



UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
GEOLOGÍA Y METALURGIA



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS

TESIS

**PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRÁNEO PARA
INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA MINA
SHUNTUR - 2022**

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

PRESENTADO POR:

Bach.: LEÓN LIMAS HERMES YOSEMIN

Bach.: ROMERO ACUÑA ROSEMBER JILDER

ASESOR:

Dr. Ing. SOTELO MONTES JAVIER ENRRIQUE

HUARAZ – PERÚ

2023





UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,
GEOLOGÍA Y METALURGIA**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En la ciudad de Huaraz, siendo las dieciséis horas con quince minutos de la tarde (16:15 p.m.) del día primero de Junio del Dos mil Veintitres (01/06/23), se reunieron los miembros del jurado Evaluador nominados según Resolución Nro. 048-2023-FIMGM/D, de fecha 01 de Marzo del 2023, integrado por los siguientes Docentes: **Dr. LUIS ALBERTO TORRES YUPANQUI**, como **Presidente**; **Ing. ANTONIO MARIANO DOMINGUEZ FLORES**, como **Secretario** y el **Dr. JUAN ROGER QUIÑONES POMA**, como **Vocal**; para la sustentación de la tesis Titulada: **"PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRANEO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION EN LA MINA SHUNTUR – 2022"**, presentado por los **Bachilleres HERMES YOSEMIN LEON LIMAS** y **ROSEMBER JILDER ROMERO ACUÑA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", se procedió con el acto de sustentación bajo las siguientes consideraciones, el Presidente del Jurado calificador, invitó a los docentes, alumnos y público en general a participar en este acto; luego invitó al Secretario del Jurado calificador a dar lectura de la Resolución N° 048-2023-FIMGM/D de fecha 01 de Marzo del 2023. Acto seguido se invitó a los sustentantes a la defensa de su tesis por un lapso de veinte minutos (20), concluida con la misma, se procedió con el rol de preguntas de parte de los miembros del Jurado Calificador, finalmente se invitó al público en general a hacer abandono del Auditorium de la FIMGM por un lapso de diez (10) minutos con el propósito de deliberar la nota de los sustentantes, **ACORDANDO: APROBAR CON EL CALIFICATIVO (*)de: DIECISEIS (16)**. Siendo las diecisiete horas y diez minutos (17:10 p.m.) del mismo día, se dio por concluida el acto de sustentación.

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO DE MINAS** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la UNASAM.

Dr. LUIS ALBERTO TORRES YUPANQUI

Presidente

Ing. ANTONIO MARIANO DOMINGUEZ FLORES

Secretario

Dr. JUAN ROGER QUIÑONES POMA

Vocal

Dr. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES

Asesor

(*) De acuerdo con el Artículo 84º Reglamento de Grados y Títulos de la UNASAM, están deben ser calificadas con términos de: **APROBADO CON EXCELENCIA (19-20)**, **APROBADO CON DISTINCIÓN (17-18)**, **APROBADO (14-16)**, **DESAPROBADO (00-13)**.

Nota: Los sustentantes deberán levantar las observaciones realizadas por el Jurado Calificador



UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,
GEOLOGÍA Y METALURGIA




ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

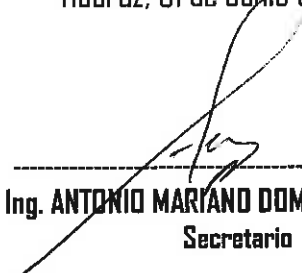
Los Miembros del Jurado, luego de evaluar la tesis titulada: **"PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRANEO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION EN LA MINA SHUNTUR – 2022"**, presentado por los Bachilleres HERMES YOSEMIN LEON LIMAS y ROSEMBER JILDER ROMERO ACUÑA, y sustentada el día 01 de Junio del 2023, por Resolución Decanatural N° 048-2023-FIMGM/D, la declaramos CONFORME.

En consecuencia queda en condiciones de ser publicada.


Huaraz, 01 de Junio del 2023



Dr. LUIS ALBERTO TORRES YUPANQUI
Presidente



Ing. ANTONIO MARIANDO DOMINGUEZ FLORES
Secretario



Dr. JUAN ROGER QUIÑONES POMA
Vocal



Dr. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES
Asesor

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

PLANEAMIENTO DE MINADO SUBTERRÁNEO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA MINA SHUNTUR - 2022

Presentado por: LEON LIMAS HERMES YOSEMIN//ROMERO ACUÑA ROSEMBER JILDER

con DNI N°: 48243743//74951362

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero de Minas

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : 23% de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pregrado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje		Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado		
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 12/09/2023


 FIRMA

Apellidos y Nombres: SOTELO MONTES JAVIER ENRRIQUE

DNI N°: 31601882

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

DEDICATORIA

*A mis padres Demetrio León, Juana Limas
por su apoyo incansable e incondicional; a
mis hermanas Rosa, Santa y a la persona
que fue mi inspiración.*

*Esta tesis se la dedico a Dios quién supo
guiarme por el buen camino, darme fuerzas
para seguir adelante y no rendirme ante los
problemas que se presentaban, enseñándome a
encarar las adversidades sin perder nunca la
dignidad ni desfallecer en el intento.*

*A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.
Para mi madre por su constante apoyo,
consejos, comprensión, amor, ayuda en los
momentos difícil, y por ayudarme con los
recursos necesarios para estudiar. Me han
dado todo lo que soy como persona, mis
valores, mis principios, mi carácter, mi
empeño, mi perseverancia, mi coraje para
conseguir mis objetivos.*



AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por la vida, a mi alma mater Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo por haberme permitido estudiar la carrera de Ingeniería de Minas en la Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Metalurgia. De la misma manera mi infinito agradecimiento a los docentes de la mencionada facultad que influyeron en mi formación profesional impartiendo sus amplios conocimientos de la minería.

Quiero Agradecer a mi Asesor al Dr. Ing. Javier Enrique Sotelo Montes por su apoyo en la en la Elaboración de este Trabajo de investigación; gracias También por sus enseñanzas, ideas y conocimientos compartidos.

Hermes Yosemin

“A mi tutor por el tiempo dedicado y los conocimientos brindados.

A mi madre por la vida y por enseñarme a vivirla.

Por último, pero no por eso menos importante a todos mis familiares, amigos y en especial para una persona que me motivo a lograr mis objetivos.”

Rosember Jilder

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo general Realizar el planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la mina Shuntur para el año 2022. La metodología empleada será el método deductivo donde el proceso de los conocimientos se inicia por la observación de fenómenos de carácter general con el propósito de llegar a conclusiones particulares contenidos explícitamente en la situación general. Se justifica porque el planeamiento es un documento técnico que desarrolla un programa anual de trabajo donde se detallan las actividades mineras a ejecutarse en el corto y largo plazo, dependiendo de las cantidades de reservas probadas y probables, la misma que han sido calculadas y cubicadas durante la etapa de exploraciones mineras. Con el planeamiento de minado subterráneo a corto plazo, se seleccionara y diseñara el método de explotación con sus operaciones unitarias de perforación, voladura, sostenimiento transporte y acarreo. Los resultados más importante fueron: que para realizar el planeamiento de minado en la mina Shuntur primero se debe realizar el programa de producción, en base a las reservas y capacidad operativa de la mina (Equipos y personal técnico), y con el $VAN = 519,244.81 > 1$ y el $TIR = 21\% > 17\%$, Se determina que el proyecto es viable con el incremento de producción de 300 TM/día a 342 TM/día. Se concluyó que se realizó el planeamiento de minado subterráneo el cual incremento la producción de 300 TM/día a 342 TM/día en la mina Shuntur, unidad minera Señor de los Milagros para el año 2022.

PALABRAS CLAVES

Planeamiento de minado subterráneo, incrementar la producción, mina Shuntur, año 2022.

ABSTRACT

This research paper its general objective is to carry out underground mining planning to increase production at the Shuntur mine by 2022. The methodology used will be the deductive method where the knowledge process begins by observing general phenomena with the purpose of reach specific conclusions explicitly contained in the general situation. It is justified because planning is a technical document that develops an annual work program detailing the mining activities to be carried out in the short and long term, depending on the amounts of proven and probable reserves, which have been calculated and measured during the stage of mining explorations. With short-term underground mining planning, the mining method will be selected and designed with its unit drilling, blasting, sustaining, transport and hauling operations. The most important results were: that to carry out the mining planning in the Shuntur mine, the production program must first be carried out, based on the reserves and operating capacity of the mine (Equipment and technical personnel), and with the $NPV = 519,244.81 > 1$ and the $IRR = 21\% > 17\%$, It is determined that the project is viable with the increase in production from 300 MT / day to 342 MT / day. It was concluded that underground mining planning was carried out, which increased production from 300 MT / day to 342 MT / day at the Shuntur mine, Señor de los Milagros mining unit by 2022.

KEYWORDS

Underground mining planning, increase production, Shuntur mine, 2022.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPITULO I.....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 Entorno Físico.....	1
1.1.1. Ubicación y acceso.	1
1.1.2. Fisiografía.	2
1.1.3. Clima y vegetación.	2
1.2 Entorno Geológico.....	2
1.2.1. Geología regional.....	2
1.2.2. Geología local.	5
1.2.3. Geología estructural.....	8
1.2.4. Geología económica.....	9
CAPITULO II.....	12
FUNDAMENTACIÓN	12
2.1. Marco Teórico	12
2.1.1. Antecedentes de la investigación Armendáriz.....	12
2.1.2. Fundamentación teórica.....	19
2.1.2.1. Planeamiento de minado	19
2.1.2.2. Planificación Minera	21



2.1.2.3. Escenarios de Planificación	24
2.1.2.4. Niveles de Planificación.....	25
2.1.2.5. Horizontes de Planificación	30
2.1.2.6. La misión empresarial en minería	32
2.1.2.7. Maximización de la Recuperación del Yacimiento	33
2.1.2.8. Maximización de la permanencia en el Negocio Minero.....	33
2.1.2.9. Maximización del Valor Presente Neto	34
2.1.2.10. Objetivos De La Planificación	35
2.1.2.11. Planeamiento de minado subterráneo	37
2.1.3. Definición de Términos	39
CAPITULO III	44
METODOLOGÍA.....	44
3.1. El Problema	44
3.1.1. Identificación y selección del problema.	45
3.1.2. Formulación del Problema.....	45
3.1.2.1. Formulación del problema General.....	45
3.1.2.2. Problemas específicos.....	45
3.1.3. Objetivos de la investigación	46
3.1.3.1. Objetivo General.....	46
3.1.3.2. Objetivos Específicos.....	46
3.1.4. Justificación.	46
3.1.5. Importancia.....	47
3.1.6. Limitaciones.....	47
3.1.7. Delimitación de la Investigación.	47
3.1.8. Alcances.....	47



3.2.	<i>Hipótesis</i>	47
3.2.1.	Hipótesis General.....	47
3.2.2.	Hipótesis específicas.....	48
3.3.	Variables	48
3.3.1.	Operacionalización de las variables.....	48
3.4.	Diseño de la investigación.	49
3.4.1.	Tipo de investigación.....	49
3.4.2.	Nivel de la investigación.....	50
3.4.3.	Diseño de investigación	50
3.4.4.	Método	50
3.4.5.	Población y muestra.....	50
3.4.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	51
3.4.7.	Forma de tratamiento de los datos	52
CAPITULO IV		53
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		53
4.1.	Descripción de la realidad y procesamiento de datos	53
4.2.	Planeamiento de minado subterráneo para la mina Shuntur - 2022	53
4.1.1.	Aspectos geológicos.....	54
4.1.1.1.	Geología general	54
4.1.1.2.	Geología local	55
4.1.1.3.	Geología estructural	58
4.1.1.4.	Geología económica.....	59
4.1.2.	Programa de rotura de mineral y desmonte	62
4.1.2.1.	Avance del Programa de Trabajo Ejecutado año 2019.....	62

4.1.2.2. Programa de Trabajo a Ejecutar en el año 2022	63
4.1.3. Elección del método de minado	63
4.1.3.1. Propiedades Físicas de los Cuerpos Mineralizados	63
4.1.3.2. Diseño de Minado con Perforación de Taladros Largos (Sub Level Stopping).....	64
4.1.3.3. Consideraciones para la aplicación del método de taladros largos ..	66
4.1.4. Programa anual de rotura de mineral y desmonte año 2022.....	68
4.1.4.1. Avance de Labores de Desarrollo y Preparación.	70
4.1.4.2. Especificaciones Técnicas de Perforación de Galerías, Cruceros y Ventanas.....	71
4.1.4.3. Especificaciones Técnicas de la Perforación de Rampa	73
4.1.4.4. Aspectos Técnicos de la Perforación de Chimeneas.....	76
4.1.4.5. Descripción del programa de trabajo	77
4.1.4.6. Explotación de Tajeos	78
4.1.4.7. Especificaciones Técnicas de perforación y Voladura de Block Mineralizados	79
4.1.4.8. Voladura Secundaria	80
4.1.4.9. Consumo total de Explosivos y Accesorios de Voladura	82
4.1.4.10.Total Explosivos y Tonelaje	83
4.1.4.11.Total Explosivos y Accesorios de Voladura a Solicitar.....	84
4.1.5. Estructura de costos para la unidad minera Señor de los Milagros	85
4.3. Discusión de resultados	91
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

ANEXOS	97
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIAS.....	98
ANEXO N° 02: PLANO DE UBICACIÓN DE LA MINA SHUNTUR	99



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Acceso la mina Shuntur.	1
Tabla N° 2: Reservas de mineral mina Shuntur al 30 de Diciembre del 2022	11
Tabla N° 3: Operacionalización de las variables.....	49
Tabla N° 4: Reservas probadas en la Zona señor de los : Milagros.	61
Tabla N° 5: Programa de Trabajo Ejecutado en el Año 2019.	62
Tabla N° 6: Programa de Trabajo a Ejecutar en el Año 2022	63
Tabla N° 7: Parámetros y Características Físicas del Cuerpo	67
Tabla N° 8: Aspectos Técnicos de la Perforación de Galerías, Cruceros y Ventanas.....	72
Tabla N° 9: Aspectos Técnicos de la Perforación de Rampa.	74
Tabla N° 10: Aspectos Técnicos de la Perforación de Chimeneas.	76
Tabla N° 11: Producción de Desmote 2022.	77
Tabla N° 12: Blocks Programados Año 2022 (Cuerpo Mesa).	78
Tabla N° 13: Especificaciones Técnicas Taladros de Producción	79
Tabla N° 14: Especificaciones Técnicas para voladura secundaria	81
Tabla N° 15: Requerimiento de Explosivo y Accesorios para el Año 2022.	83
Tabla N° 16: Total Explosivos y Tonelaje.	84
Tabla N° 17: Total Explosivos y Accesorios de Voladura a Solicitar.	85
Tabla N° 18: Estructura de costos para la unidad minera Señor de los Milagros.	86
Tabla N° 19: Análisis considerativos.	87
Tabla N° 20: Parámetros considerativos.	87
Tabla N° 21: Análisis del punto de equilibrio.	88



Tabla N° 22: Flujo de caja económico mensual..... 90



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Niveles de planificación.	30
Figura N° 2: Taladros en abanicos.	65
Figura N° 3: Taladros Largos en Paralelo.	66
Figura N° 4: Sección típica de perforación de taladros largos.	67
Figura N° 5: Malla de Perforación Estándar Sección 3.5x3.5.....	73
Figura N° 6: Malla de Perforación Sección 4.5 x 4.0 (Rampa).....	75
Figura N° 7: Malla de Perforación 2.5x1.5m (Chimeneas).....	77
Figura N° 8: Punto de equilibrio.	89

INTRODUCCIÓN

La Tesis titulada: “Planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la mina Shuntur para el año 2022”; se elaboró con el propósito de optar el título profesional de ingeniero de minas en la universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Facultad de ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia, escuela profesional de ingeniería de minas.

El planeamiento de minado subterráneo es de suma importancia, tanto para la producción, seguridad y costos; parámetros cuya interacción determinan la rentabilidad de una empresa; es un documento Técnico que se elabora para estimar las cantidades de Explosivos y Accesorios de Voladura que se utilizarán para avanzar labores de desarrollos y preparación, así como para la explotación de una estructura rocosa mineralizada dentro de un yacimiento minero. El documento desarrolla un programa anual de trabajo donde se detallan las actividades mineras a ejecutarse en el corto y largo plazo, dependiendo de las cantidades de reservas probadas y probables, la misma que han sido calculadas y cubicadas durante la etapa de exploraciones mineras.

El planeamiento de minado, diseña todas las labores mineras de desarrollos y de preparación que se van a ejecutar para delimitar los cuerpos mineralizados en Block que serán explotados aplicándose el método de explotación de Tajeo por subniveles con empleo de taladros largos. Las especificaciones técnicas de las labores mineras a desarrollar, preparar y explotar durante el año 2022, están sustentadas en el planeamiento de minado, en concordancia con la normatividad vigente a la fecha.

La tesis tiene como componentes la dedicatoria, el agradecimiento, el resumen los índices: General, de Tablas y de Figuras y la introducción y cuatro capítulos.

CAPÍTULO I, se trata sobre el entorno físico con la ubicación y acceso, la fisiografía, el clima y vegetación, se trata también el entorno geológico con la geología regional, la geología local, la geología estructural y la geología económica de la mina Shuntur.

CAPÍTULO II, trata sobre la fundamentación con el marco teórico, los antecedentes de la investigación, la fundamentación teórica y la definición de términos

CAPÍTULO III, trata la Metodología.

CAPÍTULO IV, trata sobre los resultados de la investigación, Análisis e interpretación de la información, el Planeamiento de minado subterráneo para la mina Shuntur – 2022 y la discusión de los Resultados.

Finalizando se presentan las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Entorno Físico

1.1.1. Ubicación y acceso.

La Mina Shuntur se encuentra ubicada a 72 Km. al NW de la ciudad de Huaraz, distrito de Pira, provincia de Huaraz, departamento de Ancash, a una altitud de 3,345 m.s.n.m entre las coordenadas geográficas (ver anexo N° 02, plano de ubicación de la mina Shuntur).

Latitud: 9° 26' 30" Sur.

Longitud: 77° 35' 10" Oeste

Sus coordenadas UTM son:

N: 8 941, 180.

E: 200,745.

La planta concentradora se halla ubicada en el margen izquierdo del Río Pira. El acceso a esta mina desde la ciudad de Huaraz se realiza de la siguiente manera: (Torres, 2010, p. 1).

Tabla N° 1: Acceso la mina Shuntur.

Tramo	Tipo de carretera	Distancia Km	Tiempo horas
Lima - Huaraz	Asfaltada	409	6.0
Huaraz - Pira	Afirmada	70	2.0
Pira - Mina	Trocha carrozable	2	0.1
Total		481	8.1

Fuente: Torres, 2010.

1.1.2. Fisiografía.

En el área de la mina se han identificado tres unidades fisiográficas principales: la meseta alto andina, el valle de erosión y el cañón de erosión. La meseta alto andina se caracteriza por una topografía ondulante a moderadamente empinada. La mina debido a su elevación de 4,000 msnm se encuentra en esta última unidad fisiográfica. (Torres, 2010, p. 5).

1.1.3. Clima y vegetación.

En esta parte de la cordillera de los andes, se presenta dos estaciones bien definidas, una estación húmeda entre los meses de noviembre a abril, caracterizado por precipitaciones de lluvia y granizo, donde la temperatura es de 24°C durante el día y de 10 °C durante la noche. La otra estación es seca entre los meses de mayo a octubre, donde la temperatura en el día es de 16°C y en la noche baja 7°C.

La vegetación en la zona consta de árboles de tallo alto como: eucaliptos y quenuales que crecen en las quebradas y pequeños arbustos propios de esta región. (Torres, 2010, p. 2).

1.2 Entorno Geológico

1.2.1. Geología regional.

La Cordillera Negra, está constituida mayormente por sedimentos los mesozoicos bastante plegados, encima una cobertura volcánica Cenozoica ondulada, intruídos por rocas intrusivas constituidos por granodioritas y tonalitas, que es parte del Batolito costanero.

En la zona del yacimiento, las rocas más antiguas que se tienen, son sedimentarias de edad cretácica, depositadas en ambiente marino somero, que

han sido intensamente plegadas producto de una tectónica compresiva. Luego ocurre una fase distensiva, que favoreció el desplazamiento de rocas volcánicas sub- aéreas durante el Terciario. Se tiene reconocido cuatro unidades volcánicas que han sido cortadas por brechas volcánicas e intrusiones porfiríticas sub - volcánicas.

En la cordillera negra se observa que superponiéndose a los sedimentos con fuerte discordancia angular y erosiona! se emplazan los volcánicos del Grupo Calipuy

En la cordillera negra se observa que superponiéndose a los sedimentos con fuerte discordancia angular y erosiona! se emplazan los volcánicos del Grupo Calipuy.

Estratigrafía.

Rocas Sedimentarias:

La secuencia estratigráfica es la siguiente:

- **Formacion Carhuaz - Santa (Ki-sa-ca):** La Formación Santa, es de facies marina y suprayace concordantemente o con ligera discordancia paralela a Chimú. Se compone de calizas y margas oscuras, intercaladas con lutitas negras y grises fosilíferas. Su grosor varía de 100 a 350 m. es de edad valanginiana superior. La Formación Carhuaz, es una formación mayormente continental. Consta de una espesa secuencia de lutitas arenosas , areniscas de colores parduscos a rojizos en capas finas a delgadas. Solamente la parte inferior contiene algunas intercalaciones de calizas marinas y niveles de yeso. Tiene un grosor variable desde algunos cientos de metros hasta un

máximo de 1,500 m. la edad que se le signa es valanginiana superior-aptiana.

Rocas Intrusivas:

- **Tona Lita-G Ranodiorita Pira(P-to/gd-pi):** Es una roca intrusiva que está compuesto por plagioclasa, cuarzo, horblenda, feldespato potásico, biotita, de color gris claro de textura granular, que se ha originado por la fusión de las rocas a grandes profundidades. Aflora en el área de Pira y parte de la Mina Shuntur. La presencia de feldespato potásico confirma que es una granodiorita, que en realidad existe una variación desde tonalita a granodiorita. La edad de este intrusivo es del Paleógeno de la era del cenozoico.
- **Porfido Cuarifero (P-pc):** Al oeste de la mina y en inicio de la quebrada Chacchón, existe pequeños afloramientos a manera de Stock de roca compuesto de cuarzo, diseminados en una matriz de roca más fina. La roca también es de edad paleógeno.
- **Dacitas (N-da):** Al este de la mina, en dirección de la ciudad de Huaraz, existe stocks de dacita, que es una roca efusiva, compuesto por plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, horblenda, piroxeno, de color gris claro, de grano muy fino. La edad de esta roca se le asigna al paleógeno.

Rocas Volcánicas:

- **Volcánicos Calipuy Medio (PN-ca-m):** Litológicamente consiste de una espesa serie de derrames y piroclásticos, mayormente andesíticos, dacíticos y riolíticos, estratificados en bancos medianos a gruesos de

colores grises y verdosos. Localmente contienen intercalaciones de capas delgadas de areniscas, lutitas y calizas muy silicificadas. En la zona cubre gran parte del distrito de Pira continua a lo largo de la cordillera negra. Este volcánico es del cretáceo superior - Terciario Inferior. En el área de la mina, se presentan el miembro medio y más al este el miembro superior que mayormente está conformado por derrames lávicos.

Cuaternario:

- **Depositos Morrenicos (Qpl-mo):** El afloramiento de rocas volcánicas terciarias del grupo Calipuy, hace de esta zona de notable interés, pues es conocido que estas rocas volcánicas están ligadas a fases de mineralización económica en diversas áreas. El cuaternario está constituido por depósitos aluviales y coluviales que se hallan en las quebradas, planicies y alrededor de las lagunas. (Torres, 2010, pp. 7-10).

1.2.2. Geología local.

La estratigrafía, está conformada por unidades litológicas, cuya secuencia vertical queda comprendida entre el cretáceo y el cuaternario; Dentro de ellas tenemos:

- **Grupo Santa - Carhuaz:** Esta roca es conocida en el flanco Norte del yacimiento, desde Sagitario hasta Shuntur Grande, donde se puede observar un paquete que sobrepasa los 250 metros de potencia, compuesta por horizontes delgados de calizas y lutitas silicificadas hacia el techo y por areniscas cuarcíferas en mayor volumen al piso;

El rumbo promedio local es de N 40° - 65° W y buzamiento de 40° - 50° SW, en contacto irregular con el skarn hacia el Sur.

- **Grupo Calipuy:** El grupo Calipuy consiste de rocas piroclásticas gruesas e ignimbritas de composición dacítica. La secuencia es extremadamente variable, de manera que una sección medida en cualquier localidad tiene poca semejanza a otra medida en otro lugar. La presencia de discordancias dentro del grupo Calipuy ha servido para subdividir al grupo Calipuy en diferentes unidades estratigráficas.

Fue depositado después del periodo de plegamiento, erosión y levantamiento que afectaron a las unidades cretáceas y que culminaron con una amplia superficie de erosión.

El grupo Calipuy fue emplazado sobre una superficie de erosión, y es discordante con las rocas del cretáceo inferior, esto se presenta en la zona de Milagros.

Estudios detallados en el batolito de la costa, señalan que los volcánicos del grupo Calipuy están estrechamente vinculados en edad y composición con los complejos anulares del batolito Ref.(Webb, 1976), interpretándose que el vulcanismo terciario es una manifestación superficial de las fases más jóvenes del batolito.

El rango de emplazamiento del grupo Calipuy no está bien precisado, contándose con poca información sobre edades absolutas, una de ellas es una edad K – A de 52.5 MA. La edad tope del grupo Calipuy es desconocida, aunque se sabe que esta fase de vulcanismo

cesaba con el inicio de la deformación compresiva del Mío – Plioceno (Fase Quechua). Se han registrado edades K – Ar de 14.6 MA (Mioceno Medio).

Durante los trabajos de exploraciones en la zona de Sagitario y Milagros se determinó que el grupo Calipuy abarca un 60 % del área total y se han podido diferenciar dos unidades volcánicas: Aglomerado volcánico y Calipuy II. Las características de estas unidades son:

- **Aglomerado Volcánico:** Consiste de una secuencia de aglomerados volcánicos, intercalada con flujos volcánicos afaníticos.
- **Calipuy II:** Sobre yaciendo a las secuencias aglomerados, se encuentran expuestos horizontes de tobas y flujos volcánicos cuya composición que varía de andesitas a dacitas y se caracterizan por presentar una intensa disyunción. En algunas zonas colindantes a sagitario como San Paolo y Shuntur, se pueden apreciar a la secuencia volcánica correspondiente al Calipuy II en contacto con las secuencias aglomerados.
- **Depósitos Cuaternarios:** Los depósitos cuaternarios constituyen el material de cobertura generalmente no consolidado, distribuidos irregularmente en la zona de Sagitario, tales depósitos se han acumulado por procesos glaciares, aluviales, fluvioaluviales, y en algunos casos por fenómenos de pérdida de masa. La complejidad en los límites de estos depósitos no permite su individualización a la

escala de los mapas presentados. (Minera Shuntur SAC “UEA Shuntur”, 2022, pp. 5-6).

1.2.3. Geología estructural.

J. Wilson (1963) postuló que la cuenca peruana occidental estuvo limitada entre dos grandes bloques, uno oriental conformado por el geoanticlinal del marañón y otro occidental poco conocido, denominado como geoanticlinal de paracas por Myers (1975), cuyos remanentes se encontrarían en los macizos de Arequipa e Illescas.

Se concluye entonces que la sedimentación del paleozoico superior, triásico – jurásico, cretáceo y terciario, se desarrolló en una ambiente de fallamiento en bloques. En la cordillera negra, esta secuencia de sedimentación se encuentra afectada por un plegamiento moderado, que probablemente corresponde a una sola sub – fase tectónica, y por coincidencia, el eje cordillerano corresponde a un mega – anticlinal.

El depósito mineralizado en la UEA Shuntur, se encuentra emplazado en una caldera volcánica interior más joven ubicada en el borde noroccidental de otra caldera volcánica mayor de aproximadamente 20 KM de diámetro, la cual pertenece a un sistema regional alineado de calderas con orientación NO – SE. Este sistema de fracturamiento es susceptible de ser observado en la dirección Norte hacia las elevaciones de los cerros Shuntur y Tornontullo.

La disposición actual de las unidades volcánicas que afloran en áreas colindantes a la UEA Shuntur, está controlada por un sistema de fallas gravitacionales correspondientes a sucesivos eventos de distensión de

probable edad pliocénica, relacionada a una etapa tardía de la fase compresiva quechua de la tectónica andina.

El control estructural principal consiste de dos fallas escalonadas de mayor longitud en el área (2 KM), cuyo rumbo es de N 20° E con saltos aparentes de 120 y 60 metros. Son posteriores a la mineralización y han generado un sistema de grabens consecutivos cuyo desplazamiento tiene dirección NO – SE.

Estas fallas delimitan el área en tres bloques estructurales mayores, siendo de importancia económica dos de ellos denominados: Bloque central y Bloque Nor – Oeste.

En el bloque central, las unidades volcánicas se encuentran probablemente en su posición original con estratificación de rumbo N 30° E y buzamiento 30° - 45° SE. En este bloque se encuentran las labores mineras de la UEA Shuntur.

Localmente, se ha observado ligeros y extendidos plegamientos que corresponden a las fases de compresiones remanentes de la tectónica andina. (Minera Shuntur SAC “UEA Shuntur” , 2022, pp. 6-7).

1.2.4. Geología económica.

La cordillera negra forma parte de la cordillera occidental del norte del Perú, que a su vez forma parte de la provincia polimetálica andina, la misma que se extiende desde el norte de Chile y Bolivia hasta el Ecuador.

Tradicionalmente la cordillera negra ha sido considerada como un ejemplo de mineralización del tipo filoneano, que contienen metales bases, con asociación de minerales de Ag – Pb – Zn – Cu – Sb – Au, emplazadas a lo

largo de estructuras de cizalla de tendencia general andino NO-SE. Sin embargo, los últimos trabajos exploratorios han demostrado la existencia de yacimientos de tipo pórfido, de la asociación Cu – Mo (Pashap – Huallanca), depósitos de oro diseminado del tipo ácido sulfato (Pierina – Huaraz), lo cual indica que el segmento Lima – Trujillo del batolito de la costa a pesar de ser un complejo plutónico de alto emplazamiento, las condiciones hidrotermales han evolucionado lo suficiente como para aportar fluidos mineralizadores que han permitido la formación de cuerpos de grandes dimensiones (pórfidos, Skarn, brechas y diseminados,).

Minera Shuntur SAC Trabaja en 2 tipos de Yacimientos. La mina Sagitario presenta mineralización del tipo reemplazamiento metasomático, con concentraciones de mineral dentro de Skarn de granates marrones. La mina Milagros en cambio son brechas mineralizadas, poli mixticas con matriz silicia, junto con sulfuros económicos de cobre.

Evaluación económica:

Controles de la Mineralización:

- 1. Estructural:** En el área de la UEA Shuntur, se han observado tres sistemas principales de fracturamiento, que son parte control de la mineralización económica. Estas estructuras son guía regional en la búsqueda de nuevas estructuras mineralizadas.
- 2. Mineralogía, Alteración y Zonación:** De acuerdo a estudios petrográficos y minerográficos realizados por el Ing. Pedro Gagliufi más las identificaciones macroscópicas de campo, se han podido determinar un conjunto de especies minerales características del

depósito mineralizado. Las principales especies minerales de mena son: Calcopirita, Esfalerita, Bornita, Covelina, Galena, Bismuto, y pocos minerales oxidados de cobre como Malaquita, Crisocola.

3. **Los minerales de ganga son los siguientes:** Pirita, Pirrotina, Calcita, Marcasita, Cuarzo, Turmalina, Hematita, Goethita, Jarosita y Magnetita. Dentro de los principales minerales de alteración metasomático de Skarn, se observan: Grasularia – Andradita, Actinolita – Tremolita, Diópsido, Wollastonita, Sericita, Rutilo, Epidota y Clorita. Los calco-silicatos se encuentran esencialmente en los estratos de calizas y lutitas calcáreas, mientras en los estratos de lutitas, se ha formado Hornfels con menor contenido de mineralización económica. (Minera Shuntur SAC “UEA Shuntur” , 2022, pp. 7-8).

Tabla N° 2: Reservas de mineral mina Shuntur al 30 de Diciembre del 2022

Categoría	Poten. Mts.	Tonelaje Tms	Leyes			
			OzAg/TM	%Pb	%Cu	%Zn
Probado	4.50	300,000	5.80	2.95	0.57	7.23
Probable	4.00	300,000	4.90	2.50	0.51	6.75
Total		600,000				
Promedio	4.25		5.35	2.73	0.55	7.04

Fuente: datos estimados por los Tesistas

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Antecedentes de la investigación Armendáriz

Antecedentes Internacionales

Castillo (2018) en la tesis **“Diseño de la Planeación Minera del Libre Aprovechamiento GPL Utuana perteneciente al Gobierno Provincial de Loja”** en la tesis se desarrolla el diseño de la planeación minera a corto plazo para el área de libre aprovechamiento "GPL Utuana" código 60000506; con la finalidad de abastecer las obras públicas por aello se realiza el levantamiento topográfico y geológico que corresponden al material de lastre, para ello se realiza la caracterización del macizo rocoso que incluyó el dimensionamiento de equipos mineros, la seguridad integral en la cantera y una evaluación económica de los gastos que genera la extracción del material. Se concluyo que el yacimiento se encuentra conformada principalmente por esquistos y gneis y con presencia a su vez de dacitas de resistencia media, dando las condiciones para brindar un material con características de un lastre apto para el mejoramiento vial y su extracción pueda darse de manera mecánica. (Castillo, 2018).

Armendáriz (2016) en la tesis **“Diagnóstico para el desarrollo de una estrategia de incremento en la producción de 300 a 500 TPD en la Unidad Minera La Huiche de la compañía Baramin, S.A. de C.V.”**; la tesis tiene como objetivo general el aumento en el volumen de producción por parte de Baramin S.A. de C.V. El desarrollo de este trabajo tiene una visión

propositiva y colaborativa. Su fundamento en la teoría sobre la minería, la metalurgia, la economía, la seguridad y el ambiente, todos los elementos incluidos nacen de la comparativa entre ella y la operación, es decir, entre lo que debería de ser y lo que es, buscando que sea la mina sea una industria factible, productiva, rentable y eficiente. En la tesis las conclusiones más importantes fueron:

1. Tanto una persona como una empresa deben buscar estar siempre a la vanguardia en la medida de lo posible, pues ello nos enriquece y nos permite crecer y fortalecernos, colaborando a ser útiles a nuestra sociedad. La tendencia en minería es cambiar la imagen destructiva, despreocupada e inhumana de cómo se ejecutaron sus labores en el pasado no tan lejano, en las que las condiciones para laborar no eran idóneas, con un ambiente de trabajo muy difícil y una relación con el ambiente y la comunidad no tan grata ni amable.
2. Para ello, se necesita cambiar la cultura de la minería en sus diversos rubros y con sus diferentes actores, es decir, en el área operativa, de seguridad, ambiental, social, gubernamental considerando a los trabajadores, habitantes de la comunidad huésped, empleados, accionistas, elementos del gobierno, organizaciones no gubernamentales, etc. (Armendáriz, 2016).

Antecedentes Nacionales

Ticllasuca (2019) en la tesis **“Planeamiento de minado a corto plazo para optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.”** la tesis tiene por objetivo elaborar un plan de

minado a corto plazo para optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. se usó el método analítico, descriptivo-explicativo y fue pre experimental, la recolección de datos fue la revisión documental, se concluye que el planeamiento consistió en la estimación de los recursos minerales y reservas para la explotación, el plan de laboreo, el programa de avances, la generación de desmonte, el ciclo de minado, el plan de consumo de insumos (materiales y equipos), proyección de personal y de proveedores. Este planeamiento contribuyó a que la producción real se incremente en un 3%, los costos reales fueron US\$ 95.62/ton resultando ligeramente inferior a lo planificado de US\$ 95.91/ton. Este crecimiento de producción permitió el incremento de finos de Plata y Oro, los cuales generaron mayores ingresos por ventas de plata equivalente, generando un aumento del margen operativo bruto en US \$ 408,130. De acuerdo a la evaluación económica del plan de producción proyectado y real del 2018, se observa una mejora sustancial en el tonelaje extraído y con la consecuente reducción de costos e incremento de los ingresos. Así mismo, considerando una tasa de descuento del 12% se realizó una evaluación del flujo de caja proyectado y real generando un incremento en el Valor Presente Neto (NPV) de US \$ 630,207 y de la Tasa Interna de Retorno del 19%, incrementando la rentabilidad operativa de la Unidad Minera Pallancata. (Ticllasuca, 2019).

Saravia y Chircca (2018) en la tesis **“Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en el yacimiento Hullifero Alto Chicama - La Banda - Otuzco - La Libertad – 2017”**. El objetivo principal fue desarrollar el diseño y planeamiento de minado subterráneo del Proyecto Alto Chicama a mediano plazo, sobre tres áreas principales:

Ingeniería, Geología y Mina. Cada una de las cuales obedecen al comportamiento de sus variables, cuyos datos una vez procesados otorgan una información adecuada y oportuna para la toma de decisiones por lo tanto la ejecución del proyecto es económicamente rentable al hallar los parámetros económicos, el diseño y planeamiento de minado ayuda a mejorar los procesos de trabajo, sistema de extracción, control y evaluaciones, para mejorar el nivel producción diaria, además propone mejoras para el incremento de la producción. (Saravia y Chircca, 2018).

Condori (2015) en la tesis **“Planeamiento estratégico de minado subterráneo para vetas angostas en la mina “KAZÁN” de la compañía minera Paraíso S.A.C.”**, En la tesis se concluye que: Se determinará un planteamiento estratégico de minado subterráneo en vetas angostas a la Mina Kazán de la Compañía Minera Paraíso S.A.C. y los objetivos específicos fueron:

- ✓ Mejorar la producción de minerales mediante los planteamientos estratégicos de minado.
- ✓ Aumentar la producción mediante el planeamiento de programas de producción, asimismo obtener los ingresos por venta de mineral bajo un determinado escenario.
- ✓ Mejorar las ventas, costos e inversiones mediante el planeamiento de programas de producción.

Se aplicará la metodología científico descriptivo teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

- ✓ Establecer conclusiones y recomendaciones que se extraen a partir de este caso práctico y que son aplicables a proyectos mineros similares.
- ✓ Estada en las operaciones mineras, para conocer e internalizar los principales procesos productivos existentes.
- ✓ Desarrollo de un modelo que permite analizar la sensibilidad económica del proyecto.
- ✓ Análisis y recolección de información relevante del proceso de planeamiento de minado: especificaciones técnicas, rendimientos, costos e inversiones.

Tiene como hipótesis general: Los planeamientos estratégicos de minado subterráneo para vetas angostas en la Mina Kazán de la Compañía Minera Paraíso S.A.C. hacen que la explotación de minerales sea el esperado por lo que con este proyecto se intenta dar solución a ese problema.

Se justifica porque:

- ✓ Se garantizará la ejecución de los taladros diamantinos para confirmar el crecimiento de las reservas y aseguren la producción eficiente de la mina para los próximos dieciocho meses.
- ✓ La entrada en operación de la veta Dulce ha de tener un aumento en cuanto a la producción, incrementando del volumen inicial de 4500 Ton/mes a 6000 Ton/mes.

Las conclusiones importantes fueron:

- ✓ Las reservas y recursos minerales calculados hasta el momento, aseguran la vida de la mina para los próximos 18 meses. La ejecución

de taladros diamantinos podrían confirmar el crecimiento de las reservas.

- ✓ La entrada en operación de la veta Dulce significa un considerable aumento en cuanto a la producción, incrementando del volumen inicial de 4500 on/mes a 6000 Ton/mes.
- ✓ El método de minado más adecuado es el de corte y relleno; debido principalmente, a que se tiene una mayor selectividad, aspecto fundamental dada la potencia de las vetas en mina Esperanza (promedio: 0.52 m). (Girón, 2015).

Antecedentes locales

Huerta (2020) en la tesis “Planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la unidad minera Mallay Compañía de Minas Buenaventura S.A. 2018” la tesis tiene por objetivo fundamental de la presente tesis es la de realizar el planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción unidad minera Mallay Compañía de Minas Buenaventura. La profundización de la Unidad minera Mallay para incrementar la producción y las reservas mineras requiere del planeamiento de minado subterráneo para cumplir con el objetivo principal de incrementar la producción. Se concluyó que el planeamiento de minado aplicado para efectos de esta tesis podemos apreciar que se comienza con la explotación minera de 1,100 TM/Día en el primer día del mes de enero del 2018 y llegando al mes de diciembre del mismo con una producción diaria de 2,500 TM/Día, lo que haría que se cumpliría con el planeamiento de minado de corto y mediano plazo. (Huerta, 2020).

León (2017) en la tesis **“Planeamiento de minado subterráneo para optimizar la rentabilidad económica de la unidad minera San Hilarión de compañía minera Virgen de la Merced S.A.C – 2017”**, el objetivo general Realizar el planeamiento de minado subterráneo para optimizar la rentabilidad económica de la Unidad Minera San Hilarión de Compañía Minera Virgen de la Merced S.A.C. Tiene como hipótesis general: El planeamiento de minado subterráneo optimizara la rentabilidad económica de la Unidad Minera San Hilarión de Compañía Minera Virgen de la Merced S.A.C. Se justifica porque: El presente trabajo de investigación de tesis, tiene como fin optimizar la rentabilidad económica de la Unidad Minera San Hilarión, a consecuencia de los altos precios de los metales y la producción a menor escala que se produce de las operaciones convencionales en mina. Con el planeamiento a corto plazo, se diseñara el método de explotación con sus operaciones unitarias de perforación, voladura, sostenimiento transporte y acarreo. El planeamiento de minado está en función a la geología el cálculo de reservas y demás parámetros técnicos económicos que permitirán una producción optima con bajos costos. Las conclusiones importantes fueron:

- ✓ Producto de la evaluación económica, se concluyó que el valor actual neto (VAN) del proyecto es de US\$ 1, 246,535, para una tasa de descuento de 12%, con una TIR anualizada de 71.19 % y un payback de 4.5 meses.
- ✓ Se determinó los costos de operación mina que es de 75.21 \$/TMS, costos de planta de tratamiento que es de 28.67 \$/ TMS y costos de

administración que asciende a 4.65 \$/TMS, Lo cual genera un costo total de operación de 123.34 \$/TMS. (León, 2017).

2.1.2. Fundamentación teórica

2.1.2.1. Planeamiento de minado

El planeamiento de minado es el diseño de la extracción de minerales y la programación de la producción. Es en realidad el completo planeamiento de negocios del activo existente por el cual se determinan las metas y objetivos de la empresa y la selección a través de una sistemática consideración, alternativas, políticas, programas y procedimientos, para el logro de las mismas. Este ciclo de planeamiento debe considerar necesariamente:

- ✓ Estrategia y contexto de la industria.
- ✓ Marketing (volumen, calidad y precio).
- ✓ Seguridad y cuidado del medio ambiente.
- ✓ Diseño de minado.
- ✓ Programación de la producción.
- ✓ Gerencia de la mina.
- ✓ Plan de cierre de la mina.

Los retos claves en el planeamiento de minado de hoy son:

- ✓ Maximizar el NPV de la operación con un nivel aceptable de riesgo. Involucra elaborar planes de minado que se puedan cumplir.
- ✓ Conseguir la secuencia correcta en los tiempos programados

- ✓ Mejor coordinación entre planes de largo plazo y acciones de corto plazo.
- ✓ Reducir la reelaboración de los presupuestos.
- ✓ Reducir la excesiva variación durante el proceso y en la producción.

Tipos de Planeamiento de Minado:

- a. **Planificación a corto plazo.** - La planificación de corto plazo se debe entender como el proceso operativo, mediante el cual la empresa minera entra en explotación al menor costo posible, a fin de lograr los objetivos definidos. Para cumplir con dichos objetivos, se debe realizar un programa de producción detallado, el cual debe ser bastante real y certero posible.
- b. **Planeamiento a mediano plazo.** - El planeamiento de mediano plazo es de mayor envergadura, que el de corto plazo, se habla de términos de tiempo mayores, como el caso de Pallancata un planeamiento de mediano plazo comprende de 2 a 3 años, donde se preveen los objetivos y metas a alcanzar, siendo los esquemas de trabajo más generalizados que el anterior, pero naturalmente se contempla los aspectos paramétricos del minado, tales como; metrajés de avances de desarrollo, tonelajes, leyes, costo y presupuesto.
- c. **Planeamiento a largo plazo.** - El nivel de planeamiento llega a los niveles jerárquicos altos, donde se planean estrategias

generales para optimizar sus costos, recursos, inversiones a nivel corporativo. Sin embargo en el nivel bajo (operativo) se pueden trazar esquemas de trabajo proyectados al futuro no inmediato.

El desarrollo de un plan de explotación de minas a largo plazo, tiene como propósito concentrar las estrategias para el desarrollo global del yacimiento, a través de una secuencia de excavaciones óptima orientada a señalar la dirección lógica para el agotamiento de las reservas y procurando lograr un desarrollo armónico en las operaciones mineras, en el marco de un mejor aprovechamiento, que maximice la recuperación de la mena y minimice la extracción de estéril de acuerdo a las mezclas de mineral necesarias entre los sectores involucrados en el plan de minado. (Turpo Villalba, 2014 Citado por León, 2017, pp. 17-20).

2.1.2.2. Planificación Minera

Tal como se señalará anteriormente, es el proceso de planificación, el que permite identificar y pronosticar el que hacer, de modo de alcanzar los objetivos de la empresa, junto con los presupuestos, los planes de venta, los programas de inversión, las estimaciones de recursos y otros.

Para el caso de una empresa minera, es la planificación la encargada de definir el plan minero de producción: Dicho plan identifica el origen, la cantidad y la calidad de material a beneficiar,

como también las estrategias, tiempos, y recursos requeridos para la materialización de lo programado.

Esta planificación minera debe reunir atributos de alta relevancia que es necesario asimilar, aceptar, y considerar en cada una de sus tareas constitutivas, tales atributos son:

- ✓ COHERENCIA
- ✓ SISTEMICO
- ✓ DINAMICO

El sistema de planificación minero debe ser COHERENTE, en el sentido de asegurar una plena y permanente armonía entre la estrategia de producción de corto, mediano, largo plazo y la misión empresarial.

Como consecuencia de lo anterior, los planes mineros deben constituir el camino base para acceder al objetivo del negocio, aceptando todas las restricciones técnicas y económicas que imponga el mercado, o que definan los propietarios de la empresa o finalmente las condiciones naturales del yacimiento.

El sistema de planificación minero debe ser SISTEMICO, en el sentido de aceptar que la obtención del plan minero de producción, es el resultado de variadas iteraciones y continuas retroalimentaciones que deben verificarse producto de los aportes que hagan los distintos sistemas constituyentes de la empresa. Es decir, el proceso de planificación debe entenderse como un proceso

integrador y no como una actividad técnica específica que responde exclusivamente a la problemática del área mina.

El sistema de planificación minero debe ser además DINAMICO, en el sentido de reconocer que esta tarea está soportada por las mejores estimaciones de las variables relevantes, para el mediano y largo plazo, por lo tanto resulta natural e imprescindible que la planificación esté sujeta a constantes revisiones en la medida que se disponga de mayor información.

Es indudable que cambios en los precios de los productos finales repercuten necesariamente los planes mineros de producción, por ejemplo, si se trata de una empresa que persigue la maximización del rendimiento económico de su operación, la reacción lógica frente a un aumento del precio, será aumentar la producción. Cambios en los costos, en los avances tecnológicos, en las restricciones de mercado, en las restricciones de disponibilidad de recursos, entre otros, implicarán revisión y modificación de los planes mineros de producción.

En la planificación minera coexisten distintos aspectos que tienen relación con el tipo de problema y la realidad particular de la empresa en que se insertan. Dichos aspectos, además de coexistir, están interrelacionados y son los siguientes:

- ✓ Escenarios de Planificación.
- ✓ Niveles de Planificación.
- ✓ Horizontes de Planificación. (Delgado, 2010, p. 15).

2.1.2.3. Escenarios de Planificación

Bajo este concepto se entenderá la caracterización del ambiente en que la planificación se debe desarrollar, el cual obedece al tipo de proyecto en el cual se inserta esta actividad. Así los escenarios identificables son básicamente dos:

Escenario de Proyectos Nuevos: Esta situación se verifica cuando la planificación corresponde a nuevos yacimientos para los cuales hay que desarrollar toda la estrategia en función de las restricciones técnicas y financieras; a proyectos de innovación que significan, la introducción de alguna tecnología o criterio completamente nuevo para la empresa, y a proyectos de ampliación, en los cuales se liberan restricciones operativas y debe encontrarse un nuevo nivel productivo que mejore la posición competitiva de la empresa.

Escenario de Faenas en Operación: en este caso normalmente existe una estrategia de planificación, y corresponde por ejemplo a definir cuerpos y/o sectores de reemplazo, políticas de reemplazo de equipos, de exploración y otros. En general, este escenario ofrece un marco menos flexible a la planificación, sin embargo es posible afirmar, que para todas aquellas empresas mineras que cuentan con restricciones en sus capacidades de tratamiento, al interior de sus funciones productivas (cuya planificación se inserta en este escenario), la planificación minera cumple el papel de definir el rendimiento económico global de la gestión empresarial. (Delgado, 2010, p. 16).

2.1.2.4. Niveles de Planificación

Una manera estructurada de enfocar la planificación minera es la incorporación de los Niveles de Planificación, definidos éstos en una primera instancia como planificación CONCEPTUAL y en una etapa siguiente, como planificación OPERACIONAL.

La Planificación Conceptual corresponde al delineamiento estratégico, que de manera coherente con la misión y las restricciones existentes, permite analizar y acceder adecuadamente a las grandes definiciones del negocio minero, tales como método de explotación, ritmos de producción, situación final de la explotación, entre los de mayor relevancia.

En este nivel de planificación se busca responder el qué hacer con el recurso geológico de tal modo de lograr los objetivos de la empresa y por ende enmarcarse dentro de la misión definida por ésta. El logro de los objetivos, implica un proceso iterativo, ideas preliminares, a nivel de perfil, son analizadas y un posterior proceso de evaluación conduce a rechazar algunas y a desarrollar otras, para finalmente optar por una o dos opciones para un análisis posterior más detallado.

La principal característica de esta fase de planificación minera radica en que es aquí donde se define la rentabilidad gruesa del proyecto. De hecho, las diferentes ideas vertidas tienen un grado de dispersión, en términos de rentabilidad, que es considerable y que debe ir disminuyendo en la medida que avanza la ingeniería, de lo

cual se deduce que, por lo general resulta muy conveniente gastar más tiempo en el desarrollo de buenos conceptos, que avanzar con una idea que no ha sido confrontada con otras opciones.

El producto de esta fase corresponde a la definición de macro decisiones que son controlables por el planificador y que tienen una incidencia en el objetivo planteado. Si dicho objetivo dice relación con los beneficios actualizados de la operación, entonces las variables fundamentales a definir corresponden a un grupo interrelacionados de variables decisionales que a continuación se describen:

- a. **Tamaño de la Operación.** - El tamaño de una operación minera no sólo queda definido por la magnitud de la mina, éste también depende de los procesos posteriores. El análisis del tamaño óptimo para cada una de las instalaciones, necesariamente debe analizarse desde una perspectiva global teniendo presente las inversiones, costos de operación y características de la curva Tonelaje-Ley del yacimiento. En diversas ocasiones es la disponibilidad de fondos la restricción principal, y en ese caso el problema se reduce a encontrar el tamaño óptimo económico-técnico de cada etapa productiva bajo tal restricción.
- b. **Método de Explotación.** - El método a elegir deberá presentar las mejores ventajas para el objetivo planteado. Por lo general los aspectos técnicos que controlan esta decisión han sido ampliamente difundidos, no así los factores económicos que

son los de mayor relevancia en esta etapa de planificación. La decisión de mayor importancia a este respecto es si la mina deberá ser subterránea o rajo abierto, o eventualmente cuando será conveniente permutar una inicial explotación a cielo abierto por una subterránea terminal.

- c. **Límites Finales.** - El límite de explotación es aquella frontera que define hasta donde es conveniente extender una operación minera. Para el caso de una mina a rajo abierto, este límite se conoce como rajo final, y en una mina subterránea, se le denomina usualmente envolvente final. La definición de este límite es atemporal, en el sentido de que es conveniente extraer cualquier tonelada que cubra su costo marginal independiente del tiempo en que se extrae.
- d. **Secuencia de Explotación.** - A partir de una situación inicial, es necesario conocer cuál es el mejor camino para llegar al límite final. La definición de esta secuencia implica un fuerte impacto en el valor presente del negocio, y su búsqueda es una tarea compleja que requiere de un análisis individual de opciones. La idea es ir consumiendo el depósito de manera tal que responda a los objetivos planteados en la misión definida por la empresa, cumpliendo las restricciones propias de toda explotación minera, tales como geomecánicas, operacionales, legales, entre otras.
- e. **Estrategia de Leyes de Corte.** - Una vez establecido el tamaño del complejo minero, el límite final y la secuencia de

explotación, existe una variable de decisión que afecta directamente al tiempo requerido para consumir el depósito; dicha variable es la Ley de Corte, que en esencia permite discriminar económicamente entre mineral y estéril. Una ley de corte alta implica que la proporción de mineral del depósito es baja y por lo tanto, la vida de la mina se reduce y viceversa. Entre estos dos extremos, existe una estrategia que conlleva a una maximización del beneficio actualizado. Si el modelo matemático que resuelve esta incógnita está bien formulado, la estrategia óptima por lo general, significa leyes de corte decrecientes en el tiempo, este vector en definitiva permite conocer la cantidad (tonelaje) y calidad (ley) de las reservas mineras o extraíbles.

- f. Planes Mineros de Producción.** - Bajo este concepto se debe cuantificar las necesidades de recursos humanos, físicos y financieros, que permitan materializar las metas de producción en el tiempo. También aquí se desarrollan los trabajos que permiten recomendar la estrategia de alimentación a planta, si la empresa en cuestión, tiene posibilidades de producción entre varios sectores o entre diferentes yacimientos.

Todas las variables decisionales anteriormente descritas no son independientes, sino que por el contrario tienen una relación funcional entre ellas y para su optimización es necesario recurrir a un análisis circular. Allí se tiene además las distintas fuentes de información necesarias para establecer el escenario en donde se

desarrollará este proceso de planificación. La información geológica, geotécnica, y metalúrgica constituyen una entrada esencial para el análisis de cualquier proyecto minero; el cual además se ve influenciado por una serie de variables exógenas, tales como el precio de venta del producto.

La Planificación Operacional por su parte es el conjunto de tareas que, define las soluciones de corto plazo, al generar las proposiciones que optimizan en forma permanente el concepto del negocio minero diseñado en la fase anterior.

Como aspectos relevantes de esta actividad están las constantes optimizaciones que son factibles de incorporar a toda explotación minera tales como, equipos más eficientes, optimización de infraestructura de servicios, cambios en métodos constructivos, incorporación de materiales con nueva tecnología, software más poderosos y otras. En general, en este nivel de planificación se insertan los esfuerzos que el planificador hace permanentemente por introducir modificaciones en las distintas operaciones unitarias y de apoyo, existentes en toda explotación minera, con el fin de mejorar eficiencias y costos. Lo importante de entender es que toda la actividad que en este contexto se desarrolla, está inserta en la estructuración dada al proyecto en su fase previa de planificación conceptual, y que en consecuencia, no es esperable un cambio que afecte significativamente el nivel de rentabilidad del proyecto. Esquemáticamente, la diferencia entre ambos niveles de planificación.

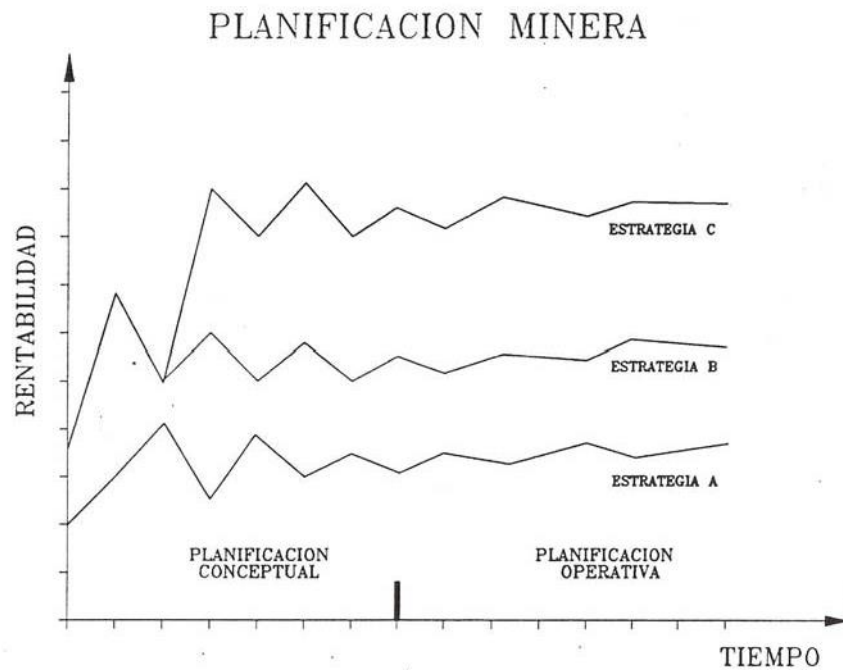


Figura N° 1: *Niveles de planificación.*
Fuente: Delgado, 2010.

Como se puede apreciar, las macro decisiones tomadas durante la planificación conceptual definen en forma gruesa la rentabilidad del negocio. Sin embargo, una vez que ya nos encontramos en una planificación operativa las decisiones pasan a ser menos influyentes en la rentabilidad. (Delgado, 2010, pp. 16-18).

2.1.2.5. Horizontes de Planificación

Bajo este concepto se entenderá lo que tradicionalmente se denomina Planificación de Largo, Mediano y Corto Plazo, hitos que históricamente han estado asociados a períodos.

La planificación de Largo Plazo es básicamente una planificación conceptual donde se establece la estrategia global de la empresa, para un horizonte superior a 5 años y que muchas veces va hasta el

agotamiento del yacimiento. Otra de sus características es que la flexibilidad que presenta para la toma de decisiones es alta, vale decir es posible introducir cambios estructurales en la concepción del negocio. Desde un punto de vista estrictamente económico el concepto de largo plazo, tiene implícito el cambio, es decir, en el caso extremo nada es fijo y permanente. De acuerdo a lo anterior, en el proceso de planificación de Largo Plazo debieran liberarse gran parte de las restricciones que se verifican en el Corto y Mediano Plazo

Como Mediano Plazo se entiende comúnmente aquella actividad de planificación cuyo horizonte abarca de uno a cinco años, dependiendo del tamaño de la operación y/o las políticas de la empresa. Esta actividad se inserta en la planificación de largo plazo, en el contexto de lograr cumplir con la estrategia allí delineada, siendo la base de la estimación y evaluación económica de la empresa, puesto que las decisiones que se adopten para este horizonte, tendrán una flexibilidad a los cambios limitada.

Es así como es común entender el **Corto Plazo**, como aquella **actividad de planificación cuyo horizonte es un año o menos**, por lo que su detalle y concepción está fuertemente condicionado por la realidad contingente de la faena o proyecto, y corresponde a un detalle de todas las actividades que se desarrollan en el año. Es frecuente que la revisión de estos planes sea trimestralmente. Evidentemente el marco de referencia de esta planificación lo constituye el Mediano Plazo. (Delgado, 2010, pp. 18-19).

2.1.2.6. La misión empresarial en minería

La misión empresarial, la cual forma parte integral del sistema de administración racional de una empresa, se constituye como la base que guía todos los esfuerzos para el logro de los objetivos delineados al interior de ésta. Tal logro de objetivos se obtiene mediante una relación funcional entre la misión empresarial y los demás subsistemas involucrados, es decir, decisión, planificación, organización, dirección y control.

Al estar claramente definida la misión u objetivo de la empresa, y además los criterios de planificación fusionados con tal función objetivo, entonces es posible intuir que, los planes mineros desarrollados estarán concebidos de modo tal de cumplir con la misión empresarial.

"CUANDO NO EXISTE UNA MISION, TODOS LOS CAMINOS SIRVEN"

De acuerdo a distintas misiones, en distintas empresas e incluso al interior de una misma empresa, es obvio que se planificará con criterios económicos diferentes, lo cual redundará en planes mineros diferentes.

Dentro del negocio minero, la gestión de planificación se ha desarrollado fundamentalmente en base a tres misiones empresariales típicas, las cuales se detallan a continuación. (Delgado, 2010, p. 19).

2.1.2.7. Maximización de la Recuperación del Yacimiento

Esta misión induce a beneficiar todo material, que al menos pague sus costos marginales de tratamiento. El impacto de esta misión dentro del proceso de planificación minera, se traduce en los siguientes conceptos:

Mineral es todo material cuyo costo marginal de tratamiento es menor o igual a su ingreso marginal. Tal definición permite definir una ley de corte fija en el tiempo.

El raciocinio utilizado en la definición de mineral, no incluye consideraciones que permitan mejorar el rendimiento económico del negocio, al considerar y valorizar las restricciones de capacidad, como un costo de oportunidad.

Las secuencias de explotación, privilegian aspectos operacionales de producción y extraen el máximo de material desde diferentes sectores con leyes mayores o iguales a la ley de corte establecida. (Delgado, 2010, p. 19).

2.1.2.8. Maximización de la permanencia en el Negocio Minero

En tal misión, tras un análisis de perspectivas de costos de productores competitivos, se define un nivel mínimo que aceptará la operación productiva. En base a este costo, es factible discriminar entre mineral y estéril; a dicho costo, se le denomina Costo de Corte. En consecuencia, esta misión genera el siguiente supuesto dentro del proceso de planificación minera:

Mineral es todo material cuyo costo marginal de producción es menor o igual que el Costo de Corte prefijado. También es posible razonar a través de una ley de corte, pero cuyo beneficio marginal es positivo y fijado con anterioridad por la unidad de planificación.

Esta metodología, basada centralmente en los costos de producción, no considera la pérdida en que se incurre en aquellos escenarios en que el precio del producto en cuestión se sitúa muy por encima del Costo de Corte prefijado.

La metodología, además, no considera el concepto valor del dinero en el tiempo en la definición de mineral: por lo tanto, no pondera económicamente el obtener flujos monetarios en distintos tiempos. (Delgado, 2010, pp. 19-20).

2.1.2.9. Maximización del Valor Presente Neto

Esta misión estructura la planificación minera tras una meta de intentar lograr el mejor rendimiento económico actualizado del negocio minero. Tal rendimiento económico se obtiene cuando la planificación minera envía a proceso el mejor material, y deja en stock o in situ el material que hace disminuir la renta actualizada del negocio.

La definición del mejor material y por lo tanto, lo que es mineral, está asociado a un Costo de Oportunidad, el cual es equivalente a reconocer el valor del dinero al interior del proceso de planificación minera.

Al definir que un material va a proceso, no basta con constatar que su renta marginal sea positiva, además es necesario probar que su renta es superior al costo de postergar el resto del yacimiento, por un tiempo equivalente al que demanda el tratamiento del material en análisis.

De acuerdo a los conceptos antes enunciados para la presente misión, tendremos que mineral es todo material que tras su proceso de beneficio, hace incrementar el valor presente de los flujos monetarios del negocio en cuestión.

De lo anunciado resulta evidente la importancia de la misión, puesto que ésta por sí sola guiará todo el proceso de planificación. Es importante destacar sí, que sólo la última misión se fundamenta en una racionalidad económica más rigurosa y consistente con la misión empresarial observada en otros rubros de la economía, además es la que actualmente motiva a la mayoría de las empresas del rubro minero. (Delgado, 2010, p. 20).

2.1.2.10. Objetivos De La Planificación

El planeamiento de minado es una actividad orientada al futuro, cuyo propósito fundamental es proyectar la vida de una mina a lo largo del tiempo; no solo en una dirección, si no buscando nuevos caminos y adaptando su existencia a de los sistemas donde vive.

El Planeamiento de Minado, debe de servir de fuerza impulsora, un plan para cumplir su objetivo debe:

1. Describir acciones y resultados
2. Servir como vehículo formal de coordinación.

Objeto de la Planificación. - La planificación es una actividad orientada al futuro, y cuyo propósito fundamental es proyectar la vida de la empresa minera a lo largo del tiempo, no solo en una dirección, que sería la actual. Sino buscando nuevos caminos y adaptando su existencia a la de los sistemas de los cuales vive.

Desarrollar los conceptos de planeamiento aplicados a la industria minera subterránea que permita entender el negocio minero en su conjunto y asimismo, discutir los principales aspectos técnicos y económicos que determinen la viabilidad y valor de una operación minera subterránea.

En una empresa minera la necesidad de planificación y de aquello que se pretende se expresa a través de los siguientes objetivos:

- ✓ La planificación debe servir de fuerza impulsora de la actividad empresarial a todos los niveles, en las operaciones de los subsistemas de la empresa.
- ✓ La planificación y el control deben formar el par regulador que permite adaptar el sistema a su medio, para mantener su equilibrio correcto.

- ✓ La planificación busca maximizar el beneficio de las oportunidades futuras de la empresa, a través de la previsión de medios y presupuestos económicos.
- ✓ La planificación debe coordinar la acción de los miembros de la empresa en el cumplimiento de las funciones empresariales de producción, finanzas, comercialización, mantenimiento, personal, comunicaciones y relaciones comunales.

Ciclo de planeamiento. - Las etapas son:

1. Establecimiento de las predicciones.
2. Especificación previa de los objetivos
3. Establecimiento de líneas de acción alternativas.
4. Elección de la mejor alternativa posible.
5. Especificación y asignación definitiva de objetivos.
6. Incorporación al sistema de control. (Lobe, 2017)...

2.1.2.11. Planeamiento de minado subterráneo

El plan de minado requiere plantear una serie de actividades, que puede ser mensual, anual, que comprende entre otras los límites de exploración, desarrollo, preparación, explotación y beneficio del proceso, y otras actividades inherentes. Debe existir metodología de trabajo, parámetros de trabajo, equipos, personal

capacitado, medidas de seguridad y salud ocupacional, posibles impactos en el alrededor, medidas a tomar ante estos posibles eventos, cuantificando las metas a alcanzar. El plan de minado, deberá considerar los riesgos potenciales, en cada uno de los procesos operativos como son: ventilación, perforación, voladura, limpieza, transporte, mantenimiento de vías entre otros.

Pero además tendrá que contar con estudios sobre hidrogeología, geotecnia, geomecánica, hidrología, estabilidad de taludes. Los estudios geomecánicos serán establecidos en laboratorios calificados de mecánica de rocas. Para los trabajos de minado las tablas geomecánicas deben ser actualizadas cada mes o caso menor si esta lo amerita.

Se deberán publicar dentro del ámbito subterráneo las tablas, los planos geomecánicos que indiquen la calidad del sostenimiento de rocas, dimensionamiento estándares de las labores, procedimientos de trabajo seguro, PETS para las actividades unitarias del proceso de minado.

El RSSOM precisa que los estudios tienen que ser visados por ingenieros titulados, colegiados y habilitados. Se deberá implementar los procedimientos de trabajo, también para los trabajos de alto riesgo. Debe recordarse que el plan de minado, y los documentos que lo sustentan, listos para el uso por los diversos departamentos de seguridad y otro afín. (Lobe, 2017)

2.1.3. Definición de Términos

Los siguientes términos fueron extraídos de la tesis titulada Planificación y diseño del tajo 2 de la veta Esperanza 2 EN el NV 3 de la minera Huinac SAC Usando el MS PROJECT 2013 del ingeniero Marco Ocampo Enrique.

✓ **Planeamiento:**

- a. **Nolberto Munier:** “Por planeamiento se entiende la labor de especificar cuáles son las tareas que intervienen en un proyecto, su duración en días, semanas o la unidad de tiempo que convenga y como están interrelacionadas entre sí todas las tareas y su secuencia”.
- b. **Velásquez Mastretta:** “Planear es definir los objetivos determinar los mejores medios para alcanzarlos. Es analizar los problemas en forma anticipada, planeando posibles soluciones e indicando los pasos necesarios para llegar eficientemente a los objetivos que la solución elegida señala. Planeamiento implica examinar el futuro, tratar de cuantificar y calificar el riesgo, la incertidumbre y prepararse para hacer frente a los problemas que se derivan”.
- c. **Ackoff:** “El Planeamiento es un proceso de toma de decisiones y se deben considerar los siguientes aspectos fundamentales:
 - **El Planeamiento es una toma de decisiones por anticipado:** Es el proceso que determina que hacer y cómo hacerlo, antes de que se requiera la acción.

- **El Planeamiento:** es un sistema de decisiones que surge cuando el estado futuro que se desea alcanzar implica un conjunto de decisiones interrelacionados.
- **El Planeamiento:** es un proceso que se dirige a producir un estado que se desea y que no puede alcanzarse a menos que antes se emprenda la acción correcta.

Además; el planeamiento pretende evitar futuras acciones incorrectas; como reducir pérdidas de oportunidades.

✓ **Planeamiento de Mina:** También el planeamiento de mina es una actividad orientada al futuro, cuyo propósito fundamental es proyectar la vida de una mina a lo largo del tiempo; no solo en una dirección, si no buscando nuevos caminos y adaptando su existencia a la de los sistemas de los cuales vive. En una Mina, la necesidad del Planeamiento; se expresa a través de los siguientes objetivos:

1. El Planeamiento de Minado debe servir de fuerza impulsora de la actividad minera, a todos los niveles, trazando el camino a seguir, en las operaciones en cada uno de los subsistemas de la Mina.
2. El Planeamiento de Minado y el control debe formar como el regulador que permite adaptar el sistema a su medio, dentro de los márgenes que le son exigidos para mantener su equilibrio correcto.

3. El Planeamiento de Minado busca maximizar el beneficio de las oportunidades futuras de la Mina, a través de la previsión de medios y presupuestos económicos.
 4. El Planeamiento de Minado debe coordinar la acción de los miembros de la Mina en el cumplimiento de las funciones empresariales de producción, finanzas, comercialización, mantenimiento, personal, comunicaciones, etc.
- ✓ **Planificación:** Es la manera anticipada cómo debe proyectarse las diferentes fases de una operación para lograr los objetivos propuestos; además, es determinar el modo de actuar antes de operar, para lograr las metas deseadas, naturalmente el planeamiento debe ser compatible con las normal y políticas establecidas por la Empresa. La planificación comprende tres partes:
- a. **Determinación de objetivos.**

Cuyas características fundamentales deben ser:

 - Exacto y preciso.
 - Razonable y alcanzable.
 - Compatible con los objetivos generales de la Empresa.
 - b. **Bosquejo de los procedimientos**
 - Cómo debe ejecutarse el trabajo o el objetivo que se ha señalado.
 - Con qué medios se tiene que trabajar. Recursos, hombres, máquinas, equipos y herramientas.

- Cuando se tiene que realizar (todo en función del tiempo).
- Dónde se tiene que realizar (nivel, tajeos, nombre de la mina).
- Quienes tienen que realizar.

c. Asignación de Responsabilidades y Autoridades

- Para que puedan realizar el trabajo es necesario que tengan la responsabilidad y la autoridad correspondiente.
 - La Responsabilidad es la obligación que tiene una persona de realizar un trabajo dado o encomendado por un superior.
 - Cada persona tiene cierta responsabilidad, en mayor o menor grado, conforme al lugar que ocupa en la organización.
 - La responsabilidad no se delega.
 - La Autoridad es el derecho que tiene alguien para ordenar la ejecución de un trabajo a otra persona.
 - La Autoridad y la Responsabilidad están bien ligadas de modo que si alguien requiere de otra persona para la realización de un trabajo encomendado es porque tiene autoridad.
- ✓ **Control:** Consiste en procurar que todo se desarrolle de acuerdo al programa establecido y comprende.

- Control Inicial. Consiste en la comprobación de que los hombres, máquinas, equipos a utilizar y los tiempos establecidos para cada fase de operación, estén bien programados. Que los cálculos estén bien establecidos, para cada ciclo de trabajo.
- Control Procesal. - Consiste en la comparación de resultados que se van obteniendo con la programación durante el planeamiento.
- Control final. - Consiste en la comparación de metas obtenidas con las metas programadas, el que comprende:
 - Control de cantidad. - (Tonelajes programadas de Mina y Planta Concentradora).
 - Control de costos. - (costo de tonelaje que sale de la Mina y el costo de tonelaje de tratamiento en Planta). (Ocampo, 2018).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. El Problema

El Planeamiento y Control de la Producción en la mina Shuntur, se aplica para lograr las metas u objetivos trazados por la empresa minera y ello va depender del tipo de organización con que cuenta la empresa minera. La mina Shuntur a nivel de pequeña minería, cuenta con las siguientes áreas: Departamento de Geología, Área de Ingeniería Mina, Planta concentradora, mantenimiento, Área de seguridad, Logística, relaciones comunitarias, Contabilidad, y área de Entrenamiento. El planeamiento de producción tiene que hacerse a corto, mediano y largo plazo y recae en el área de ingeniería, Mina.

El Planeamiento y Control de Producción en Operaciones Mineras, es una herramienta fundamental que se aplica, para lograr los siguientes objetivos:

- ✓ Cumplimiento de los estimados de producción o producir para cubrir la capacidad de la planta concentradora.
- ✓ Detectar oportunamente las áreas críticas, para dar solución inmediata.
- ✓ Reducción de costos.
- ✓ Incrementar la producción, de acuerdo a las necesidades de la unidad.
- ✓ Incrementar las labores de desarrollo, con el consiguiente aumento de reserva de la unidad.
- ✓ Una coordinación efectiva entre el personal del área productiva, al intercambiar diariamente su experiencia en la solución de problemas y

cumplimiento de metas, los que incentivan a realizar un verdadero trabajo de equipo. (De La Cruz, 1999).

3.1.1. Identificación y selección del problema.

En la mina Shuntur la necesidad del cumplimiento del planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en el año 2022, debe de realizarse bajo la premisa de una buena planificación, eficiente y eficaz definiendo el método de explotación subterránea, los costos e inversiones que hagan viable la explotación, garantizando la máxima rentabilidad económica, en base a una buena explotación y extracción de mineral y su respectivo procesamiento, pero el problema radica que con las técnicas actuales ¿es rentable la explotación minera la mina Shuntur?

3.1.2. Formulación del Problema.

3.1.2.1. Formulación del problema General

¿El planeamiento de minado subterráneo incrementara la producción en la mina Shuntur en el año 2022?

3.1.2.2. Problemas específicos.

1. ¿El método de explotación es el adecuado, para el incremento de la producción en la mina Shuntur para el año 2022?
2. ¿Cómo detectar oportunamente las áreas críticas, para dar solución inmediata?
3. ¿Cómo incrementar las labores de desarrollo, para aumentar las reservas minables de la mina Shuntur?

4. ¿Cómo obtener la relación costo – beneficio óptimo?

3.1.3. Objetivos de la investigación

3.1.3.1. Objetivo General.

Realizar el planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la mina Shuntur para el año 2022.

3.1.3.2. Objetivos Específicos.

1. Seleccionar el método de explotación adecuado, para el incremento de la producción en la mina Shuntur para el año 2022.
2. Detectar oportunamente las áreas críticas, para dar solución inmediata.
3. Incrementar las labores de desarrollo, para aumentar las reservas minables de la mina Shuntur.
4. Obtener la relación costo – beneficio óptimo.

3.1.4. Justificación.

Se justifica porque el planeamiento es un documento técnico que desarrolla un programa anual de trabajo donde se detallan las actividades mineras a ejecutarse en el corto y largo plazo, dependiendo de las cantidades de reservas probadas y probables, la misma que han sido calculadas y cubicadas durante la etapa de exploraciones mineras.

Con el planeamiento de minado subterráneo a corto plazo, se seleccionara y diseñara el método de explotación con sus operaciones unitarias de perforación, voladura, sostenimiento transporte y acarreo.

3.1.5. Importancia.

Es importante porque para que una empresa minera cumpla con sus objetivos y metas trazadas, debe contar con su planeamiento de minado subterráneo, que logara seleccionar el método de explotación óptimo, detectar áreas críticas y dar soluciones oportunas, incrementar sus reservas y tener sus máxima rentabilidad posicionándola como empresa exitosa.

3.1.6. Limitaciones.

El tesista sólo puede dedicarse parcialmente a la investigación debido a las actividades laborales que desempeñan normalmente en la mina Shuntur.

3.1.7. Delimitación de la Investigación.

La tesis ha desarrollado en la empresa Minera Shuntur S.A.C. “Unidad Económica Administrativa Shuntur”; en el área de ingeniería mina.

3.1.8. Alcances

La tesis tiene como aplicación a toda la mina Shuntur en la Unidad minera Señor de los Milagros, la zona de Milagros, donde se localizan los cuerpos Gloria, Mery, Mesa y Abundancia. También servirá como una contribución académica para futuros ingenieros de minas que trabajan en la elaboración del planeamiento de minado.

3.2. Hipótesis

3.2.1. Hipótesis General.

El planeamiento de minado subterráneo incrementara la producción en la mina Shuntur – 2022.

3.2.2. Hipótesis específicas.

1. Se seleccionara el método de explotación adecuado, para el incremento de la producción en la mina Shuntur para el año 2022.
2. Se detectara oportunamente las áreas críticas.
3. Se incrementara las labores de desarrollo, para aumentar las reservas minables de la mina Shuntur.
4. Se obtendrá la relación costo – beneficio óptimo.

3.3. Variables

Variable Independiente (x):

Planeamiento de minado subterráneo.

Variable dependiente (y):

Incremento de la producción en la mina Shuntur para el año 2022.

3.3.1. Operacionalización de las variables.

La tesis está orientada principalmente a incrementar la producción diaria de los minerales de 300 TM/día a 342 TM/día, en base al planeamiento de minado subterráneo propuesto.

Tabla N° 3: Operacionalización de las variables.

Variables	Dimensión	Instrumentos	Indicadores
Variable Independiente (x): Planeamiento de minado subterráneo.	Evaluación y estimación de reservas.	Ley	Ton/mes
	Evaluación de la ley mínima explotable	Cuerpos	Ley
	Evaluación Geomecánica.	Clasificación y Resistencia de la masa rocosa	R.M.R. (RMR corregido) Q Barton (Ja, Jv y Jr) G.S.I (RMRM corregido).
	Métodos de minado.	Subterráneos	TM/Gd.
	Precio de metales.	Ley	\$/Tm
	Costos de producción.	\$/Tm	\$/Tm
	Inversión.	Capital	\$/Tm
	Toneladas de producción por día y mes	TM	TM
	Cálculo del VAN, TIR Y B/C	Indicadores económicos	\$
	Variable dependiente (y): Incremento de la producción en la mina Shuntur para el año 2022.	Calidad	Ley
Cantidad		Unidad minera Señor de los Milagros, zona de Milagros, donde se localizan los cuerpos Gloria,	Ton/mes

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Diseño de la investigación.

3.4.1. Tipo de investigación.

Es el método científico Descriptivo que consiste en el análisis e interpretación de los datos que han sido reunidos con un propósito definido.

Por lo tanto la presente investigación utiliza el **Método Descriptivo**.

3.4.2. Nivel de la investigación

El nivel será de investigación descriptiva transversal.

3.4.3. Diseño de investigación

La investigación es no experimental transversal.

3.4.4. Método

Se empleará el método deductivo donde el proceso de los conocimientos se inicia por la observación de fenómenos de carácter general con el propósito de llegar a conclusiones particulares contenidos explícitamente en la situación general.

3.4.5. Población y muestra

Población

La población está representada por la mina Shuntur, unidad minera Señor de los Milagros, zona de Milagros, donde se localiza el cuerpo Mesa.

Muestra

La muestra está representadas por: labores de desarrollos y de preparación en mineral y desmonte como: Galerías, Cruceros, chimeneas de ventilación - echaderos, Ventanas, etc., labores mineras proyectadas, y ejecución en las Zonas y Niveles que a continuación se detalla:

Zona: Señor de los Milagros, en los cuerpos mineralizados con formas irregulares, se preparara en los siguientes niveles, tal como se detalla a continuación:

- ✓ Nivel (540, 525, 510, 480, 460): Sección Cuerpo Mesa.
- ✓ Block 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Y 8.

3.4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas:

- ✓ **Búsqueda de Información Bibliográfica.-** Se utilizó esta técnica de revisión bibliográfica, proveniente libros y textos de planeamiento de minado subterráneo, informes técnicos de avance de labores, de perforación y voladura y producción mina. e.
- ✓ **Observación Directa.-** La mayor parte de la investigación se realizó en campo, por lo que los resultados obtenidos, son de plena confianza.
- ✓ **Entrevistas No Estructuradas.-** La entrevista no estructurada o informal, se realizó por medio de conversaciones y preguntas sencillas a los ingenieros involucrados en el tema, como también a los trabajadores conocedores de dicho trabajo.

Instrumentos:

Los instrumentos de recolección de datos utilizados son:

- ✓ La hoja de registros de producción.
- ✓ Reporte diario, semanal y mensual de operación.
- ✓ Materiales de escritorio.
- ✓ Materiales de impresión.
- ✓ Materiales bibliográficos.
- ✓ Equipos:
- ✓ Computadora i7.

- ✓ Impresora a color.
- ✓ Software: Microsoft Office (Word, Excel)

3.4.7. Forma de tratamiento de los datos

Se trató los datos con un sistema de base de datos en hojas de cálculo de Excel tanto en tema de producción, avances de mina, distribución de personal, costos por labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación.

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción de la realidad y procesamiento de datos

El Planeamiento de minado subterráneo en la mina Shuntur; unidad minera Señor de los Milagros, zona de Milagros, donde se localizan los cuerpos Gloria, Mery, Mesa y Abundancia, se ejecuta por etapas partiendo de una minería tradicional y luego ir mecanizando en forma sostenida, comenzando con 300 TM/día hasta llegar a 342 TM/día dentro de un programa de mejora continua.

El objetivo del planeamiento de minado subterráneo es desarrollar y dar a conocer un modelo que sirva como guía, y que comprende un plan operativo-económico a Corto, plazo en la unidad minera señor de los Milagros, Mina Shuntur Y tiene los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Presentar y detallar cada una de las etapas que comprende el plan operativo - económico: geología, geomecánica, método de minado, servicios auxiliares, ventilación, costos e inversiones.
- ✓ Planificar el aumento de producción planteado, asimismo obtener los ingresos por venta de mineral bajo un determinado escenario.
- ✓ Conocer las variables económicas presentes en el negocio minero y el efecto que tiene cada una de ellas (costos, inversión, precio del metal).

4.2. Planeamiento de minado subterráneo para la mina Shuntur - 2022

El planeamiento de minado subterráneo es un documento Técnico que se elabora para estimar las cantidades de Explosivos y Accesorios de Voladura que se utilizarán para avanzar labores de desarrollos y preparación, así como para la explotación de

una estructura rocosa mineralizada dentro de un yacimiento minero. En el documento desarrolla un programa anual de trabajo donde se detallan las actividades mineras a ejecutarse en el corto y largo plazo, dependiendo de las cantidades de reservas probadas y probables, la misma que han sido calculadas y cubicadas durante la etapa de exploraciones mineras.

El planeamiento de minado subterráneo, diseña todas las labores mineras de desarrollos y de preparación que se van a ejecutar para delimitar los cuerpos mineralizados en Block que serán explotados aplicándose el método de explotación de Tajeo por subniveles con empleo de taladros largos y se ha desarrollado y programado su ejecución, amparado por el estudio Geomecánico del Macizo rocoso realizado en la Unidad minera Señor de los Milagros, en la zona de Milagros, donde se localizan los cuerpos Gloria, Mery, Mesa y Abundancia en cumplimiento al Art. 33 del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, aprobado por D.S. N° 024-2016-MEM.

El estudio está orientado a clasificar y dimensionar aberturas; al analizar de la estabilidad de las excavaciones subterráneas; a elaborar un procedimiento de control y evaluación permanente de las labores mineras que se ejecutarán durante la vida del yacimiento minero.

4.1.1. Aspectos geológicos

4.1.1.1. Geología general

La Unidad Económica Administrativa (UEA) Shuntur, abarca un área de 1,958.7620 hectáreas ubicado en el distrito minero de Pira, provincia de Huaraz, departamento de Áncash.. Estratigráficamente en esta área se reconocen dos secuencias; la

sedimentaria que abarca desde la formación Chimú hasta la formación Santa - Carhuaz, luego las rocas volcánicas del grupo Calipuy. Con los paquetes de aglomerado volcánico del Eoceno-Oligoceno y las andesitas porfiríticas (Calipuy II) del Mioceno.

El marco estructural corresponde a varios sistemas de fallas gravitacionales. El control estructural de toda la zona se debe a dos grandes fallas escalonadas, que dividen al área en tres bloques estructurales, siendo el bloque central y el bloque en la dirección Norte – Este; Los que contienen brechas volcánico mineralizado con sulfuros primarios del yacimiento. Las labores mineras de Sagitario y Milagros, se ubican dentro del bloque central. Las principales estructuras de falla son de Rumbo andino, NW-SE y NE-SW. Un sistema falla posterior es de rumbo E-W que corta y desplaza la mineralización económica.

La mineralización del yacimiento es de tipo metasomático de contacto –Skarn de granates marrones, con minerales de sulfuros que son Pirrotina, Marmatita y como mineral económico principal, es Calcopirita.

4.1.1.2. Geología local

La estratigrafía, está conformada por unidades litológicas, cuya secuencia vertical queda comprendida entre el cretáceo y el cuaternario; Dentro de ellas tenemos:

Grupo Santa - Carhuaz: Esta roca es conocida en el flanco Norte del yacimiento, desde Sagitario hasta Shuntur Grande, donde se

puede observar un paquete que sobrepasa los 250 metros de potencia, compuesta por horizontes delgados de calizas y lutitas silicificadas hacia el techo y por areniscas cuarcíferas en mayor volumen al piso; El rumbo promedio local es de N 40° - 65° W y buzamiento de 40° - 50° SW, en contacto irregular con el skarn hacia el Sur.

Grupo Calipuy: El grupo Calipuy consiste de rocas piroclásticas gruesas e ignimbritas de composición dacítica. La secuencia es extremadamente variable, de manera que una sección medida en cualquier localidad tiene poca semejanza a otra medida en otro lugar. La presencia de discordancias dentro del grupo Calipuy ha servido para subdividir al grupo Calipuy en diferentes unidades estratigráficas.

Fue depositado después del periodo de plegamiento, erosión y levantamiento que afectaron a las unidades cretáceas y que culminaron con una amplia superficie de erosión.

El grupo Calipuy fue emplazado sobre una superficie de erosión, y es discordante con las rocas del cretáceo inferior, esto se presenta en la zona de Milagros.

Estudios detallados en el batolito de la costa, señalan que los volcánicos del grupo Calipuy están estrechamente vinculados en edad y composición con los complejos anulares del batolito Ref.(Webb, 1976), interpretándose que el vulcanismo terciario es una manifestación superficial de las fases más jóvenes del batolito.

El rango de emplazamiento del grupo Calipuy no está bien precisado, contándose con poca información sobre edades absolutas, una de ellas es una edad K – A de 52.5 MA. La edad tope del grupo Calipuy es desconocida, aunque se sabe que esta fase de vulcanismo cesaba con el inicio de la deformación compresiva del Mío – Plioceno (Fase Quechua). Se han registrado edades K – Ar de 14.6 MA (Mioceno Medio).

Durante los trabajos de exploraciones en la zona de Sagitario y Milagros se determinó que el grupo Calipuy abarca un 60 % del área total y se han podido diferenciar dos unidades volcánicas: Aglomerado volcánico y Calipuy II. Las características de estas unidades son:

Aglomerado Volcánico: Consiste de una secuencia de aglomerados volcánicos, intercalada con flujos volcánicos afaníticos.

Calipuy II: Sobre yaciendo a las secuencias aglomerados, se encuentran expuestos horizontes de tobas y flujos volcánicos cuya composición que varía de andesitas a dacitas y se caracterizan por presentar una intensa disyunción. En algunas zonas colindantes a sagitario como San Paolo y Shuntur, se pueden apreciar a la secuencia volcánica correspondiente al Calipuy II en contacto con las secuencias aglomerados.

Depósitos Cuaternarios: Los depósitos cuaternarios constituyen el material de cobertura generalmente no consolidado, distribuidos irregularmente en la zona de Sagitario, tales depósitos se han

acumulado por procesos glaciares, aluviales, fluvioaluviales, y en algunos casos por fenómenos de pérdida de masa. La complejidad en los límites de estos depósitos no permite su individualización a la escala de los mapas presentados

4.1.1.3. Geología estructural

El depósito mineralizado en la UEA Shuntur, se encuentra emplazado en una caldera volcánica interior más joven ubicada en el borde noroccidental de otra caldera volcánica mayor de aproximadamente 20 KM de diámetro, la cual pertenece a un sistema regional alineado de calderas con orientación NO – SE. Este sistema de fracturamiento es susceptible de ser observado en la dirección Norte hacia las elevaciones de los cerros Shuntur y Tornontullo. La disposición actual de las unidades volcánicas que afloran en áreas colindantes a la UEA Shuntur, está controlada por un sistema de fallas gravitacionales correspondientes a sucesivos eventos de distensión de probable edad pliocénica, relacionada a una etapa tardía de la fase compresiva quechua de la tectónica andina.

El control estructural principal consiste de dos fallas escalonadas de mayor longitud en el área (2 KM), cuyo rumbo es de N 20° E con saltos aparentes de 120 y 60 metros. Son posteriores a la mineralización y han generado un sistema de grabens consecutivos cuyo desplazamiento tiene dirección NO – SE. Estas fallas delimitan el área en tres bloques estructurales mayores,

siendo de importancia económica dos de ellos denominados: Bloque central y Bloque Nor – Oeste.

En el bloque central, las unidades volcánicas se encuentran probablemente en su posición original con estratificación de rumbo N 30° E y buzamiento 30° - 45° SE. En este bloque se encuentran las labores mineras de la UEA Shuntur.

Localmente, se ha observado ligeros y extendidos plegamientos que corresponden a las fases de compresiones remanentes de la tectónica andina.

4.1.1.4. Geología económica

Tradicionalmente la cordillera negra ha sido considerada como un ejemplo de mineralización del tipo filoneano, que contienen metales bases, con asociación de minerales de Ag – Pb – Zn – Cu – Sb – Au, emplazadas a lo largo de estructuras de cizalla de tendencia general andino NO-SE. En la mina Shuntur se trabaja en 2 tipos de Yacimientos. La mina Sagitario presenta mineralización del tipo reemplazamiento metasomático, con concentraciones de mineral dentro de Skarn de granates marrones. La mina Señor de los Milagros en cambio son brechas mineralizadas, poli mixticas con matriz silicia, junto con sulfuros económicos de cobre.

Controles de la Mineralización:

Estructural: En el área de la UEA Shuntur, se han observado tres sistemas principales de fracturamiento, que son parte control de la

mineralización económica. Estas estructuras son guía regional en la búsqueda de nuevas estructuras mineralizadas.

Mineralogía, Alteración y Zonación: De acuerdo a estudios petrográficos y minerográficos realizados por el Ing. Pedro Gagliufi más las identificaciones macroscópicas de campo, se han podido determinar un conjunto de especies minerales características del depósito mineralizado.

Las principales especies minerales de mena son:

1. Calcopirita.
2. Esfalerita.
3. Bornita.
4. Covelina.
5. Galena.
6. Bismuto, y pocos minerales oxidados de cobre como Malaquita y Crisocola.

Los minerales de ganga son los siguientes:

1. Pirita.
2. Pirrotina.
3. Calcita.
4. Marcasita.
5. Cuarzo.
6. Turmalina.

7. Hematita.
8. Goethita.
9. Jarosita y Magnetita.

Dentro de los principales minerales de alteración metasomático de Skarn, se observan:

1. Grasularia – Andradita.
2. Actinolita – Tremolita.
3. Diópsido, Wollastonita, Sericita, Rutilo, Epidota y Clorita.

Los calco - silicatos se encuentran esencialmente en los estratos de calizas y lutitas calcáreas, mientras en los estratos de lutitas, se ha formado Hornfels con menor contenido de mineralización económica.

Tabla N° 4: Reservas probadas en la Zona señor de los : Milagros.

Blocks	TMS Programa 2022	Ag(Oz/Tc)	Pb (%)	Cu (%)	Zn (%)
1	14,269.69	5.10	2.81	0.54	7.03
2	13,895.81	4.75	2.73	0.55	6.90
3	9,160.02	5.26	2.75	0.53	6.95
4	11,652.54	5.31	2.65	0.54	7.20
5	18,320.04	5.26	2.69	0.55	6.92
6	10,655.53	5.09	2.73	0.56	6.91
7	30,221.83	6.08	2.58	0.59	7.10
8	16,824.53	5.95	2.90	0.54	7.31
Total	125,000	5.35	2.73	0.55	7.04

Fuente: Adaptación Propia.

4.1.2. Programa de rotura de mineral y desmonte

Se detalla el Programa de trabajo ejecutado el año (2019) y el programa de trabajo para el ejercicio solicitado (2022), la misma que se especifican en los cuadros siguientes:

4.1.2.1. Avance del Programa de Trabajo Ejecutado año 2019.

En la Tabla N° 5, se presenta el Programa de Trabajo ejecutado en el presente año 2019.

Tabla N° 5: Programa de Trabajo Ejecutado en el Año 2019.

Labor	Exploración	Desarrollo	Preparación	Explotación
Trincheras				
Cruceros y/o Cortadas	130.00	334.00	40.00	
Inclinados				
Chimeneas		137.00	350.00	
Ventanas y /o Estocadas	362.00	534.00	557.00	164.00
Galerías	446.00	449.00	320.00	
Rampas	210.00	450.00		
Piques				
Subniveles			120.00	
Tajeos				114,750.66
Perforaciones y/o Sondajes				

Fuente: Adaptación Propia.

4.1.2.2. Programa de Trabajo a Ejecutar en el año 2022

En la Tabla N° 6, presentamos el Programa de trabajo para el ejercicio solicitado (año 2022).

Tabla N° 6: Programa de Trabajo a Ejecutar en el Año 2022

Labor	Exploración	Desarrollo	Preparación	Explotación
Trincheras	0	0	0	0
Cruceros y/o Cortadas	0	84.00	0	0
Inclinados	0	0	0	0
Chimeneas	0	468.00	0	0
Ventanas y /o Estocadas	2,037.00	72.00	0	0
Galerías	66.00	0	243.00	0
Rampas	0	504.00	1,326.00	0
Piques	0	0	0	0
Subniveles	0	0	0	0
Tajeos	0	0	0	0
Perforaciones y/o Sondajes	0	0	0	0

Fuente: Adaptación Propia.

4.1.3. Elección del método de minado

Para la elección de método de minado se tiene en cuenta dos aspectos principales que son:

4.1.3.1. Propiedades Físicas de los Cuerpos Mineralizados

Con el fin de caracterizar el cuerpo mineralizado se realiza el estudio geomecánico, en el cual se determinan las propiedades de comportamiento del terreno.

4.1.3.2. Diseño de Minado con Perforación de Taladros Largos (Sub Level Stoping)

El método de explotación que se aplica en Minera Shuntur S.A.C. – Zona Milagros es Taladros Largos (SUB LEVEL STOPING) en Positivo y Negativo, tanto en cuerpos como en vetas. El minado con taladros largos permite obtener una explotación sostenida y a gran escala; con bajos costos operativos frente a otros métodos de minado, esto básicamente por su alta productividad.

En Minera Shuntur SAC se introduce el método de SUB LEVEL - STOPING, con taladros largos para bancos de perforación de 1.20 m. a 12.00 m. verticales y en Abanicos.

Perforación de Taladros Largos en Abanico

Ventajas:

- ✓ Menor desarrollo y preparación.
- ✓ Menor tiempo para preparación de blocks.
- ✓ Menor costo por preparación y desarrollo

Desventajas:

- ✓ Mayor costo de minado.
- ✓ Mayor factor de potencia 0.90 Kg/tn.
- ✓ Menor tonelaje por metro perforado 1 tn/mp.
- ✓ Mayor desviación de los taladros.

- ✓ Mayor generación de bancos.
- ✓ Mayor dilución y pérdida de mineral.

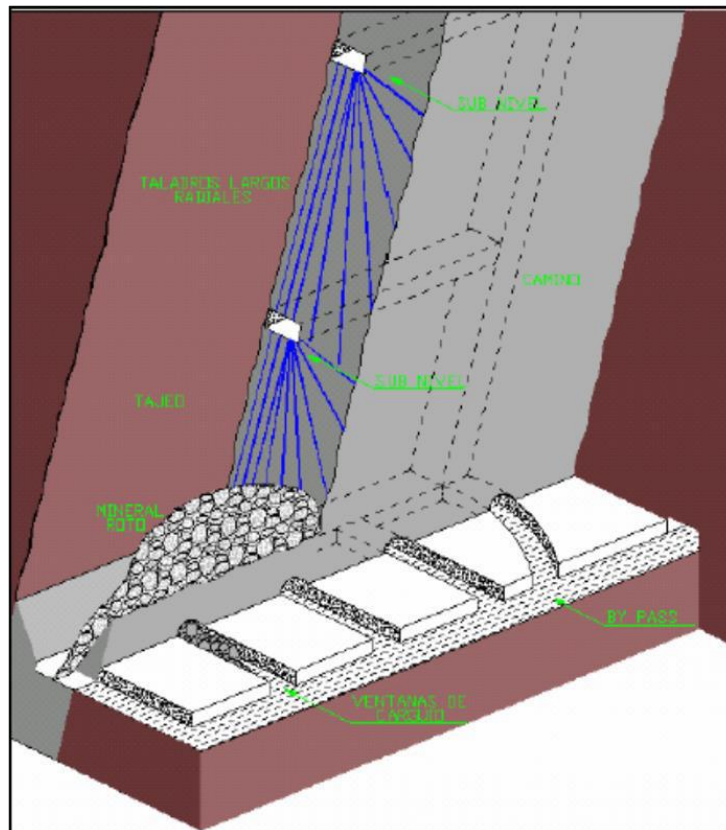


Figura N° 2: Taladros en abanicos.
Fuente: Castillo Anyosa, Braulio, 2015.

Perforación con Taladros en Paralelo

Ventajas:

- ✓ Menor costo de minado
- ✓ Menor factor de potencia 0.7 kg/tn.
- ✓ Mayor tonelaje por metro perforado 2.0 tn/mp
- ✓ Menor desviación de taladros.
- ✓ Menor generación de bancos
- ✓ Menor dilución y pérdida de mineral.

Desventajas:

- ✓ Mayor desarrollo y preparación.
- ✓ Mayor tiempo para preparación de blocks
- ✓ Mayor costo por preparación y desarrollo.

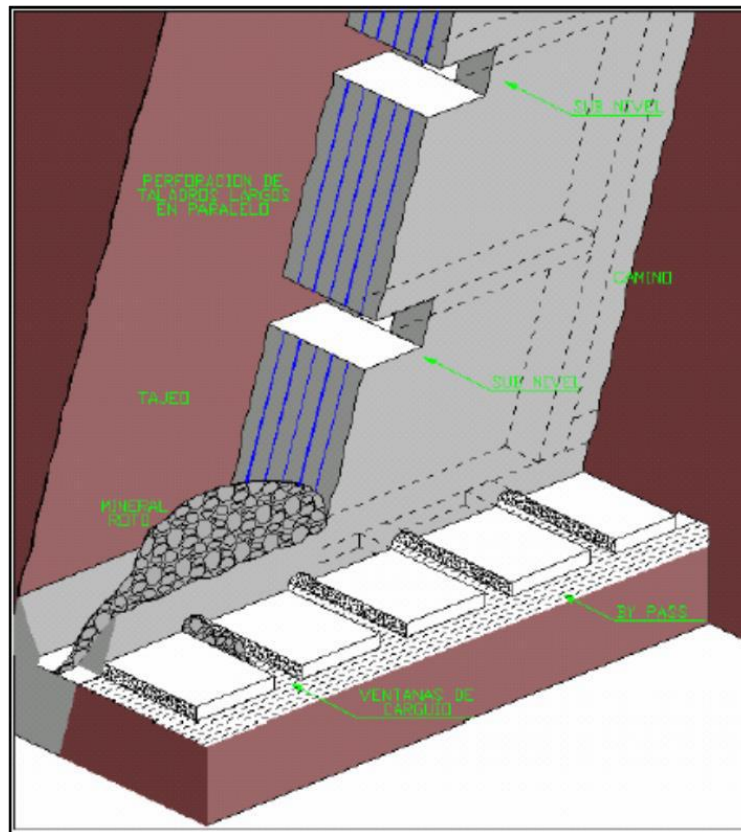


Figura N° 3: Taladros Largos en Paralelo.
Fuente: Castillo Anyosa, Braulio, 2015.

4.1.3.3. Consideraciones para la aplicación del método de taladros largos

Para el diseño de las mallas de perforación en taladros largos se tienen las siguientes consideraciones técnicas:

- ✓ Dureza de la roca (clases).
- ✓ Densidad de la roca (gr/cm³).
- ✓ Aspectos geológicos (fallas, diaclasas, etc.).

En el siguiente cuadro se muestra los parámetros y características físicas del cuerpo:

Tabla N° 7: Parámetros y Características Físicas del Cuerpo

Comparación de Parámetros Aplicación del Método de Minado en la Unidad		
Parámetros	Generales	Shuntur
Angulo de Buzamiento	>60°	70-85°
RMR cuerpo mineralizado	60	70-80
RMR Roca caja piso	75	55-65
RMR Roca caja techo	50	50-60
Características Físicas del Cuerpo Mineralizado en Shuntur		
Descripción	Cantidad	Unidad
Longitud	30-50	m
Ancho	8	m
Altura	20-40	m
Peso Especifico	3.0	KN/m3

Fuente: Castillo Anyosa, Braulio, 2015, Adaptación propio.

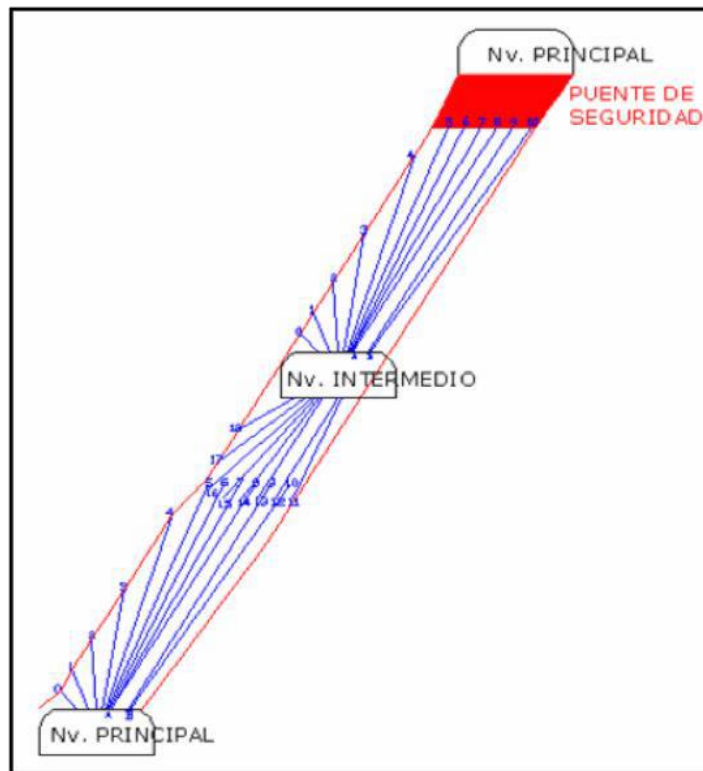


Figura N° 4: Sección típica de perforación de taladros largos.

Fuente: Castillo Anyosa, Braulio, 2015.

- ✓ **Nivel principal:** Son niveles o puntos de extracción del mineral roto, en estos niveles se efectúa perforaciones de taladros positivos, no se perforan taladros negativos ya que sirve como nivel base del block mineralizado.
- ✓ **Nivel intermedio:** Este nivel es de perforación exclusiva, no se efectúa extracción en este nivel, se desarrolla para hacer perforaciones en forma positiva y negativa, con la finalidad de romper mayor volumen.

4.1.4. Programa anual de rotura de mineral y desmonte año 2022

La Explotación Minera Subterránea para operaciones continuas se llevará a cabo en la Unidad Minera Señor de los Milagros durante el año 2022, donde se tiene programado ejecutar actividades mineras en el área Señor de los Milagros, concesión minera integrante de la UEA SHUNTUR.

Las actividades mineras serán desarrolladas de acuerdo al planeamiento de Minado y al Programa Anual de Seguridad y Salud Ocupacional, documentos aprobados por el Comité de Seguridad y Salud Ocupacional de la Unidad Minera, la misma que detalla un Programa anual de rotura de Mineral y Desmonte para el año 2022, especificando, continuar las actividades de avance de labores de desarrollos y de preparación en desmonte, como: Galerías, Cruceros, chimeneas de ventilación-echaderos, Ventanas, etc., labores mineras proyectadas, y ejecución en las Zonas y Niveles que a continuación se detalla:

Zona: Señor de los Milagros. - En la Mina Milagros, los cuerpos mineralizados con formas irregulares, se prepararan en los siguientes niveles, tal como se detalla a continuación:

Nivel (540, 525, 510, 480, 460): Sección Cuerpo Mesa; Blocks 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Y 8.

El programa de trabajo consiste en avanzar labores de desarrollos como Galerías, Cruceros de secciones 3.50 m x 3.50 m y Rampas (+/-) de sección 4.50 m x 4.0 m., para ello se utiliza el equipo Jumbo Electrohidráulico Rocket Boomer S1D de un solo brazo que manipula barras de 12 pies y brocas de 51 mm de diámetro.

Los avances de las labores de preparación como Ventanas de sección 3.5 m x 3.5 m y Chimeneas de 2.10 m x 1.50 m de sección, tendrán como finalidad, delimitar las reservas probadas de los cuerpos mineralizados en Block para llevar a cabo la explotación minera, mediante perforaciones verticales (+/- taladros largos), utilizándose equipos de perforación como el Jumbo Electro Hidráulico modelo SPIDER, que utilizan brocas de 64 mm y barras acoplables de 1.2 m.

El método de explotación que se emplea es: Tajeo por Subniveles (Sublevel Stopping), con perforación de taladros largos de 14 a 1.2 metros de longitud.

Además se considerarán avances de ventanas de sección 3.5 m x 3.5 m y Chimeneas de 2.10 m x 1.50 m de sección como labores de infraestructura y exploración.

Los explosivos para las voladuras a usar en Unidad Minera son de la línea EXSA tales como:

- ✓ ANFO (Examon-P)
- ✓ Plastex-E (Emulsión a Granel)
- ✓ Emulex (Emulsión Encartuchada)
- ✓ EMULEX 80 1 ½'' X 8'' (en caja de 25 Kg, 96 cartuchos)
- ✓ EMULEX 80 1 ½'' X 12'' (en caja de 25 Kg, y 62 cartuchos)
- ✓ EMULEX 100 1'' X 7'' (en caja de 25 Kg, y 242 cartuchos)
- ✓ Exsacord NP3 Cordón Detonante (en caja de 2,000 m)
- ✓ Los accesorios de voladura utilizados son de la línea EXSA tales como.
- ✓ Exanel (Fulminante no eléctrico de retardo)
- ✓ MS (Periodo Corto)
- ✓ PS (Periodo Largo)
- ✓ Mecha rápida: Cordón de Ignición (en caja de 1,500 m)
- ✓ Detonador ensamblado (Sistema Abastecedor de Energía)

La extracción del mineral y desmonte se realizarán por los Niveles 540, 510 y 480 (Mina Milagros), y será mediante volquetes modelo Mercedes Actros de capacidades 15 m³ (25TM).

4.1.4.1. Avance de Labores de Desarrollo y Preparación.

Los trabajos de Desarrollos y de Preparación para continuar con la explotación minera programado para el año 2022, será avanzar

galerías, cruceros, rampas, ventanas y chimeneas de ventilación-echaderos en los niveles 540, 525, 480, 460, 440 Y 420 del Cuerpo Mesa en la unidad minera Señor de los Milagros.

El acarreo y limpieza de minerales se realiza con Equipos Scooptram de 3.5 yd³. La extracción de minerales será por la Bocamina del Nivel 640, la carga será transportado a la Planta Concentradora Adriana, por medio de volquetes de 25 TM de capacidad.

El relleno de los tajeos vacíos se realiza con Scooptram de 3.5 yd³, el material de relleno utilizado es producto de las labores de desarrollo e infraestructura (desmante). No se tiene planeado el apilamiento de ningún depósito de material estéril en el periodo 2022.

4.1.4.2. Especificaciones Técnicas de Perforación de Galerías, Cruceros y Ventanas

- ✓ **Galerías:** Son labores mineras horizontales que se ejecutarán a lo largo del cuerpo del yacimiento.
- ✓ **Cruceros:** Son labores mineras que cortan los cuerpos del yacimiento en diferentes sentidos, su desarrollo permitirá delimitar los cuerpos mineralizados para su extracción y explotación.
- ✓ **La malla de perforación:** será similar para el avance de las galerías, cruceros y ventanas, debido a que comparten la misma sección de 3.5m x3.5m.

Tabla N° 8: Aspectos Técnicos de la Perforación de Galerías, Cruceros y Ventanas.

Aspectos Técnicos de la Perforación y Voladura		
Sección 3.50 m x 3.50 m		
Equipo	Jumbo Rocket Boomer S1D	und
Broca R-32, 2" de ϕ	51 mm	mm
Longitud de Barra	3.65	m
Dureza del Material	Intermedia a Dura	
Densidad de Mineral	2.90	TM/m ³
Densidad de Desmonte	2.80	TM/m ³
Sección 3.5x 3.5	12.25	m ²
N° de Taladros Perforados	34	und
N° de Taladros Cargado	31	und
Volumen Roto	36.14	m ³
Tonelaje Roto	101.19	TM
Avance Efectivo	2.95	m
Avance Programado	3,123.00	m
Volumen Total	38,256.75	m ³
Tonelaje Total	107,118.90	TM
Factor de Carga (Anfo)	3.98	KG/m ³
Peso EMULEX 80 1 1/2" x 8"	0.26	kg/cart
Cartucho de Emulsion por taladro	3.0	cart/Tal
Factor de Carga (Emulsion)	0.67	KG/m ³
Numero de disparos	1,058.64	disparos
Tonelaje y Consumo de Explosivo Total 2022		
Tonelaje anual Total (2)	107,118.90	TM
Consumo de Explosivo Total (Anfo)	103,265.24	Kg
Consumo de Explosivo Total (Emulsion)	25,673.10	Kg
Consumo de cordón detonante (Exacord)	21,172.88	m
Consumo de detonador no eléctrico (Exanel 4.2 m)	32,817.97	pza
Consumo de detonador ensamblado	2,117.29	pza
Consumo de cordón de ignición (mecha rápida)	741.05	m

Fuente: Adaptación Propia.

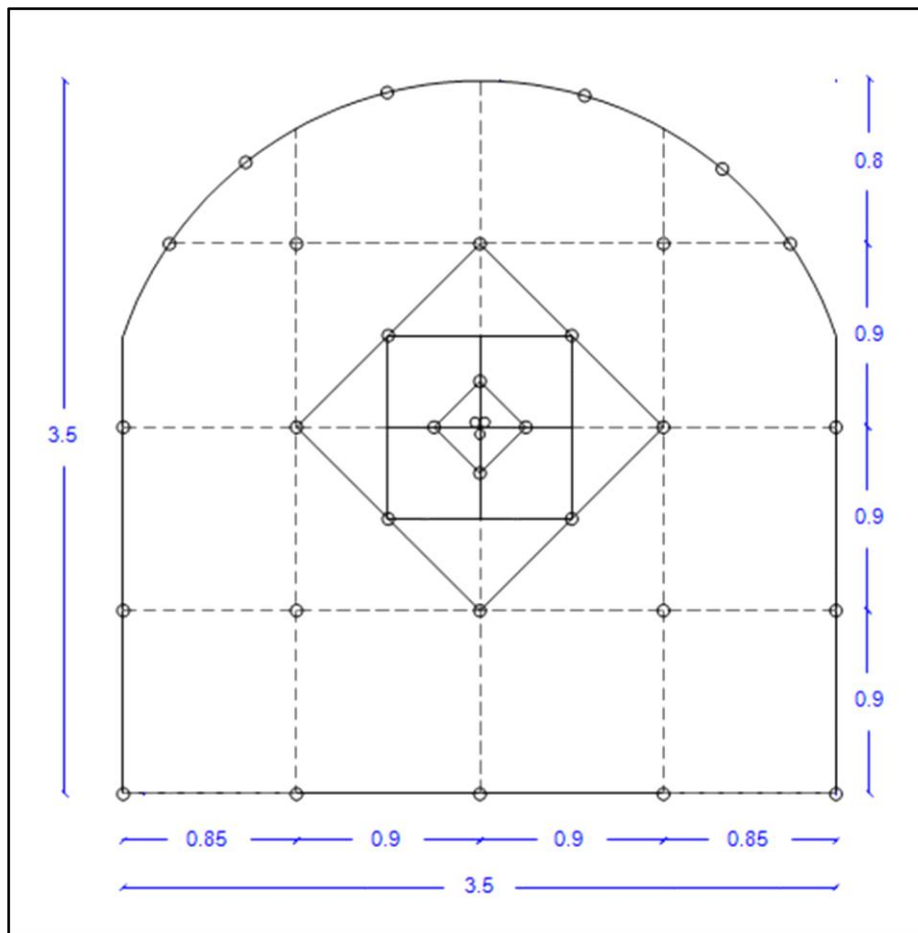


Figura N° 5: Malla de Perforación Estándar Sección 3.5x3.5
Fuente: El Tesista.

4.1.4.3. Especificaciones Técnicas de la Perforación de Rampa

En la siguiente tabla y la figura se especifican los aspectos técnicos de la perforación de la sección de 4.5 m x 4.0 m, el cual es la sección correspondiente a la rampa, para los trabajos de explotación proyectados para el siguiente año se contempla la profundización al nivel 460 y 440.

Tabla N° 9: Aspectos Técnicos de la Perforación de Rampa.

Aspectos Técnicos de la Perforación		
Sección 4.50 m x 4.00 m		
Equipo	Jumbo Rocket Boomer S1D	und
Broca R-32, 2" de ϕ	51	mm
Longitud de Barra	3.65	m
Dureza del Material	Intermedia a Dura	
Densidad de Mineral	2.90	TM/m ³
Densidad de Desmonte	2.80	TM/m ³
Sección 4.5 x 4	18.00	m ²
N° de Taladros Perforados	44	und
N° de Taladros Cargados	39	und
Volumen Roto por Disparo	53.10	m ³
Tonelaje Roto por Disparo	148.68	TM
Avance Efectivo	2.95	m
Avance Programado	837.00	m
Volumen Total	9,072.00	m ³
Tonelaje Total	14,832.00	TM
Factor de Carga (Anfo)	5.25	KG/m ³
Peso EMULEX 80 1 1/2" x 8"	0.26	kg/cart
Cartucho de emulsion por taladro	3	cart/Tal
Factor de Carga (emulsion)	0.57	KG/m ³
Numero de disparos	283.73	Disparos

Tonelaje y Consumo de Explosivo Total 2022

Tonelaje anual Total (2)	41,529.60	TM
Consumo de Explosivo Total (Anfo)	77,868.00	Kg
Consumo de Explosivo Total (Emulsion)	8,467.79	Kg
Consumo de cordón detonante (Exacord)	8,511.86	m
Consumo de detonador no eléctrico (Exanel 4.2 m)	11,065.42	pza
Consumo de detonador ensamblado	567.46	pza
Consumo de cordón de ignición (mecha rápida)	198.61	m

Fuente: Adaptación Propia.

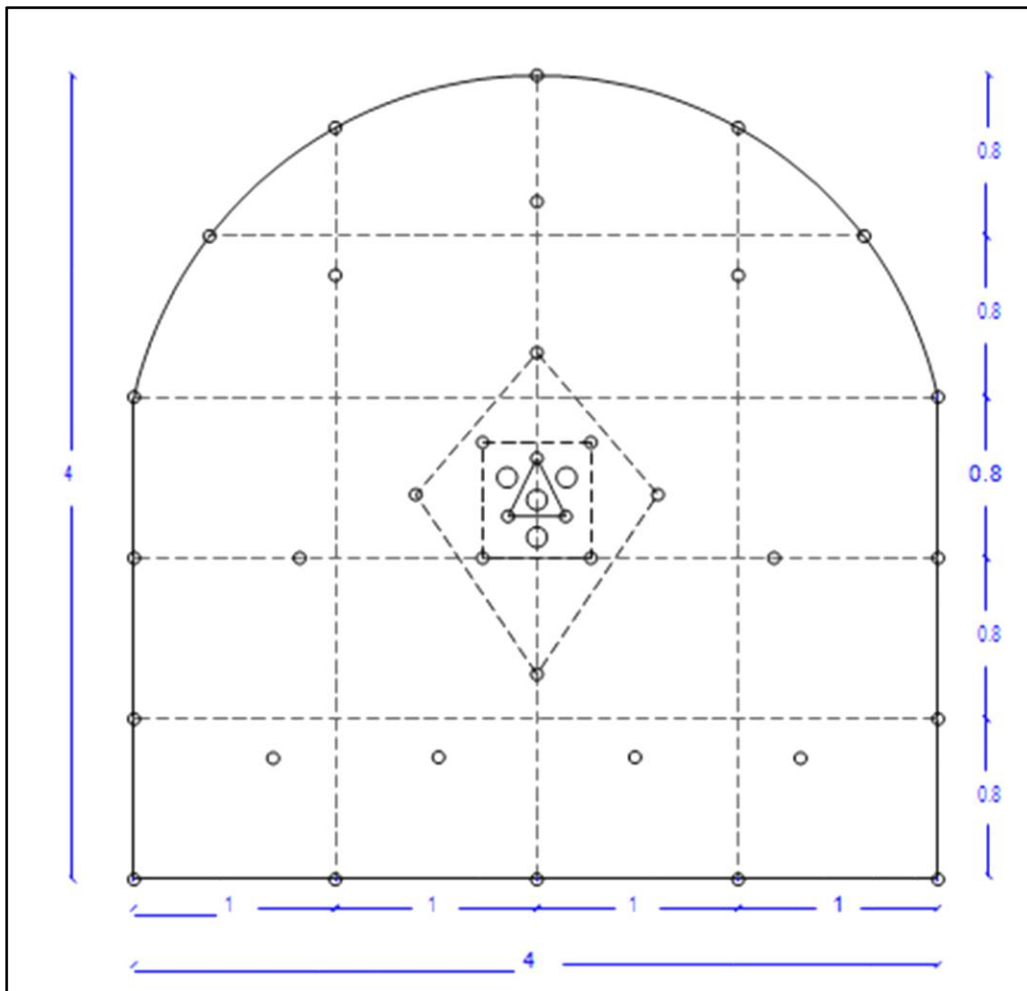


Figura N° 6: Malla de Perforación Sección 4.5 x 4.0 (Rampa).

Fuente: El Tesista.

4.1.4.4. Aspectos Técnicos de la Perforación de Chimeneas

En la siguiente tabla y la figura se especifican los aspectos técnicos de la perforación de la sección de 2.1m x 1.5m, el cual es la sección correspondiente a las chimeneas de servicios y slot.

Tabla N° 10: Aspectos Técnicos de la Perforación de Chimeneas.

Aspectos Técnicos de la Perforación Sección 2.10 m x 1.50 m		
Equipo	Jack leg y Stopper	und
Broca R-32, 2" de ϕ	40 mm	mm
Longitud de Barra	1.83	m
Dureza del Material	Intermedia a Dura	
Densidad de Mineral	2.9	TM/m3
Densidad de Desmonte	2.8	TM/m3
Sección 2.10 x 1.50	3.15	m2
N° de Taladros Perforados	24	und
N° de Taladros Cargados	21	und
Volumen Roto por disparo	3.87	m3
Tonelaje Roto por disparo	10.85	TM
Avance Efectivo	1.23	m
Avance Programado	720.00	m
Volumen Total	2,268.00	m3
Tonelaje Total	6,350.40	TM
Factor de Carga (Anfo)	11.37	KG/m3
Peso EMULEX 80 1 " x 7"	0.1	kg/cart
Cartucho de emulsión por taladro	3	cart/Tal
Factor de Carga (emulsión)	1.63	KG/m3
Numero de disparos	585.37	disparos
Tonelaje y Consumo de Explosivo Total 2022		
Tonelaje anual Total (2)	6,350.40	TM
Consumo de Explosivo Total (Anfo)	25,787.16	Kg
Consumo de Explosivo Total (Emulsión)	3,819.05	Kg
Consumo de Cordón detonante	11,707.32	m
Consumo de detonador no eléctrico	0.00	pza
Consumo de detonador ensamblado	21,073.17	pza
Consumo de cordón de ignición (mecha rápida)	23,414.63	m

Fuente: Adaptación Propia.

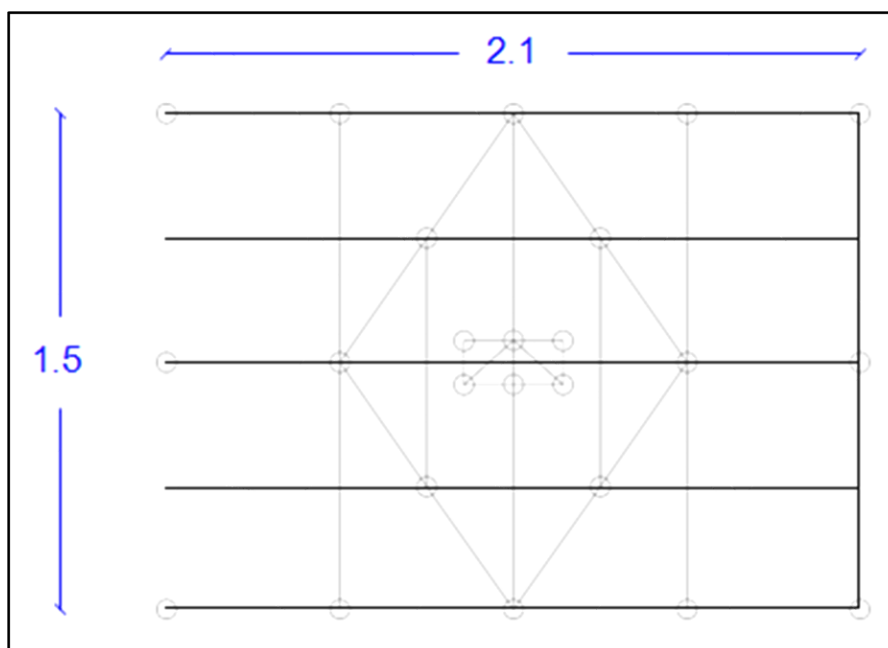


Figura N° 7: Malla de Perforación 2.5x1.5m (Chimeneas).
Fuente: El Tesista.

4.1.4.5. Descripción del programa de trabajo

A continuación se detalla la Descripción del programa de trabajo para el ejercicio solicitado de acuerdo al Formato de la EXTRANET 2022 del MINEM.

Tabla N° 11: Producción de Desmonte 2022.

Producción de Desmonte 2022						
Labor	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m ²)	Avance (m)	Volumen (m ³)	Tonelaje (TM)
Cruceros y/o Cortadas	4.0	4.0	16.00	117.00	1,872.00	5,241.60
Ventanas	3.5	3.5	12.25	2,097.00	25,688.25	71,927.10
Galerías	3.5	3.5	12.25	1,026.00	12,568.50	35,191.80
Rampa	4.5	4.0	18.00	720.00	12,960.00	36,288.00
Chimeneas	2.1	1.5	3.15	720.00	2,268.00	6,350.40
Total						154,998.90

Fuente: El Tesista.

La cantidad total de desmonte proyectado para el año 2022 es de 154,998.90 TM

4.1.4.6. Explotación de Tajeos

Las estructuras (Block) están detalladas en los planos de corte vertical que se precia en el Plano N° 08 en el Anexo 5, para la explotación de los Block en la zona de Señor de los Milagros, Cuerpo Mesa, programadas para el año 2022. La siguiente tabla cuenta con los tonelajes y calidad de mineral a explotar para el ejercicio 2022.

Tasa de Producción: La producción anual de mineral estimada será de 125,000 TM, este mineral procederá del proceso de minado del cuerpo Mesa, de este modo se tiene una tasa de producción según se detalla a continuación.

Producción Anual de Mineral : 125,000 TM

Días de Trabajo : 365 Días

Producción Diaria : 342 TMD

Así se tiene una producción de 342 TMD (Toneladas métricas diarias) categorizándonos como pequeño productor minero.

Tabla N° 12: Blocks Programados Año 2022 (Cuerpo Mesa).

Blocks	TMS Programa 2022	Ag(Oz/Tc)	Pb (%)	Cu (%)	Zn (%)
1	14,269.69	5.10	2.81	0.54	7.03
2	13,895.81	4.75	2.73	0.55	6.90
3	9,160.02	5.26	2.75	0.53	6.95
4	11,652.54	5.31	2.65	0.54	7.20
5	18,320.04	5.26	2.69	0.55	6.92
6	10,655.53	5.09	2.73	0.56	6.91
7	30,221.83	6.08	2.58	0.59	7.10
8	16,824.53	5.95	2.90	0.54	7.31
TOTAL	125,000	5.35	2.73	0.55	7.04

Fuente: El Tesista.

4.1.4.7. Especificaciones Técnicas de perforación y Voladura de Block Mineralizados

En la siguiente Tabla se tiene los principales datos referentes a la malla de perforación en los tajeos de taladros largos a utilizar, la voladura se efectuará por medio de secciones promedio compuestas por 30 taladros de 7 metros de longitud, los cuales estarán cargados en una longitud de 5 m en promedio. Así mismo se utilizara como cebo cartuchos de Emulsion de 2" x 12" como iniciador de la columna de Anfo tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla N° 13: Especificaciones Técnicas Taladros de Producción

<i>Aspectos Técnicos de la Perforación y Voladura</i>		
<i>Taladros largos</i>		
Datos	Cantidad	Unidades
P.E (Mineral)	2.90	TM/m ³
Espaciamiento	1.10	m
Burden	1.20	m
Longitud Promedio Taladro	7.0	m
Longitud promedio de Carga	5.0	m
Diámetro de Taladro	64	mm
N° de Taladros Promedio por Sección	30	Un.
Cebo Emulsión de 2" x 12" (Por taladro)	2	Un.
Factor de Carga Lineal de Anfo	3	Kg/m
Área por Sección	176	m ²
Volumen Roto por Sección	193.6	m ³

Cálculos	Cantidad	Unidades
-----------------	-----------------	-----------------

Estimación de Factor de Potencia		
Volumen roto por Sección	193.6	m ³
Tonelaje	561.44	TM
Longitud de Carga	5	m
Carga Explosiva ANFO	15	Kg/Taladro
Carga Explosiva Emulsión 2 pza (0.69 kg/pza)	1.38	Kg/Taladro
Carga total por sección (Anfo)	450	Kg/sección
Factor de Potencia (Anfo)(1)	0.80	Kg/TM
Taladros Total Anual		
Índice de perforación	1.15	TM/m
Tonelaje anual Total (2)	125,000.00	TM
metros totales de perforación	108,696	m
Longitud prom. por taladro	7	m
Taladros totales (3)	15,528	und
Carga Explosiva Emulsión 2 pza (0.69 kg/pza)(4)	1.38	Kg/Taladro
Numero de disparos promedio anual= (3)/30	517	disparos
Tonelaje y Consumo de Explosivo Total 2022		
Tonelaje anual Total (2)	125,000.00	TM
Consumo de Explosivo Total (Anfo)	100,800.00	Kg
Consumo de Explosivo Total (Emulsion)	77,086.80	Kg
Consumo de Cordón detonante (Exacord)	12,480	m
Consumo de detonador no eléctrico (Exanel 18 m)	55,860.00	pza
Consumo de detonador ensamblado	1,248.00	pza
Consumo de cordón de ignición (mecha rápida)	436.80	m

Fuente: El Tesista.

4.1.4.8. Voladura Secundaria

La voladura secundaria en la mina se realiza de forma convencional cuando quedan bancos de rocas demasiado grandes que no pasan la parrilla del echadero de 20" x 18", estos bloques

de dimensiones menores o iguales a 1m, son acarreados por un Scoop, hacia la cámara de plasteo, donde se ejecuta la voladura secundaria usando el explosivo Emulsión a Granel (Plastex). Su empleo será de la siguiente manera: los bloques de rocas son alineados en filas de dos o tres dependiendo de la cantidad, luego se colocará la plasta (Plastex) que irá acoplada a la roca, la plasta irá acompañada de nudos de cordón detonante que estarán colocados en serie, luego el circuito se amarrará al fulminante del Detonador ensamblado (Armada de Mecha Lenta) haciéndose un nudo, luego por la ranura del conector del Detonador ensamblado, se amarra la mecha rápida para realizar el disparo simultáneo de todas las plastas.

Con la aplicación de este método se logra una óptima fragmentación. La voladura secundaria es producto de la voladura de taladros largos, el cual presenta un 17% de generación de bancos.

Se está considerando la voladura secundaria para rotura de Mineral de aproximadamente 20,930.40 Kg. Y eventualmente para rotura de Desmonte y los bancos acumulados en las canchas de mineral 12,000 Kg.

Tabla N° 14: Especificaciones Técnicas para voladura secundaria

Aspectos Técnicos de la Voladura Secundaria		
Índice de plasta	1.41	kg/tn
Porcentaje de bancos	20	%
Producción anual	125,000	TM
Bancos Producidos	24,624.00	TM
Kg de plasta (Plastex)	34,788.51	Kg
Bancos acumulados en canchas de mineral		
Cancha 1,2 y 3	12,000.00	TM
Índice de plasta	1.41	kg/tn
Kg de plasta	16,923.00	kg
Tonelaje y Consumo de Explosivo Total 2022		
Tonelaje anual Total	36,624.00	TM
Consumo Total de plasta (Plastex)	51,741.97	Kg
Kilogramos de plasta por disparo	50.00	Kg
Numero de disparos de plasteo	1,035.00	disparos
Consumo de detonador ensamblado	4,008.00	pza
Consumo de Cordón detonante (Exacord)	150,480.00	m
Consumo de Cordón de ignición (mecha rápida)	1,361.78	m

Fuente: El Tesista.

4.1.4.9. Consumo total de Explosivos y Accesorios de Voladura

Para la proyección del año 2022 se tiene el cálculo de explosivos y accesorios que se detalla en la tabla siguiente.

Tabla N° 15: Requerimiento de Explosivo y Accesorios para el Año 2022.

Requerimientos de Explosivo y Accesorios para el Año 2022										
Labor	ANFO (Kg.)	Emulsión (Kg.)			Plastex (Kg.)	Det. No Eléctrico (Un.)		Detonador ensamblado (pza)	Cordón Detonante (m)	Mecha Rápida (m)
		1 1/2" 12"	1 1/2" 8"	1" x 7"		Exsanel 4.2m.	Exsanel 18m.			
Cruceros	9,828.00		1,068.75			1,546.78		79.32	1,189.83	27.76
Ventanas	102,239.24		17,238.71			22,036.27		1,421.69	14,216.95	497.59
Galerías	1,026.00		8,434.39			10,781.69		695.59	6,955.93	243.46
Rampa	68,040.00		7,399.04			9,518.64		488.14	7,322.03	170.85
Chimeneas	25,787.16			3,819.05				21,073.17	11,707.32	23,414.63
Taladros Largos	100,800.00	77,086.80					55,860.00	1,248.00	12,480.00	436.80
Voladura Sec.					51,741.97			2,760.00	138,000.00	924.98
TOTAL	307,720.40	77,086.80	34,140.89	3,819.05	51,741.97	43,883.39	55,860.00	27,765.92	191,872.06	25,716.07

Fuente: El Tesista.

4.1.4.10. Total Explosivos y Tonelaje

En la siguiente tabla se detalla el resumen de tonelaje y explosivo proyectado a explotar en el año 2022, el mismo que se detalla según los tipos de labores.

Con la sumatoria de tonelaje de mineral y desmonte, y explosivo a utilizar se estima un Factor de Potencia de 1.25 Kg/TM para la voladura primaria.

Tabla N° 16: Total Explosivos y Tonelaje.

Labor	Tonelaje	Explosivo (Kg)
Cruceros	5,241.60	9,828.00
Ventanas	71,927.10	102,239.24
Galerías	35,191.80	1,026.00
Rampas	36,288.00	68,040.00
Chimeneas	6,350.40	25,787.16
Taladros Largos	125,000	100,800.00
Total	279,998.90	307,720.40
Factor de Potencia	1.10	Kg/TM

Fuente: El Tesista.

4.1.4.11. Total Explosivos y Accesorios de Voladura a Solicitar

Según lo detallado en los diversos ítems del presente informe, en la siguiente tabla se detallan los explosivos, accesorios de voladura y cantidades a solicitar para el año 2022, estos montos totales han sido redondeados según las presentaciones del producto en el mercado.

Tabla N° 17: Total Explosivos y Accesorios de Voladura a Solicitar.

Ítem	Producto	Descripción	Total	
1	Anfo	Anfo en sacos de 25 Kg. (Examon-P)	307,725.00	Kg.
2	Emulsion encartuchada			
2.1	Emulsion 1"1/2 x 8"	EMULEX 80 1 ½" X 8" en cajas de 25 Kg.	115,050.00	kg.
2.2	Emulsion 1"1/2 x 12"	EMULEX 80 2" X 12" en cajas de 25 Kg.		
2.3	Emulsion 1" x 7"	EMULEX100 1" X 7" en cajas de 25 Kg.		
3	Emulsion a granel			
3.1	Plastex	En cajas de 25 kg.	51,750.00	Kg.
4	Cordón detonante 3p	En cajas de 2,000 m.	192,000.00	m.
5	Detonador no eléctrico			
5.1	EXANEL 4.20m.	En cajas de 150 unidades con diferentes retardos	99,800.00	Un.
5.2	EXSANEL 18 m.	En cajas de 50 unidades con diferentes retardos		
6	Armada de mecha lenta			
6.1	Detonador ensamblado	En cajas que contienen 250 unidades	27,750.00	Un.
7	Mecha rápida	En cajas que contienen 1500 m.	25,500	m.

Fuente: El Tesista.

4.1.5. Estructura de costos para la unidad minera Señor de los Milagros

Los costos establecidos, corresponden a la operación en la unidad minera Señor de los Milagros con su método de explotación de taladros largos y se tiene 2 guardias de 12 horas cada una tanto en la mina como en la planta y se trabaja 30 días al mes.

Tabla N° 18: Estructura de costos para la unidad minera Señor de los Milagros.

DESCRIPCIÓN	Monto (\$/disparo)	DIVERSIFICACION DE COSTOS (US \$)				
		PMMM	MOD	CIP	G. ADM.	G. COMER.
1. Labores de desarrollo Horizontales (Cortada, Galería, Subnivel)	209,699.76			104,849.88		
2. Labores de desarrollo verticales (Chimenea Simple)	224,471.41			112,235.70		
3. Depreciación de equipos de perforación en tajeas	1,604.00	1,604.00				
4. Mano de obra en perforación	6,923.40		6,923.40			
5. Materiales e insumos de perforación	7,461.23	7,461.23				
6. Depreciación de equipos de voladura	1,604.30	1,604.30				
7. Materiales e insumos de voladura	1,200.00	1,200.00				
8. Depreciación de equipos de limpieza	3,639.00	3,639.00				
9. Operadores de equipos de carguío y transporte	1,647.30		1,647.30			
10. Combustible y lubricantes para equipos de limpieza	4,251.36	4,251.36				
11. Capataces de mina	9,600.00			9,600.00		
12. Supervisores de Mina	7,200.00			7,200.00		
13. Superintendente de Mina	2,500.00			2,500.00		
14. Supervisor de mantenimiento de equipos de mina y planta	3,000.00			3,000.00		
15. Personal de operaciones de planta de tratamiento	2,400.00		2,400.00			
16. Capataces de planta	3,200.00			3,200.00		
17. Reactivos para recuperación de minerales	2,600.00	2,600.00				
18. Servicios auxiliares de planta	3,000.00			3,000.00		
19. Personal de distribución de relaves	2,400.00			2,400.00		
20. Supervisores de planta	5,000.00			5,000.00		
21. Superintendente de planta	4,400.00			4,400.00		
22. Superintendente general de Mina	3,500.00			3,500.00		
23. Transporte de concentrados para su comercialización	3,600.00					3,600.00
24. Gerente de Operaciones	4,000.00				4,000.00	
25. Gerente General	5,000.00				5,000.00	
26. Personal de Apoyo empresarial	5,000.00				5,000.00	
27. Personal de vigilancia en la mina	7,500.00				7,500.00	
28. Personal de vigilancia en las oficinas centrales de Lima	5,000.00				5,000.00	
29. Personal para comercialización de los concentrados	4,000.00					4,000.00
30. Mantenimiento de las oficinas en Lima	5,000.00				5,000.00	
31. Pago de Arbitrios	3,000.00				3,000.00	
32. Pago de impuestos	99,612.32				99,612.32	
Total S/.	653,014.08	22,359.89	10,970.70	260,885.59	134,112.32	7,600.00

Fuente: El Tesista

Tabla N° 19: Análisis considerativos.

ANALISIS CONSIDERATIVOS

CONSIDERANDO:

Producción Diaria =	342 TMSD
Operación Mensual =	30 Días
Precio Unitario del Mineral =	122.05 US \$/TMS

OBTENDREMOS:

Produccion Mensual =	10,260 TMS
Costo unitario de Producción =	63.68 US \$/TMS
Costo Unitario Variable =	28.68 US \$/TMS
Producción Mínima mensual =	1,518 TMS
Factor Economico Crítico =	185,234 US \$
Rentabilidad Operativa =	40.00 %

Fuente: El Tesista

Tabla N° 20: Parámetros considerativos.

Parámetros	(US\$/Ton)
Valor de Mineral	122.05
Costo de producción	92.36
Valor bruto Útil	29.69

Fuente: El Tesista

Tabla N° 21: Análisis del punto de equilibrio.

ANALISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

CANTID (TM/DIA)	CANTID (TM/MES)	I. BRUTOS	C. FIJO	C. VARIABLE	C.TOTA L
0	0	0	0	0	0
300	9,000	1,098,450	573,155	258,084	831,239
302	9,066	1,106,505	577,358	259,977	837,335
304	9,132	1,114,561	581,561	261,870	843,430
307	9,198	1,122,616	585,764	263,762	849,526
309	9,264	1,130,671	589,967	265,655	855,622
311	9,330	1,138,727	594,170	267,547	861,718
313	9,396	1,146,782	598,373	269,440	867,813
315	9,462	1,154,837	602,576	271,333	873,909
318	9,528	1,162,892	606,780	273,225	880,005
320	9,594	1,170,948	610,983	275,118	886,101
322	9,660	1,179,003	615,186	277,011	892,196
324	9,726	1,187,058	619,389	278,903	898,292
326	9,792	1,195,114	623,592	280,796	904,388
329	9,858	1,203,169	627,795	282,688	910,484
331	9,924	1,211,224	631,998	284,581	916,579
333	9,990	1,219,280	636,202	286,474	922,675
335	10,056	1,227,335	640,405	288,366	928,771
337	10,122	1,235,390	644,608	290,259	934,867
340	10,188	1,243,445	648,811	292,152	940,962
342	10,254	1,251,501	653,014	294,044	947,058

Fuente: El Tesista

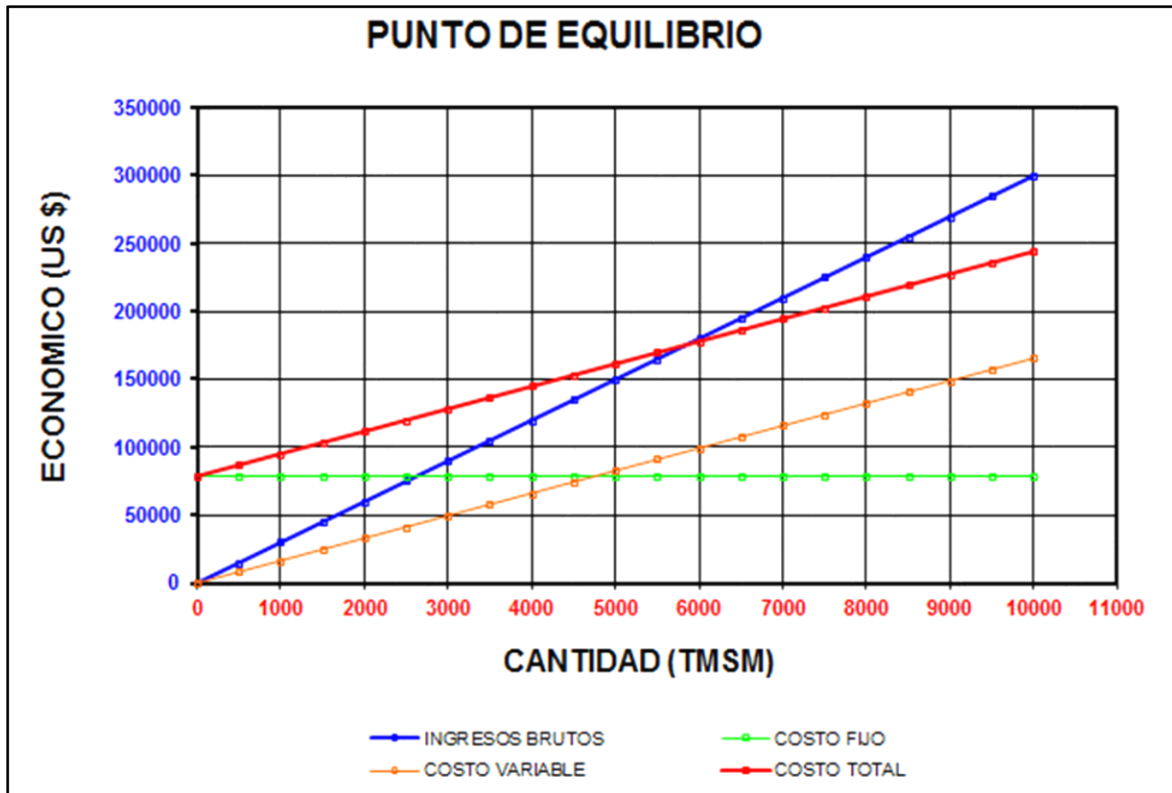


Figura N° 8: *Punto de equilibrio.*
 Fuente: El Tesista.

Tabla N° 22: Flujo de caja económico mensual.

Tasa de descuento anual	17.00%														
Tasa de Impuesto a la renta	10.00%														
Periodo (Numero de meses)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Ingresos															
Ventas de concentrados				\$ 1,098,450.00	\$ 1,114,560.60	\$ 1,130,671.20	\$ 1,146,781.80	\$ 1,162,892.40	\$ 1,179,003.00	\$ 1,195,113.60	\$ 1,211,224.20	\$ 1,227,334.80	\$ 1,243,445.40	\$ 1,251,500.70	
Egresos															
Inversion en la construccion de la trocha carrozable 800 metros	-\$	-50,000.00													
Costos de instalaciones	-\$	-15,000.00													
Inversion en desarrollo y preparacion mina	-\$	-15,000.00	-\$	-15,000.00	-\$	-15,000.00	-\$	-15,000.00	-\$	-15,000.00	-\$	-15,000.00	-\$	-15,000.00	
Costos de operacion				-\$ 831,238.91	-\$ 837,334.66	-\$ 849,526.17	-\$ 861,717.67	-\$ 873,909.17	-\$ 886,100.68	-\$ 898,292.18	-\$ 910,483.69	-\$ 922,675.19	-\$ 934,866.70	-\$ 947,058.20	
Utilidad Operativa				\$ 278,115.34	\$ 280,034.43	\$ 283,953.53	\$ 287,872.63	\$ 291,791.72	\$ 295,710.82	\$ 299,629.91	\$ 288,549.01	\$ 298,563.86	\$ 302,482.95	\$ 304,442.50	
Impuesto a la renta														-\$ 1,068,806.99	
Flujo de caja	-\$	-80,000.00	-\$	-816,238.91	\$ 278,115.34	\$ 280,034.43	\$ 283,953.53	\$ 287,872.63	\$ 291,791.72	\$ 295,710.82	\$ 299,629.91	\$ 288,549.01	\$ 298,563.86	\$ 302,482.95	-\$ -764,364.49
Flujo de caja acumulado	-\$	-80,000.00	-\$	-911,238.91	-\$ -635,123.57	-\$ -355,089.14	-\$ -71,135.61	216,737.01	508,528.74	804,239.55	1,103,869.47	1,392,418.47	1,690,982.33	1,993,465.29	\$ 1,229,100.79
VAN														519,244.81	
TIR														21%	0

Fuente: El Tesista.

4.3. Discusión de resultados

Para realizar el planeamiento de minado en la mina Shuntur primero se debe realizar el programa de producción, en base a las reservas y capacidad operativa de la mina (Equipos y personal técnico).

También se hizo notar que los costos de transporte Mina – Planta y Planta – Puerto e alto debido al mal estado de la carretera de accesos a la mina que requiere de tener un programa de mantenimiento con una cuadrilla permanente.

Los altos costos se deben a las largas distancias de transporte, al bajo nivel de producción, al bajo rendimiento de toneladas producidas por hombre.

Los costos de operación son elevados debido a que recién se está adaptando el método de taladros largos.

Los indicadores económicos tienen los siguientes valores:

$VAN = 519,244.81 > 1$ **Entonces el proyecto va**

$TIR = 21\% > 17\%$ **El proyecto es rentable**

Por lo tanto el proyecto es viable con el incremento de producción de 300 TM/día a 342 TM/día.

CONCLUSIONES.

1. Se realizó el planeamiento de minado subterráneo el cual incremento la producción de 300 TM/día a 342 TM/día en la mina Shuntur, unidad minera Señor de los Milagros para el año 2022.
2. Se seleccionó como método de explotación en Minera Shuntur S.A.C. – Zona Milagros es Taladros Largos (SUB LEVEL STOPING) en Positivo y Negativo, tanto en cuerpos como en vetas, para bancos de perforación de 1.20 m. a 12.00 m. verticales y en Abanicos. El minado con taladros largos permite obtener una explotación sostenida y a gran escala; con bajos costos operativos frente a otros métodos de minado, esto básicamente por su alta productividad.
3. Se detectó que un área crítica y de gran preocupación es la logística que muchas veces no llegan los materiales e insumos a tiempo retrasando las guardias y por ende la producción programada.
4. Se incrementó las labores de desarrollo, y con ello se aumentó las reservas minables en la mina Shuntur.
5. Existe un orden en el proceso de planeación, pero el trabajo de planear en sí es un trabajo a criterio del planeador, basado en experiencia y conocimientos adquiridos. El Planeamiento a corto plazo facilita llevar la operación de manera sostenible, asegurando que el aporte de mineral sea continua. La confiabilidad de un Plan de Minado dependerá de la calidad de información que se procesa, además de situaciones operativas que no son controlados por el área de planeamiento.
6. El planeamiento minado para la mina Shuntur constituye una valiosa herramienta para la conducción de la empresa y es idónea para establecer correspondencia entre los problemas identificados y sus causas, los objetivos previstos para superarlos y los

planes de acción que se organizan para alcanzar los resultados deseados, que permita obtener resultados lo más cercano a la realidad ya que solo así se trabajará sobre una buena base lo que permitirá obtener un buen planeamiento de minado.

RECOMENDACIONES

1. El planificador debe de tener un buen conocimiento de la mina para realizar el planeamiento de minado ya que con sus experiencia se podrá realizar la proyección de los trabajos conducentes a una buena producción con calidad, cantidad y con Seguridad.
2. La comunicación efectiva entre las áreas involucradas facilitará las tareas para cumplir el objetivo común. Es recomendable cumplir con los espaciamientos especificados para la malla de perforación en base a pruebas y tomando en cuenta contactos geológicos y geotécnicos.
3. Se recomienda el uso del planeamiento de minado subterráneo en forma secuencial para cada una de las estructuras mineralizadas, mantos de la Unidad Minera Señor de los Milagros – Mina Shuntur.
4. Es importante evaluar el avance de minado, mediante las velocidades del ciclo de operación por día, esto nos permitirá llevar una operación ordenada y sincronizada con el cronograma.
5. Es responsabilidad del personal del Departamento de Ingeniería y Planeamiento de Mina, hacer cumplir los diseños y planes de minado, evitando condiciones que pongan en riesgo la operación y objetivos de producción establecidos. Se debe emplear planes de contingencia para situaciones imprevistas que se presenten.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armendáriz Luna, M. (2016). *Diagnóstico para el desarrollo de una estrategia de incremento en la producción de 300 a 500 tpd en la Unidad Minera La Huiche de la compañía Baramin, S.A. de C.V.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. México DF, México.
- Castillo Anyosa, B. (2015). *Método de Explotación subterránea Sublevel Stopping*. Lima, Perú.
- Castillo Rodríguez, J. (2018). *Diseño de la Planeación Minera del Libre Aprovechamiento GPL Utuana perteneciente al Gobierno Provincial de Loja*. [Tesis de Pregrado, Universidad del Azuay Facultad de Ciencia y Tecnología]. Escuela de Ingeniería en Minas. Cuenca, Ecuador. .
- De la Cruz Carrasco, E. (1999). *Planeamiento y Control de Producción en Operaciones Mineras*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Delgado Vega, J. (2010). *Planificación Minera de Superficie y Subterránea*. Universidad de Antofagasta asistencia técnica, maestría internacional en ingeniería de minas, Antofagasta, Chile.
- Girón Condori, M. (2015). *Planeamiento estratégico de minado subterráneo para vetas angostas en la mina "KAZÁN" de la compañía minera Paraiso S.A.C.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro Del Perú]. Huancayo, Perú.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. . (2014). *Metodología de la Investigación*. Editorial Mc Graw Hill, Sexta Edición. México.
- Huerta Aquino, R. (2020). *Planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la unidad minera Mallay Compañía de Minas Buenaventura S.A. 2018*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo]. Huaraz, Perú. .

- León Cerna, J. (2017). *Planeamiento de minado subterráneo para optimizar la rentabilidad económica de la unidad minera San Hilarión de compañía minera Virgen de la Merced S.A.C – 2017*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo]. Huaraz, Perú.
- Lobe, C., (2017). *Planeamiento de Minado Subterráneo*. Cajamarca, Perú.
- Minera Shuntur SAC “UEA Shuntur” . (2020). *Plan de minado anual, programa anual de rotura de mineral y desmonte año 2020*. Pirá - Perú.
- Ocampo Enrique, M. (2018). *Planificación y diseño del tajo 2 de la veta Esperanza 2 EN el NV 3 de la minera Huinac SAC Usando el MS PROJECT 2013*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo]. Huaraz, Perú.
- Saravia, C. G. y Chircca, M. G. (2018). *Diseño y planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en el yacimiento Hullifero Alto Chicama - La Banda - Otuzco - La Libertad - 2017*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac]. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas. Abancay, Perú.
- Ticllasuca Lima, E. (2019). *Planeamiento de minado a corto plazo para optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A*. [Tesis de Pregrado, Universidad Continental]. Huancayo, Perú. .
- Torres Valdivia, E. (2010). *Semimecanización del método de cámaras y pilares en la mina Shuntur*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Ayacucho, Perú.

ANEXOS



ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIAS


PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA	POBLACIÓN Y MUESTRA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General		
¿El planeamiento de minado subterráneo incrementara la producción en la mina Shuntur en el año 2022?	Realizar el planeamiento de minado subterráneo para incrementar la producción en la mina Shuntur para el año 2022.	El planeamiento de minado subterráneo incrementara la producción en la mina Shuntur – 2022.	<p style="text-align: center;">Tipo</p> <p>Es el método científico Descriptivo que consiste en el análisis e interpretación de los datos que han sido reunidos con un propósito definido. Por lo tanto la presente investigación utiliza el Método Descriptivo.</p> <p style="text-align: center;">Nivel de la investigación</p> <p>El nivel será de investigación descriptiva transversal.</p> <p style="text-align: center;">Diseño de investigación</p> <p>La investigación es no experimental transversal.</p> <p style="text-align: center;">Método</p> <p>Se empleará el método deductivo donde el proceso de los conocimientos se inicia por la observación de fenómenos de carácter general con el propósito de llegar a conclusiones particulares contenidos explícitamente en la situación general.</p>	<p style="text-align: center;">Población</p> <p>La población está representada por la mina Shuntur, unidad minera Señor de los Milagros, zona de Milagros, donde se localizan los cuerpos Gloria, Mery, Mesa y Abundancia. Muestra.</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos		Muestra
¿El método de explotación es el adecuado, para el incremento de la producción en la mina Shuntur para el año 2022?	Seleccionar el método de explotación adecuado, para el incremento de la producción en la mina Shuntur para el año 2022.	Se seleccionara el método de explotación adecuado, para el incremento de la producción en la mina Shuntur para el año 2022.		<p>La muestra está representadas por: labores de desarrollos y de preparación en mineral y desmonte como: Galerías, Cruceros, chimeneas de ventilación - echaderos, Ventanas, etc., labores mineras proyectadas, y ejecución en las Zonas y Niveles que a continuación se detalla: Zona: Señor de los Milagros, en los cuerpos mineralizados con formas irregulares, se preparara en los siguientes niveles, tal como se detalla a continuación: Nivel (540, 525, 510, 480, 460): Sección Cuerpo Mesa. Block 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, Y 8.</p>
¿Cómo detectar oportunamente las áreas críticas, para dar solución inmediata?	Detectar oportunamente las áreas críticas, para dar solución inmediata.	Se detectara oportunamente las áreas críticas.		
¿Cómo incrementar las labores de desarrollo, para aumentar las reservas minables de la mina Shuntur?	Incrementar las labores de desarrollo, para aumentar las reservas minables de la mina Shuntur.	Se incrementara las labores de desarrollo, para aumentar las reservas minables de la mina Shuntur.		
¿Cómo obtener la relación costo – beneficio óptimo?	Obtener la relación costo – beneficio óptimo.	Se obtendrá la relación costo – beneficio óptimo.		

Fuente: El tesista



ANEXO N° 02: PLANO DE UBICACIÓN DE LA MINA SHUNTUR



MINERA SHUNTUR SAC	
"UNIDAD ECONOMICA ADMINISTRATIVA SHUNTUR"	
TITULO: REG.: APROB.: S.E. FCAM:	UBICACIÓN  01