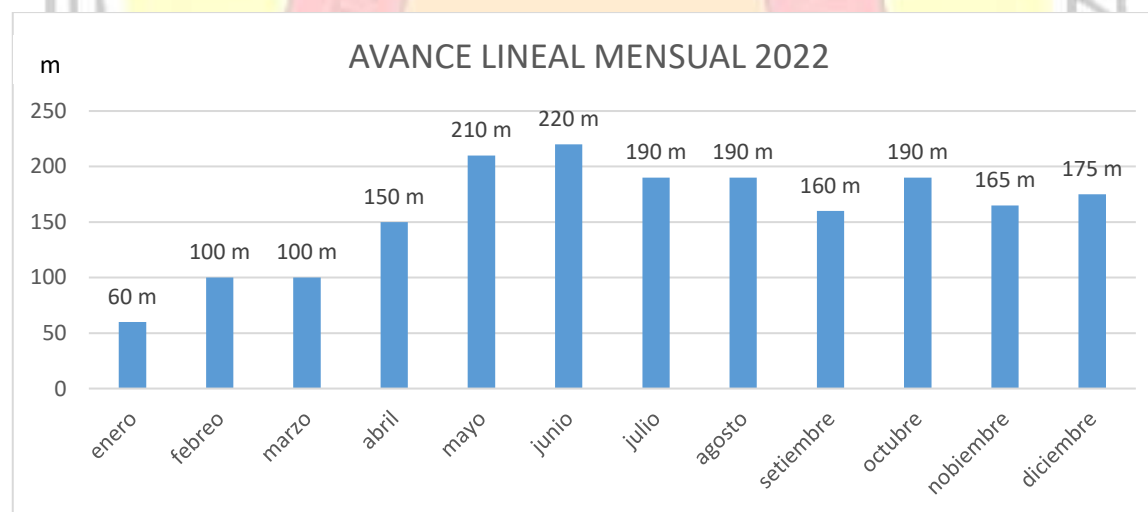


Figura 14. *Avance mensual 2022*

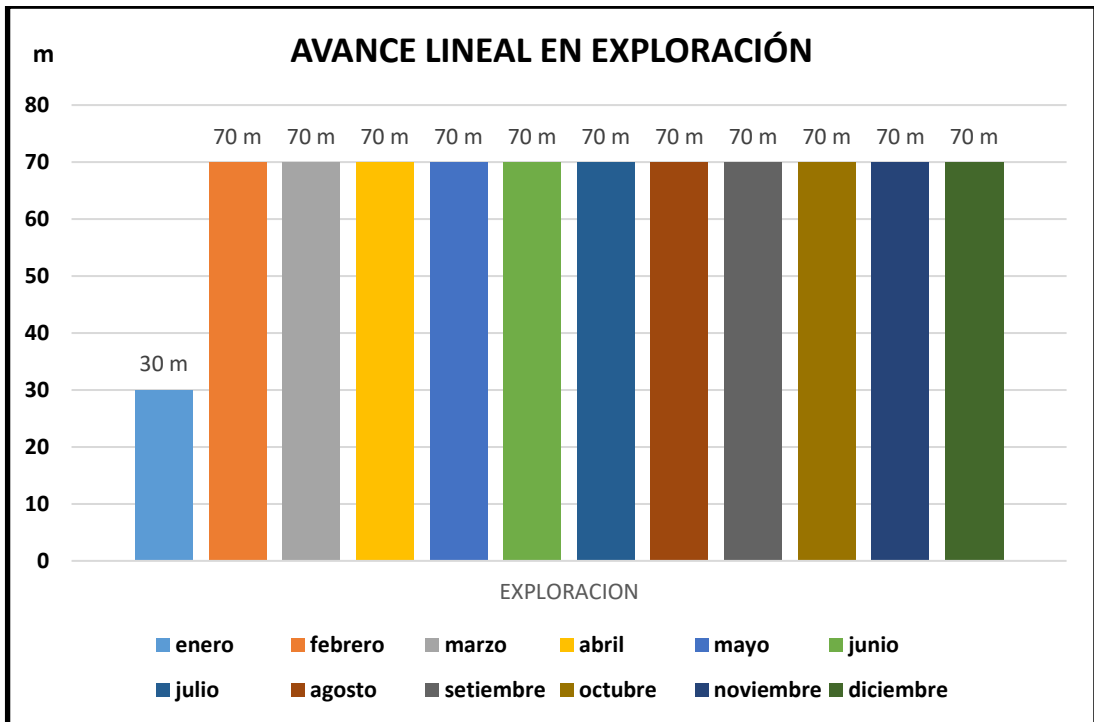


Figura 15. Avance lineal en exploración 2022

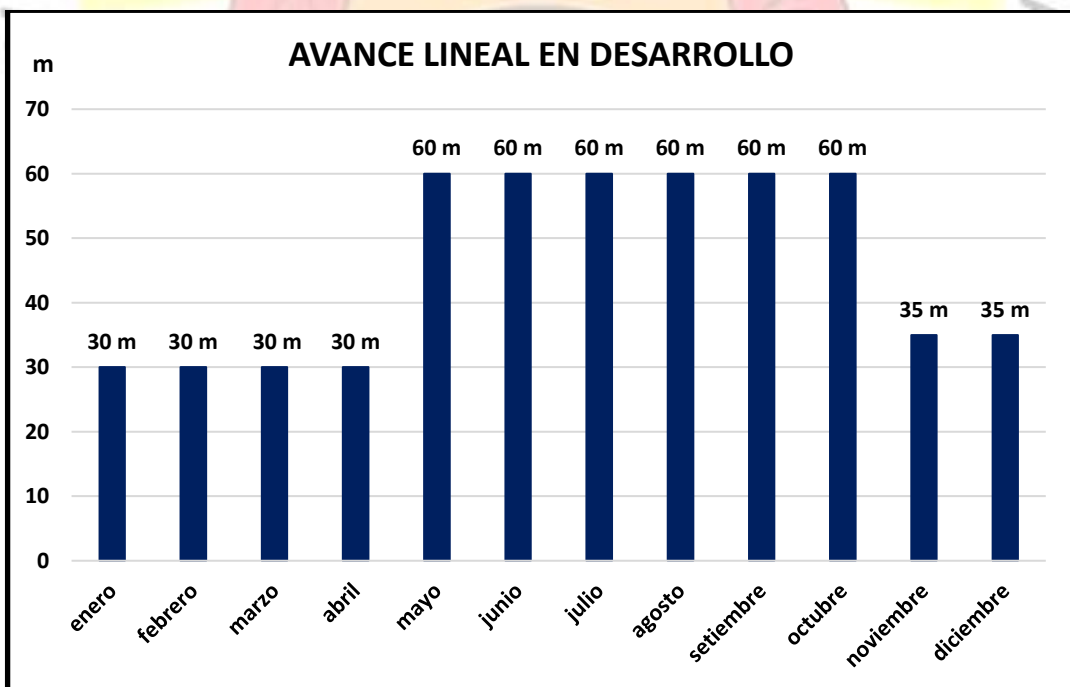


Figura 16. Avance lineal en desarrollo 2022



Figura 17. Avance lineal en desarrollo 2022

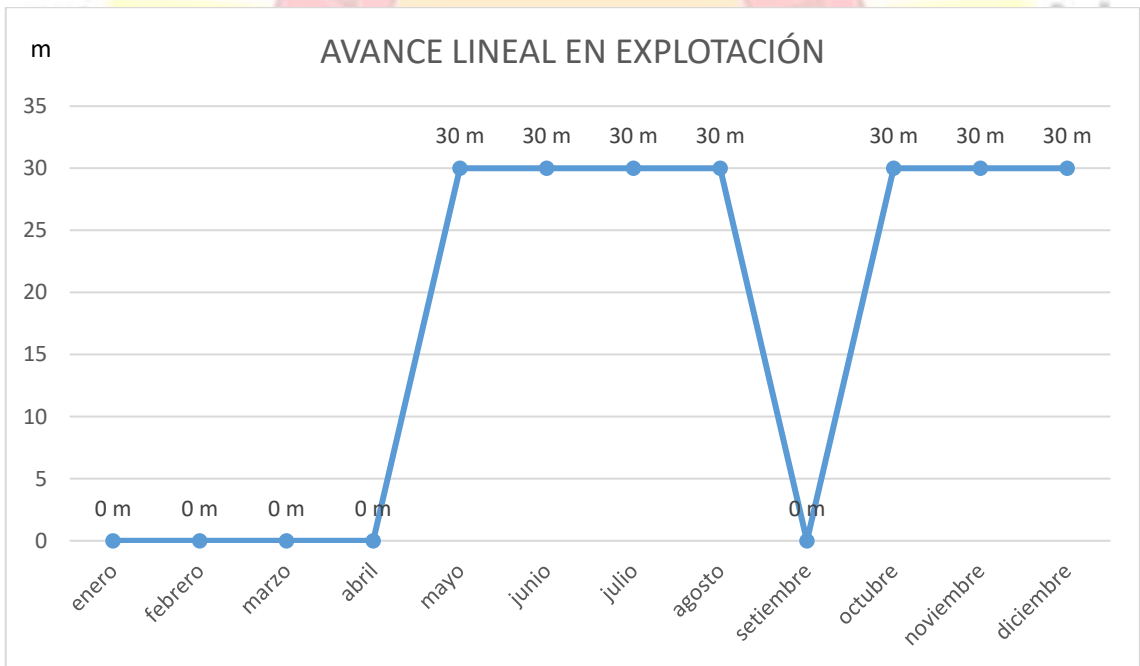


Figura 18. Avance lineal en explotación 2022

3.4. Costos operativos

Tabla 4.
Costos operativos mina La Escondida 2022

MANO DE OBRA GUARDIA DÍA						
CATEGORIA	Horas	CANT.	SUELDO x DIA	TAREAS	Sub - total \$	Sub - TOTAL\$ x DISP x METRO
Maestro perforista	8	1	17.14	1	17.14	
Ayudante de perforista	8	1	15.71	1	15.71	
Peon	8	1	14.28	1	14.28	
Bonificación	9.38%				4.420794	
Sub- total Personal					51.55	47.29
MANO DE OBRA GUARDIA NOCHE						
CATEGORIA	Horas	CANT.	SUELDO x DIA	TAREAS	Sub - total \$	Sub - TOTAL\$ x DISP x METRO
Ayudante de perforista	8	1	15.71	1	15.71	
Peon	8	1	14.28	1	14.28	
Bonificación	9.38%				4.420794	
Sub- total Personal					51.55	47.29
SUPERVISION Y ADMINISTRACION						
CATEGORIA	N° LABORES	CANT.	SUELDO x DIA	TAREAS	Sub - total \$	Sub - TOTAL\$ x DISP x METRO
Ingeniero residente	4	1	28.57	0.25	7.1425	
Ingeniero geologo	4	1	28.57	0.25	7.1425	
Practicante de Ing. Minas	4	2	11.7	0.25	5.85	
Capatas	4	1	20	0.25	5	

Administrador	4	2	20	0.25	10	
Bonificación	9.38%				3.3	
Sub- Total supervision y administracion					38.435	35.26

EQUIPO Y ACEROS DE PERFORACIÓN

EQUIPO	CANT.	COSTO UNIT (\$)	V. ÚTIL	Sub - TOTAL \$	Sub - TOTAL x DISP x METRO
Perforadora Jack leg	1	7500	100000	6.33	
Mtto. Y lubricantes Perforadora Jack leg	1	3000	100000	2.53	
Barra conica de 4 pies SANDVIK	1	90	800	9.5	
Broca conica BOART 11" x 38mm	1	28	300	7.88	
Sub- Total Equipos y aceros				26.24	24.07

ACCESORIOS DE VOLADURA

INSUMOS	Explos	CANT.	COSTO UNIT (\$)	Sub - TOTAL \$	Sub - TOTAL x DISP x METRO
Emulnor 500	Und.	20	0.72	14.4	
Fulminante	Und.	20	0.69	13.8	
Mecha lenta	m	30	0.68	20.4	
ANFO	Kg.	15	1.1	16.5	
Sub- Total Explosivos y accesorios de voladura				65.1	59.72

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT. (\$)	V. ÚTIL	Sub - TOTAL \$	Sub - TOTAL x DISP x METRO
BARRETILLA ALUMINIO DESQUINCHE DE 4 PIES	Pza.	2	\$33.45	60	\$1.12	
BARRETILLA ALUMINIO DESQUINCHE DE 6 PIES	Pza.	2	\$37.62	60	\$1.25	
LLAVE STILSON N° 18 TRUPER COD. 15839	Pza.	1	\$24.62	360	\$0.07	
SACA BARRENO	Pza.	1	\$10.20	200	\$0.05	
PICO C/ MANGO TRAMONTINA 77300/503	Pza.	4	\$15.03	60	\$1.00	
LAMPA TRAMONTINA M/CARAMELO 77460434	Pza.	4	\$8.55	30	\$1.14	
coche Z20	Pza.	2	\$765.31	1440	\$1.06	
COMBA DE 8 LB FORJADA C/CABO HERRAGRO REF. 1521	Pza.	1	\$25.48	120	\$0.21	
COMBA DE 6 LB FORJADA C/CABO HERRAGRO REF. 1521	Pza.	1	\$22.07	120	\$0.18	
CUCHARILLA DE 5 PIES X 3/8	Pza.	2	\$5.74	60	\$0.19	
PALO - ATACADOR 2.50M - MEDIDA DE 25MM	Pza.	12	\$3.06	20	\$1.84	
CARGADOR	Pza.	1	\$12.75	180	\$0.07	
PUNZON DE COBRE	Pza.	1	\$3.06	180	\$0.02	
Fosforo (cajita)	cajas	6	\$0.10	5	\$0.12	
Aceite Lubricador (gal.)	gal.	0.17	\$13.43	1	\$2.28	
Consumo de combustible	gal.	6	\$4.70	1	\$28.20	
Sub - total de Herramientas					\$38.81	35.61

IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT. (\$)	V. ÚTIL	Sub - TOTAL \$	Sub - TOTAL x DISP x METRO
casco de seguridad	Pza.	6	\$10.20	360	0.17	
Mameluco camisa pantalón	Pza.	6	\$15.31	120	0.77	
Botas de seguridad	Pza.	6	\$24.23	180	0.81	
Lentes	Pza.	6	\$2.55	30	0.51	
casaca de jebe	Pza.	4	\$16.58	60	1.11	
pantalon de jebe	Pza.	4	\$16.07	60	1.07	
guantes de jebe	Par.	4	\$2.55	7	1.46	
guantes de cuero	Par.	6	\$2.55	20	0.77	
Lampara	Pza.	6	\$98.21	360	1.64	
Mtto. Lámpara minera 10%	Pza.	6	\$9.80	360	0.16	
tapon de oído	Par.	6	\$0.77	30	0.15	
Respirador 3M	Pza.	6	\$38.27	180	1.28	
Filtro de respirador 3M	Par.	6	\$13.27	10	7.96	
Correa portalampara	Pza.	6	\$5.10	360	0.09	
tafilete de protector	Pza.	6	\$3.01	180	0.1	
Barbiquejo	Pza.	6	\$1.06	180	0.04	
Sub - total de implementos c. materiales					18.09	16.6
ACCESORIOS DE PERFORACIÓN						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	COSTO UNIT. (\$)	V. ÚTIL	Sub - TOTAL \$	Sub - TOTAL x DISP x METRO
Manguera de 1"	m	1.09	4.52	1	4.93	
Manguera de 1/2"	m	1.09	2.42	1	2.64	
Sub- Total Accesorios					7.56	6.94
TOTAL DE COSTOS					297.34	272.78

3.4.1. Análisis de costos por tonelada rota

Se realizarán los cálculos de los costos de producción por tonelada rota explotada en la empresa minera La Escondida.

Se toman los datos técnicos de geología de la mina cuya producción es de un material cuprífero, obteniendo lo siguiente:

Sección: 3.00 metros por 3.00 metros por 11/12 = 8.25 m²

Densidad de la roca: 2.8 TM/m³

Volumen roto = 8.25 m x 1.30 m x 1.00 m = 6.00 m³

Tonelaje roto = 6.00 m³ x 2.8 TM/m³ = 16.80 TM

N°	DESCRIPCION DE COSTOS	COSTOS UNITARIOS DE DISP/METRO
1	Sub- total Personal turno día	\$47.29
2	Sub- total Personal turno noche	\$47.29
3	Sub- Total supervisión y administración	\$35.26
4	Sub- Total Equipos y aceros	\$24.07
5	Sub- Total Explosivos y accesorios de voladura	\$59.72
6	Sub - total de Herramientas	\$35.61
7	Sub - total de implementos c. materiales	\$16.60
8	Sub- Total Accesorios de perforación	\$6.94
TOTAL DE COSTOS		\$272.78

Costos unitarios de disparo/metro = \$272.78

Tonelaje roto en un disparo/metro = 30.03 TM

COSTO POR UNA TONELADA ROTA = $\frac{\$272.78 \times 1 \text{ TM}}{30.03 \text{ TM}} = \$9.08.00 \text{ \$/TM}$

IV. DISCUSIÓN

4.1. Hipótesis general

La hipótesis general sostiene:

El diseño de explotación minera subterránea incrementa la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

1° Formulación de las hipótesis estadísticas

H0: $\rho=0$

No existe incremento de la producción de minerales a partir del diseño de explotación minera subterránea de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

Ha: $\rho \neq 0$

Existe incremento de la producción de minerales a partir del diseño de explotación minera subterránea de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

2° Procesamiento de datos

Tabla 5.

Procesamiento de datos de la variable producción de minerales - año 2022

VARIABLE	AÑO ANTERIOR	AÑO ACTUAL	%
PRODUCCION DE MINERALES	11205.45 TN	15896.61 TN	41.86%

3° Decisión

En relación a la tabla 5, se observa un incremento del 41.86% de la producción de minerales en las operaciones de la mina La Escondida en el periodo 2022, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por lo que se asegura que, el diseño de explotación minera subterránea incrementa la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

4.2. Hipótesis específicas

La hipótesis específica 1

La hipótesis específica 1 sostiene:

El diseño de explotación minera subterránea incrementa el avance lineal de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

1° Formulación de las hipótesis estadísticas

H0: $\rho=0$

No existe incremento del avance lineal a partir del diseño de explotación minera subterránea de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

Ha: $\rho\neq 0$

Existe incremento del avance lineal a partir del diseño de explotación minera subterránea de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

2° Procesamiento de datos

Tabla 6.

Procesamiento de datos del indicador avance lineal - año 2022

INDICADOR	AÑO ANTERIOR	AÑO ACTUAL	%
AVANCE LINEAL	1205 m	1910 m	58.50%

3° Decisión

En relación a la tabla 6, se observa un incremento del 58.50% del avance lineal en las operaciones de la mina La Escondida en el periodo 2022, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por lo que se asegura que, el diseño de explotación minera subterránea incrementa el avance lineal de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

La hipótesis específica 2

La hipótesis específica 2 sostiene:

El diseño de explotación minera subterránea minimiza el avance lineal de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

1° Formulación de las hipótesis estadísticas

H0: $\rho=0$

No existe minimización de los costos operativos a partir del diseño de explotación minera subterránea de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

Ha: $\rho\neq 0$

Existe minimización de los costos operativos a partir del diseño de explotación minera subterránea de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

2° Procesamiento de datos

Tabla 7.

Procesamiento de datos del indicador costos operativos - año 2022

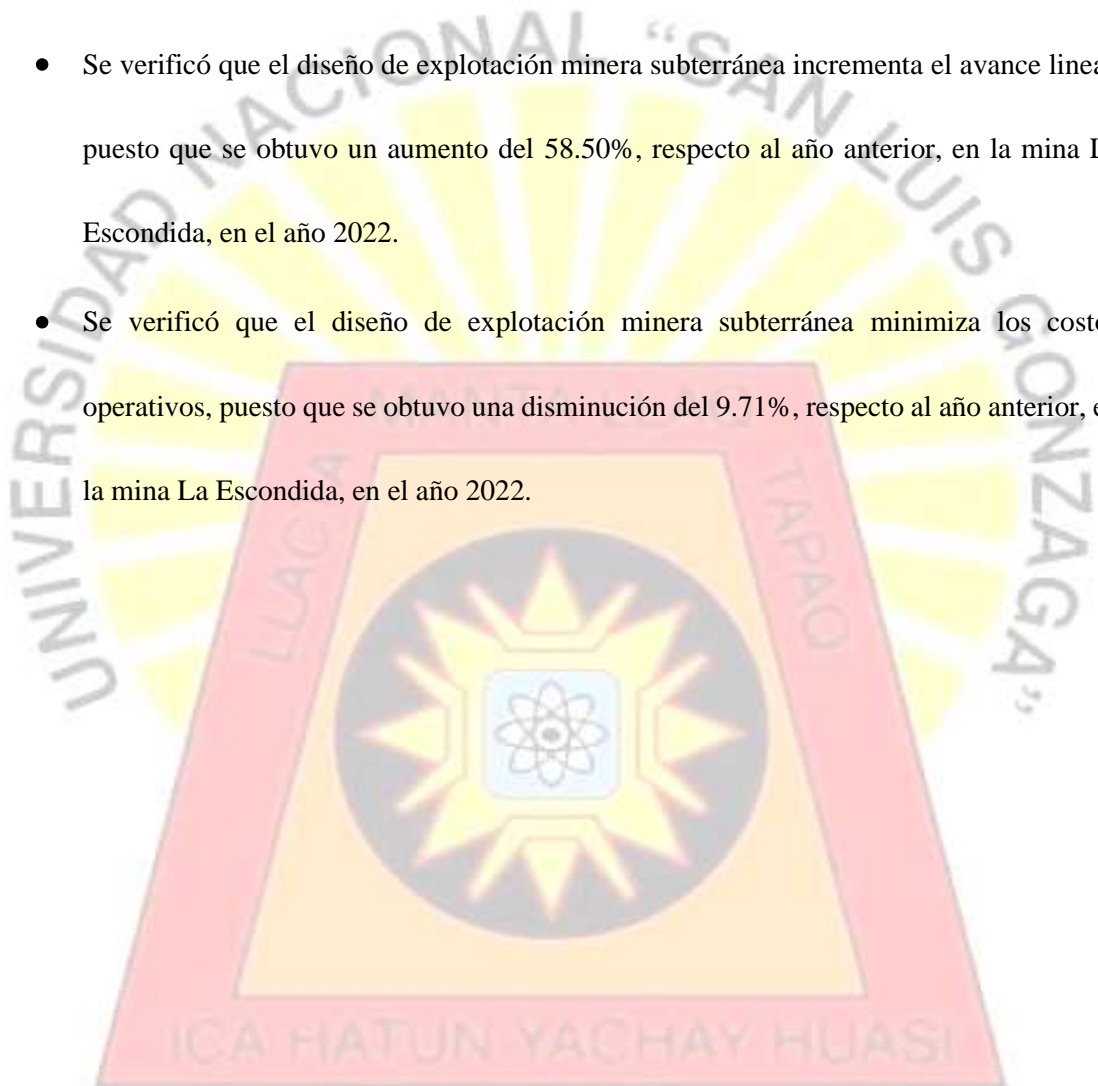
INDICADOR	AÑO ANTERIOR	AÑO ACTUAL	%
COSTOS OPERATIVOS	302.12 \$/m	272.78 \$/m	9.71%

3° Decisión

En relación a la tabla 7, se observa una minimización del 9.71% de los costos operativos en las operaciones de la mina La Escondida en el periodo 2022, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por lo que se asegura que, el diseño de explotación minera subterránea minimiza los costos operativos de la Empresa Minera La Escondida – 2022.

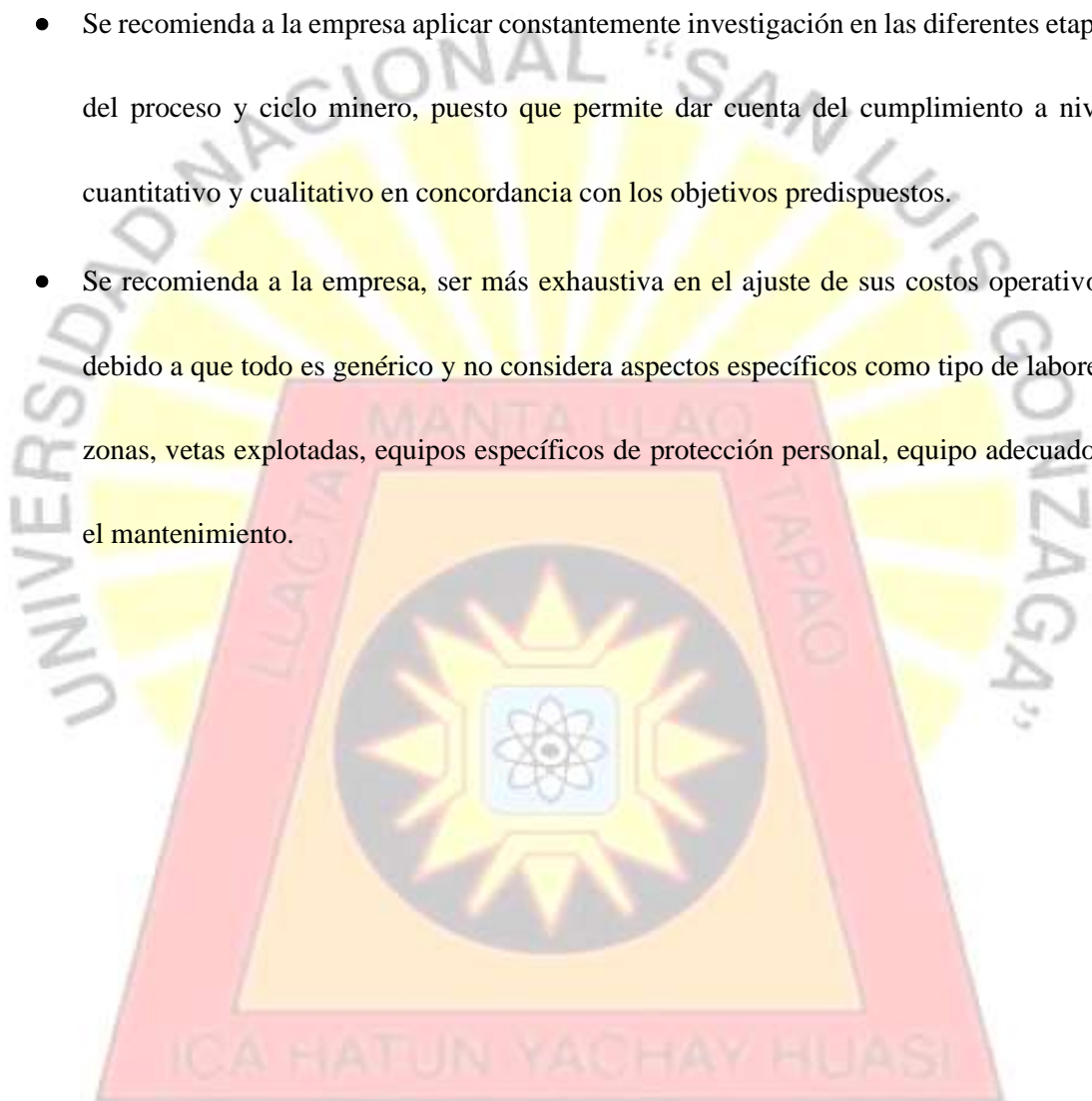
V. CONCLUSIONES

- Se verificó que el diseño de explotación minera subterránea incrementa la producción de minerales, puesto que se obtuvo un aumento del 41.86%, respecto al año anterior, en la mina La Escondida, en el año 2022.
- Se verificó que el diseño de explotación minera subterránea incrementa el avance lineal, puesto que se obtuvo un aumento del 58.50%, respecto al año anterior, en la mina La Escondida, en el año 2022.
- Se verificó que el diseño de explotación minera subterránea minimiza los costos operativos, puesto que se obtuvo una disminución del 9.71%, respecto al año anterior, en la mina La Escondida, en el año 2022.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa, insertar tecnología en el control de operaciones, como software para saber de los indicadores operaciones en tiempo real, y la toma de decisiones sea en menor tiempo y con más confiabilidad.
- Se recomienda a la empresa aplicar constantemente investigación en las diferentes etapas del proceso y ciclo minero, puesto que permite dar cuenta del cumplimiento a nivel cuantitativo y cualitativo en concordancia con los objetivos predispuestos.
- Se recomienda a la empresa, ser más exhaustiva en el ajuste de sus costos operativos, debido a que todo es genérico y no considera aspectos específicos como tipo de labores, zonas, vetas explotadas, equipos específicos de protección personal, equipo adecuado y el mantenimiento.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. Benavides, «La Minería Responsable y sus Aportes al Desarrollo del Perú», 2012. [http://www.mzweb.com.br/bvn/La Mineria Responsable y sus Aportes al Desarrollo del Peru Por Roque Benavides Ganoza.pdf](http://www.mzweb.com.br/bvn/La_Mineria_Responsable_y_sus_Aportes_al_Development_del_Peru_Por_Roque_Benavides_Ganoza.pdf)
- [2] Ministerio de Energía y Minas, «Anuario Minero 2019 Perú», mayo/2019, 2019. <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUARIOS/2019/AM2019.pdf>
- [3] INACAP, «Extracción Mina I: Apuntes de Explosivos», *Universidad Tecnológica de Chile*, 2016. [http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Mineria-y-Geomatica/AAI OPEX01 Material Extraccion Mina I Explosivos.pdf](http://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/alumno/Mineria-y-Geomatica/AAI_OPEX01_Material_Extraccion_Mina_I_Explosivos.pdf)
- [4] B. Toapanta, «Diseño de Explotación del mineral existente en el sector “110 parte superior del nivel 0”, de la concesión minera “El Corazón”, localizada en la parroquia García Moreno, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura (Tesis de Titulación en Ingeniería)», Universidad Central del Ecuador, Quito (Ecuador), 2019. Accedido: 6 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20145>
- [5] I. Parra, «Selección y diseño del sistema de explotación subterráneo del Dominio Este del depósito VMS “El Domo” ubicado en el cantón Las Naves, provincia de Bolívar (Tesis de Titulación en Ingeniería)», Universidad Central del Ecuador, Quito (Ecuador), 2020. Accedido: 6 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/21254>
- [6] D. Maldonado, «Propuesta de diseño de explotación subterránea para la extracción de oro en el área minera Patricia, El Guabo – El Oro (Tesis de Titulación en Ingeniería)», Universidad del Azuay, Cuenca (Ecuador), 2022. Accedido: 6 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/12378>
- [7] J. Mogrovejo y M. Valarezo, «Propuesta de diseño de un nuevo sistema de explotación subterránea para la mina aurífera Kristian David, Pasaje-El Oro (Tesis de Titulación en Ingeniería)», Universidad del Azuay, Cuenca (Ecuador), 2022. Accedido: 6 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11985>
- [8] R. Huerta, «Planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la unidad minera Mallay compañía de minas Buenaventura S.A. - 2018 (Tesis de Titulación en Ingeniería)», Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, 2018.

- Accedido: 6 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4194>
- [9] M. Basurto, «Explotación de vetas auríferas angostas mediante OCF – Circado en mina Cobriza 15 de Minera Invemin E.I.R.L (Tesis de Titulación en Ingeniería)», Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2021. Accedido: 6 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7198>
- [10] M. Ramos y E. Salomón, «Optimización del ciclo de carguío, transporte y descarga de mineral para aumentar la producción de mineral en la Unidad Minera Andaychagua (Tesis de Titulación en Ingeniería)», Universidad Continental, Huancayo, 2021. Accedido: 6 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10193>
- [11] A. Trejo, «Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la unidad minera Hualanyog - empresa minera nuestra señora virgen del Rosario – 2020 (Tesis de Titulación en Ingeniería)», Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, 2022. Accedido: 6 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/5442/T033_31667065_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [12] W. Cervera y A. Gálvez, «Implementación del plan de minado subterráneo con el método de corte y relleno ascendente para una producción mensual de 2000 TM de mineral en una mina de oro en Santa Cruz, Cajamarca 2020 (Tesis de Titulación en Ingeniería)», Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2022. Accedido: 6 de marzo de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/31298/Cervera%20Arevalo%2c%20Wi>
- [13] Conexión Esan, «la minería: motor de crecimiento en la economía local», 11/09/2019, 2019. <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2019/09/por-que-la-mineria-es-el-motor-del-crecimiento-de-la-economia-local/#:~:te>
- [14] C. Echevarría, «El agua y la minería: ¿Qué implica el liderazgo?», *Alliance For Responsible Mining*, 2017. <https://www.responsiblemines.org/2018/04/agua-y-mineria/>
- [15] Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, «Historia de la minería», 2019. <https://iimp.org.pe/mineria-en-el-peru/historia>
- [16] M. Cardozo, «Beneficios de la Minería», *Instituto de Ingenieros de Minas del Perú*, 2019.

- [17] J. Herrera Herbert, *Introducción a la minería subterránea*, 2da ed. Madrid (España): Universidad Politécnica de Madrid, 2020. [En línea]. Disponible en: https://oa.upm.es/62726/1/METODOS_MINERIA_INTERIOR_LM1B4T4R0-20200406.pdf
- [18] P. Ramírez y L. Alejano, «Mecánica de Rocas», 09/09/2014, 2014. http://oa.upm.es/14183/1/MECANICA_DE_ROCAS_1.pdf
- [19] C. López Jimeno, «Técnica de explotación minera», *Desarrollo Minero Sostenible*, 2014. https://www.ifema.es/web/ferias/foro_minero/ponencias_2014/carlos_lopez_jimeno_comunidad_de_madrid_16jun.pdf
- [20] J. Matute, «Exploración y diseño de explotación para la extracción de feldespato en la concesión minera Nahima (Titulación en Ingeniero de Minas)», Universidad del Azuay, 2019.
- [21] U. González, R. Molina, y D. Patarroyo, «Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, una revisión teórica desde la minería colombiana», *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 24, n.º 85, pp. 1-13, 2019, Accedido: 18 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/290/29058864013/29058864013.pdf>
- [22] C. Ipenza, «La pequeña minería y la minería artesanal», *Sociedad Peruana de Derecho Ambiental*, 10 de agosto de 2012. https://biblioteca.spda.org.pe/biblioteca/catalogo/data/20210219223845_SPDA%200279%202ed.pdf (accedido 6 de abril de 2023).
- [23] Ministerio de Energía y Minas, «Guía para los pequeños mineros y mineros artesanales», *Minem*, 1 de marzo de 2011. <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/regionales/Publicaciones/Guia-Peq> (accedido 6 de abril de 2023).
- [24] J. Amstrong y R. Menon, «Minas y Canteras», *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo*, 2015. <https://www.insst.es/documents/94886/161971/Capítulo+74.+Minas+y+canteras>
- [25] N. Caba, O. Chamorro, y T. Fontalvo, *Gestión de la producción y operaciones*. 2016.
- [26] F. Becerra, *Gestión de la producción: una aproximación conceptual*, 1era ed. Bogotá (Colombia), 2008.

- [27] A. Bravo Quispe, «Ampliación de producción de 570 TMD a 1200 TMD de minerales mediante evaluación de operaciones unitarias y reservas minerales en Unidad Minera Tacaza - CIEMSA (Tesis de Titulación)», Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
- [28] J. R. Viteri Moya, *Gestión de la producción con enfoque sistémico*. Quito, 2014.
- [29] C. Cruz, S. Olivares, y M. Gonzáles, *Metodología de la investigación*. México D.F: Patria, 2014.
- [30] R. Hernández, C. Fernández, y M. del P. Baptista, *Metodología de la Investigación*, 6ta ed. México D.F: Mc Graw Hill, 2014. Accedido: 14 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- [31] R. Hernández, C. Fernández, y P. Baptista, *Metodología de la Investigación*, 5ta ed. México D.F: Mc Graw Hill, 2010.
- [32] V. Niño, *Metodología de la Investigación*. Bogotá: Ediciones de la U, 2011.
- [33] K. Vaananen, «El diseño de mina desde el interior hacia afuera», *Stantec*, 25 de junio de 2018. <https://www.stantec.com/es/news/2018/mine-design-from-the-inside-out> (accedido 6 de marzo de 2023).
- [34] Ministerio de Minas y Energía de Colombia, «Glosario Técnico Minero», *Agosto*, 2003. <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>



VIII. ANEXOS

Anexo N°1: Operacionalización de variables

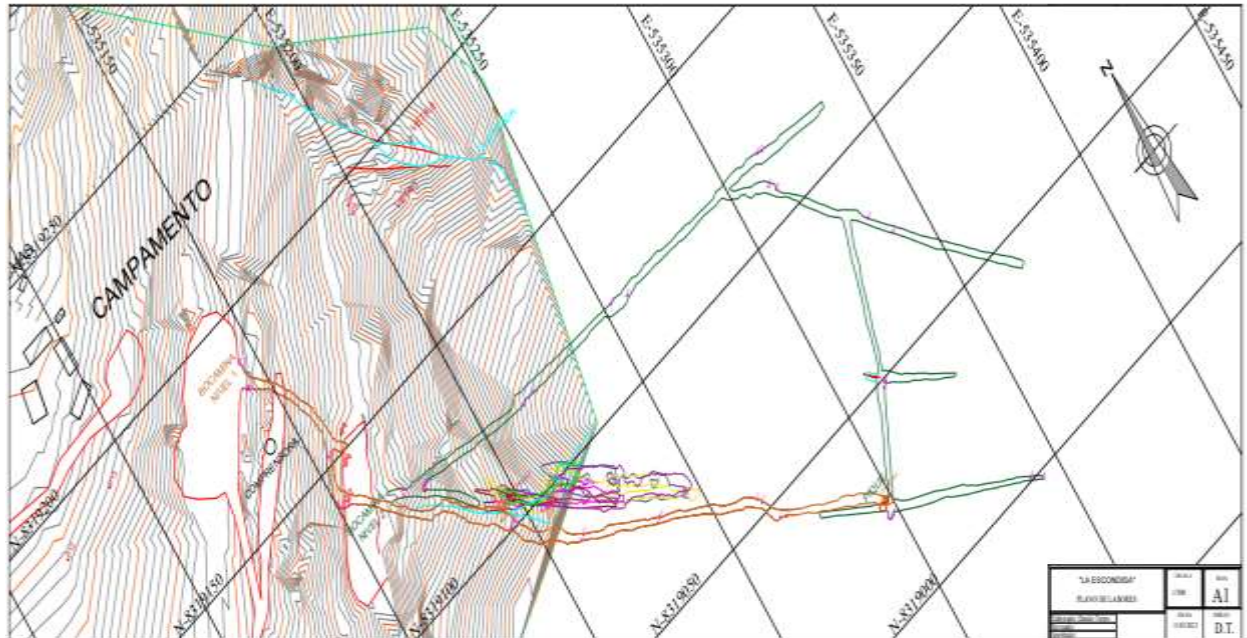
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	TÉCNICA/INSTRUMENTO
<p align="center">VARIABLE X: Diseño de explotación minera subterránea</p>	<p>Se refiere al diseño de explotación de una mina subterránea que considera los diseños de labores mineras de exploración, desarrollo y preparación, además, del ciclo de minado con la sola finalidad de conseguir extraer el mineral económico y de esa manera dinamizar la producción de los mismos [33].</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de labores mineras • Diseño del ciclo de minado 	<p>Técnica de la observación directa y el fichaje</p>
<p align="center">VARIABLE Y: Producción de minerales</p>	<p>Es la fase del ciclo minero que tiene como objetivo extraer el mineral in-situ considerando el avance en metros lineales y los costos de extracción, para próximamente obtener un beneficio y comercializarlos, esto depende del nivel de reservas, tipo de explotación y factores económicos [34].</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Avance lineal • Costos operativos 	<p>Técnica de la observación directa y el fichaje / fichas de producción de minerales</p>

Anexo N° 2: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable X: Diseño de explotación minera subterránea	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de labores mineras • Diseño del ciclo de minado 	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Descriptivo – explicativo</p> <p>Diseño: Experimental de índole pre experimental – transversal.</p> <p>Población: La población estará conformada por la mina La Escondida, en el año 2022.</p> <p>Muestra: La muestra se constituirá por las operaciones de minado de la mina La Escondida, en el año 2022.</p> <p>Técnicas: La observación directa y el fichaje</p> <p>Instrumentos: Fichas de producción</p>
¿De qué manera un diseño de explotación minera subterránea influye en la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022?	Verificar si un diseño de explotación minera subterránea influye en la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022.	El diseño de explotación minera subterránea incrementa la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022.			
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Y: Producción de minerales:	<ul style="list-style-type: none"> • Avance lineal • Costos operativos 	
PE1: ¿De qué manera un diseño de explotación minera subterránea influye en el avance lineal de la Empresa Minera La Escondida – 2022? PE2: ¿De qué manera un diseño de explotación minera subterránea influye en los costos operativos de la Empresa Minera La Escondida – 2022?	OE1: Verificar si un diseño de explotación minera subterránea influye en la producción de minerales de la Empresa Minera La Escondida – 2022. OE2: Verificar si un diseño de explotación minera subterránea influye en los costos operativos de la Empresa Minera La Escondida – 2022.	HE1: El diseño de explotación minera subterránea incrementa el avance lineal de la Empresa Minera La Escondida – 2022. HE2: El diseño de explotación minera subterránea minimiza los costos operativos de la Empresa Minera La Escondida – 2022.			

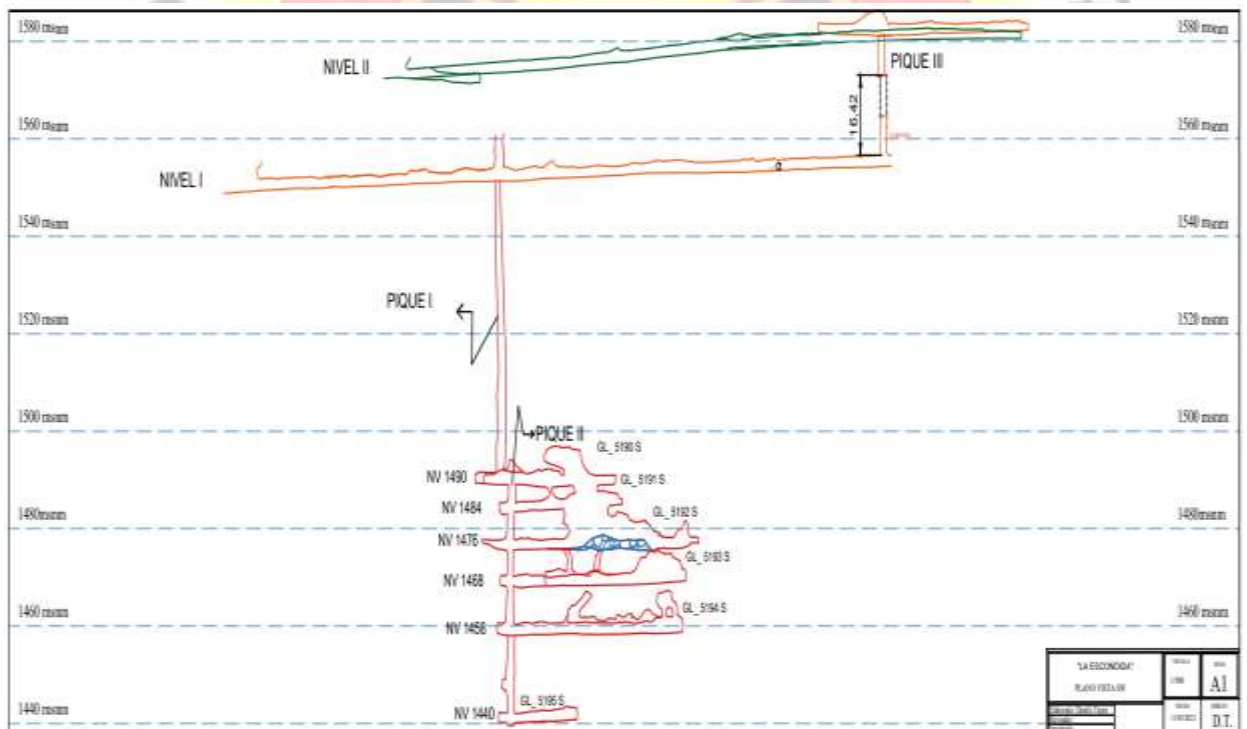
Anexo N° 3: Gráficos de labores de la Empresa Minera La Escondida

Gráfico de las labores – vista de planta



Fuente: Mina La Escondida – Área de planeamiento

Gráfico de las labores – vista de perfil



Fuente: Mina La Escondida – Área de planeamiento

Anexo N° 4: Manual de organizaciones y funciones

INTRODUCCION.

El Manual de organización y funciones (MOF) es el documento normativo básico que expresa en detalle la estructura orgánica y describe la organización, así como las interrelaciones del Directorio y Gerencia General con los órganos de la línea de asesoría y apoyo; identifica los grados de autoridad y de la responsabilidad de los encargados de la Dirección de cada uno de los Departamentos de nuestra empresa. La Gerencia y jefes de Unidad de la empresa son responsables de divulgar y mantener actualizado el contenido de este Manual de Organización y Funciones (MOF) al personal asignado a su unidad, bajo su supervisión estableciéndose un canal permanente de comunicación, con el propósito de que cada persona que ocupa un cargo o puesto, tenga pleno conocimiento de la función que cumple y lo que significa en la consecución de los objetivos y planes. En este sentido, se ha previsto que cada Oficina (Área), cuente con un ejemplar completo de este documento. El presente manual describe la organización interna de la empresa y las funciones de cada uno de sus niveles jerárquicos y por ello se ha estructurado de tal forma que se logre la mayor objetividad y mayor comprensión en la descripción, tanto de la estructura orgánica como de las funciones de los distintos niveles, de tal forma que cada trabajador conozca su rol dentro de la organización y desempeñe su puesto con plena responsabilidad, conociendo sus deberes y los límites de su acción, respete el nivel de competencia de los demás y contribuya con mayor eficiencia al cumplimiento de los objetivos, estrategias y planes de la empresa.

FINALIDAD

El presente manual tiene por finalidad determinar los objetivos, las relaciones, estructuras y funciones, con el propósito de delimitar las responsabilidades de los puestos y describir su naturaleza y contenido, constituyendo por ello una herramienta que debe guiar la gestión de los puestos y proveer orientación sobre los resultados esperados de quienes los desempeñen.

Proporciona información relativa a la organización, estructura orgánica, relaciones y dependencias jerárquicas, de las diferentes unidades orgánicas de la empresa, así como las funciones y responsabilidades de los niveles y cargos funcionales.

POLITICA SOBRE ORGANIZACIÓN

y debidamente aprobadas por el Directorio con el objetivo de establecer y normar adecuadamente la Estructura Orgánica, de tal forma que cada nivel las implemente y adecúe de acuerdo a las necesidades y al crecimiento de las operaciones que realice, Las principales políticas de organización que se han considerado en la elaboración del presente Manual son las siguientes:

a) Planeamiento y Actualización de la Organización

La estructura orgánica, debe responder a los objetivos y metas previstos en los correspondientes planes de desarrollo institucional, de tal forma que la organización permita su cumplimiento mediante el uso racional de los recursos: Financieros, Materiales y Humanos. La Empresa se reestructurará cada vez que sea necesario, buscando el equilibrio, estabilidad y asignación de funciones en los distintos niveles.

b) Evaluación de la Organización

La estructura orgánica y funciones en general serán evaluadas por la Gerencia con el fin de propender a una constante optimización de la funcionalidad de la Empresa.

c) Modificación de la Estructura Orgánica.

Los cambios que se produzcan en la Estructura Orgánica por efecto de la creación, modificación o supresión de unidades orgánicas, serán objeto de estudios previos de tal forma que responda a los propósitos siguientes:

- Efectiva necesidad.
- Número adecuado de personal por supervisar.
- Asignación previa de funciones específicas.
- Opinión técnica de la Gerencia.

d) Asignación de Funciones.

Las funciones del personal deberán fijarse con anterioridad a la selección y designación de la persona que ocupará un cargo, precisando los requisitos, calificación y condiciones que deberá reunir con el objeto de asegurar idoneidad con respecto a la función que cumplirá y para evitar la contratación de personal que no se adecuó a los requerimientos del puesto.

e) Límite en el tramo de Control.

El ámbito de supervisión de cada Jefe de Área o Directivo debe ser establecido en forma individual, de acuerdo con la responsabilidad de la función y con la amplitud de la actividad que desarrolla. La coordinación, el control y la obtención de adecuadas relaciones humanas dependen del grado de implementación de esta política.

f) Delegación de Autoridad.

La delegación de autoridad deberá darse en el grado necesario que permita a cada trabajador cumplir con las funciones asignadas y asumir la responsabilidad como la obligación de responder por lo que hizo o dejó de hacer.

g) Autorización y Poderes.

Las autorizaciones que se otorguen, así como la concesión de los poderes especiales, se realizarán de acuerdo con la naturaleza de la función que cada cargo en la estructura

h) Líneas de Autoridad y Responsabilidad

En la estructura orgánica diseñada se ha dado especial atención a la delegación de autoridad y responsabilidad en los distintos niveles jerárquicos establecidos de tal forma que en una unidad orgánica, los subordinados reciban órdenes y respondan ante un solo jefe.

Para tal efecto se define con claridad las funciones técnicas y administrativas de todos los jefes y Directivos que tienen personal a su cargo, precisando el Departamento u Oficina de la cual son directamente responsables.

i) Líneas de Comunicación y Coordinación.

Los canales de información y coordinación previstos en la estructura orgánica, constituyen la base de una efectiva administración de los recursos de la Empresa. La información que se necesita para tomar decisiones debe fluir con la rapidez y oportunidad que cada caso requiere a través de la coordinación que permita a los distintos niveles jerárquicos una comunicación estrecha y directa, sin que ello signifique la quiebra de la línea de autoridad formalmente establecida.

j) Separación de Funciones.

En la estructura orgánica se ha previsto la separación de las funciones incompatibles como una medida sana de control interno. Esta separación se utiliza con el objeto de que ningún cargo o unidad administrativa maneje, supervise o controle todas las fases de las transacciones u operaciones de un ciclo, eliminándose al máximo la posibilidad de cometer errores o irregularidades que alteren el curso normal de las responsabilidades.

k) Tramo de Control

En el diseño de la estructura orgánica se ha tomado en cuenta los niveles de supervisión y límite de control de acuerdo al número de subordinados que cada cargo está en capacidad de manejar con efectividad y eficiencia.

OBJETIVOS DEL MANUAL

Los objetivos a lograrse a través del presente Manual de Organización y Funciones son los siguientes:

Establecer los grados de delegación de autoridad.

Fijar la responsabilidad de los diferentes niveles jerárquicos de la Empresa.

Facilitar la coordinación y la comunicación de todos los niveles jerárquicos eliminando la duplicidad de esfuerzos, confusión e incertidumbre en el manejo de las actividades de cada nivel.
Establecer las bases de un sólido y efectivo sistema de control interno.

Servir como medio de adiestramiento y orientación permanente al personal propiciado una efectiva supervisión

ALCANCE MANUAL

Este Manual de Organización y Funciones describe la organización del, así como las funciones y responsabilidades de los niveles jerárquicos siguientes:

- Alta Dirección
- Órgano de Administración
- Órgano Ejecutivo

EL DIRECTORIO

1. Cumplir y hacer cumplir el Estatuto, las resoluciones de la Junta de Accionistas, los Reglamentos Internos y sus propios acuerdos.
2. Nombrar, supervisar y remover al Gerente, a los ejecutivos y a los trabajadores.
3. Aprobar, modificar e interpretar los Reglamentos internos, excepto los que sean de competencia de la junta de Accionistas.
4. Presentar y sustentar ante la junta de Accionistas, los estados financieros y ante el Plan de Desarrollo Anual y sus Presupuestos.
5. Aceptar la dimisión de sus miembros,
6. Aprobar el ingreso, renuncia y exclusión de los socios.
7. Apoyar las medidas necesarias y convenientes que la Gerencia proponga para la óptima realización de los fines de la empresa.
8. Adquirir, enajenar y/o gravar los bienes y derechos de la Empresa, de acuerdo a las Resoluciones de Junta General de Socios.
9. Fijar, a propuesta del Gerente, los límites máximos de los gastos para remuneraciones fijas y eventuales.
10. Aprobar en primera instancia, la Memoria y Estados Financieros al 31 de diciembre de cada año.
11. Denunciar ante la junta de Accionistas los casos de negligencia o de exceso de funciones en que incurrieran los demás órganos
12. Designar las comisiones que estime conveniente.

13. Determinar a propuesta del Gerente, los Bancos y/o instituciones Financieras con las cuales, realizará sus operaciones.
14. Poner en conocimiento de la Comisión de Fiscalización y control interno, dentro del término de la distancia, los acuerdos de cada sesión.
15. Delegar determinadas atribuciones al Gerente u otro ejecutivo mediante poder expreso.
16. Delegar al Gerente, mediante poder, la representación legal, en los casos que así lo requiera la marcha empresarial.
17. Poner a disposición de los socios, mediante los jefes de grupos, el Plan de Desarrollo Anual y sus Presupuestos correspondientes, así como la Memoria, Estados Financieros y la Información supletoria, por lo menos con OCHO (8) días de anticipación a la fecha de convocatoria y Juntas.

GERENCIA GENERAL

Ejercer la representación legal de la empresa.

Suscribe la correspondencia oficial y los actos jurídicos en los que intervenga la empresa como parte.

Supervisar el cumplimiento de los planes y programas.

Firmar todo documento que implique obligaciones de pago y contratos.

Responsable directo del manejo de la Empresa.

Ejerce, la dirección de las actividades operativas, técnicas y administrativas desplegadas por los órganos bajo su responsabilidad.

Formulación de Planes empresariales que orientan la acción de la empresa.

Proponer a la junta de accionistas los proyectos de inversión requeridos para el desarrollo de la empresa.

Establecer y revisar la estructura de la organización de la empresa y los manuales y reglamentos correspondientes.

Dirigir y Promover las comunicaciones y relaciones internas y externas de la empresa.

Establecer sistemas, planes y controles que aseguren la integridad de los activos, bienes e información de la empresa.

Elaborar y presentar al directorio la información sobre la marcha de la empresa y los resultados obtenidos.

Cumplir y hacer cumplir las directivas y acuerdos de la junta General de Accionistas.

Dirigir las reuniones con los jefes de Áreas.

Propiciar un ambiente de buenas relaciones humanas entre el personal de las diferentes áreas de la empresa.

Propiciar programas de Capacitación Constante utilizando recursos propios y de ser necesario recursos externos.

Propiciar y liderar el trabajo en equipo multidisciplinarios para el logro de los objetivos trazados
Coordinación directa con el Gerente de Operaciones y Gerente Administrativo, Contable y Financiero.

Responsable del Área de Vigilancia y Protección Interna.

Responsable del Área de Seguridad y Medio Ambiente.

Delega funciones y responsabilidades a los Gerentes de Operaciones y Gerencia de Administración, finanzas y Contabilidad.

Asistencia permanente a las reuniones de la junta, de Accionistas.

Otras funciones encargadas por la junta General de Accionistas de la Empresa.

Otras funciones y obligaciones que estén establecidas en los estatutos de la empresa.

GERENCIA DE OPERACIONES

Informa sobre el normal funcionamiento de los Servicios Contratados a Terceros (Seguridad y Vigilancia, Transporte, Alquileres de Maquinaria, etc.).

Recepciona informes de las diferentes áreas de Operaciones, del área de Mina, Geología, y Área de Servicios.

Emite y reporta informes a la Gerencia General y a la Gerencia de Administración, finanzas y Contabilidad.

Coordina permanentemente con la Gerencia de Administración, Finanzas y Contabilidad.

Otras labores encargadas por el Gerente General o la Junta General de Accionistas.

Hace cumplir todos los mandatos de los manuales de seguridad e Higiene Minera.

Está comprometido a desarrollar la actividad minera preservando el medio ambiente en todos sus aspectos.

Responsable del cumplimiento de los objetivos y programas de explotación encomendados por el gerente de operaciones.

Levantamiento de planos

Cubicar Reservas

Levantamiento topográfico de labores Mineros por día.

Es responsable de la Producción de las áreas en la Mina.

Debe cumplir con todas los mandatos de los manuales de Seguridad Minera y Salud Ocupacional.

Tiene el compromiso de desarrollar la actividad minera preservando el Medio Ambiente en todos sus aspectos.

Es responsable del cumplimiento de los objetivos y programas de explotación encomendados por el gerente de operaciones.

Planear,

Organizar, Coordinar, direccionar, Liderar y administrar el recurso humano.

Tomar toda precaución para proteger a los trabajadores, verificando y analizando que se haya dado cumplimiento a la Identificación de Peligros y Evaluación y Control de Riesgos (IPERC) realizada por los trabajadores en su

área de trabajo, a fin de eliminar o minimizar los riesgos.

Instruir y verificar que los trabajadores conozcan y cumplan con los estándares y PETS y usen adecuadamente el equipo de protección personal apropiado para cada tarea.

Informar a los trabajadores acerca de los peligros en el lugar de trabajo.

Llevar controles de acuerdo al Planeamiento a Corto y mediano plazo,

Realizar la logística de acuerdo a los requerimientos en su turno.

Ver la seguridad de todo el personal a su cargo.

Medir con índices su gestión y trabajar con planes de contingencia.

Emite y reporta informes al Residente de Mina.

Otras labores encargadas por la Residente de Mina.

Los supervisores del turno saliente deben informar por escrito a los del turno entrante de cualquier peligro y riesgo que exija atención en las labores sometidas a su respectiva supervisión. Los supervisores del turno entrante deberán evaluar la información otorgada por los supervisores del turno saliente, a efectos de prevenir la ocurrencia de incidentes, dando prioridad a las labores consideradas críticas o de alto riesgo

Anexo N° 5: Evidencia fotografía



Fotografía 1: Equipo de trabajo – Área de producción.



Fotografía 2: Campamento de la mina La Escondida.



Fotografía 3: Perforación en frentes de explotación.



Fotografía 4: Perforación en frentes de exploración.



Fotografía 5: perforación de chimeneas.



Fotografía 6: Limpieza de piques.



Fotografía 7: Creación de tolva de gruesos.



Fotografía 8: Llenado de volquete.