

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**T E S I S**

**Planeamiento de minado para incrementar la producción de 1200 tpd  
a 2000 tpd. Mediante el minado de taladros largos en la Unidad  
Minera Contonga S.A.**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Eric Antonio SALVATIERRA OLIVARES**

**Asesor:**

**Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA**

**Cerro de Pasco – Perú - 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**T E S I S**

**Planeamiento de minado para incrementar la producción de 1200 tpd  
a 2000 tpd. Mediante el minado de taladros largos en la Unidad  
Minera Contonga S.A.**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Mg. Edwin Elias SANCHEZ ESPINOZA  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Julio Cesar SANTIAGO RIVERA  
**MIEMBRO**

---

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA  
**MIEMBRO**



Firmado digitalmente por CONDOR SURICHAGUTI Santa Silvia FAU  
20154605046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 12.06.2024 11:27:24 -05:00



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**  
**Facultad de Ingeniería de Minas**



**Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas**

## **INFORME DE ORIGINALIDAD N° 017-2024**

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

Presentado por:

**Bach. Eric Antonio SALVATIERRA OLIVARES**

Escuela de Formación Profesional  
**Ingeniería de Minas**

Tipo de trabajo:

**Tesis**

Título del trabajo

**“Planeamiento de minado para incrementar la producción de 1200 tpd a 2000 tpd. Mediante el minado de taladros largos en la unidad minera Contonga S.A.**

Asesor:

**Mg. Silvestre Fabián, BENAVIDES CHAGUA**

Índice de Similitud: **22 %**

Calificativo

**APROBADO**

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

Cerro de Pasco, 12 de junio de 2024.

Sello y Firma del responsable  
de la Unidad de Investigación

## **DEDICATORIA**

A Dios, el padre celestial, quien con su bendiciones y presencia espiritual han logrado que vida transcurra normalmente que me han guiado en mi estudio completamente y de seguro me seguirá iluminando en el camino que me falta recorrer, por darme las fuerzas de lucha con constancia y perseverancia y hacer posible la finalización de esta investigación con mucha dedicación y satisfacción.

A mis padres: ...y ..., por su confianza que depositaron en mí, y loas grandiosos consejos brindados en cada etapa de mi vida, gozar de mis triunfos y darme su apoyo incondicional para levantarme de las derrotas.

A mis hermanos, por estar siempre conmigo, por contagiarme sus aspiraciones, alegrías y el aliento para seguir adelante en todo momento y por ver en mí el guía a seguir para sus vidas.

A mi Alma mater, por cobijarme durante la vida estudiantil, en compañía de mis colegas de estudios y docentes de la Facultad.

Gracias por todo.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi satisfacción y agradecimiento, a todos los Ingenieros de la UM, Contonga, por brindarme la oportunidad de ser partícipe del Proyecto asimismo a la Gerencia de Operaciones por el apoyo desinteresado y brindarme las facilidades y el apoyo durante el desarrollo del presente, a los Ingenieros del área de planeamiento por brindarme la confianza y los consejos alcanzados que complementan los conocimientos sobre el proyecto planteado.

A todos los colaboradores de la empresa que directa e indirectamente han colaborado para la concretización de la presente tesis; así mismo a mi asesor el Ingeniero Fabián Benavides que ha me ha brindado algunas pautas para la culminación del presente trabajo de Tesis. contribuyeron en el enriquecimiento contextual con sus aportes y sugerencias precisas y objetivas.

También, deseo expresar mi sincero agradecimiento a todos los docentes, que han dejado enseñanza a favor de mi profesión, de la Facultad de Ingeniería de Minas, de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Undac, y que han compartido sus experiencias haciendo de mi un profesional en Minería con honestidad y valores sólidos.

## RESUMEN

De acuerdo a la coyuntura del mercado internacional referente al costo de los productos minerales, las empresas mineras están decidiendo realizar ampliaciones y mejoramiento de sus labores convencionales mediante profundización y recuperación y el incremento de la producción en base a la formulación de proyectos e incrementar las reservas dejados en trabajos anteriores empleando métodos y tecnologías actuales para ello se están mejorando parámetros e indicadores de producción en sus etapas unitarias de producción.

Para los propósitos de nuestro estudio, hemos utilizado herramientas geológica y geomecánicas, que nos ayudan a diseño de la ampliación de las labores de producción, y en aumento de la producción a partir del 2020, en un tonelaje diario de 1200 Tn. a 2000 Tn. Para ello se han tomado los estudios geomecánicos realizados en el 2017.

Para nuestro proyecto el plan de minado considera iniciar el año con una producción de 1,200 tpd e incrementar producción a 2,000 tpd a partir del mes de mayo con el incremento del aporte de la Zona Alta a un 49% de la producción anual entre los niveles 150 y 300, principalmente por el aporte de la Estructura B y también se explotará la Estructura C1 además del Stock Contonga, en la Zona Baja la explotación se centra en el Stock Contonga entre los niveles -100 y -310. Para lograr el plan de producción se han incrementado las labores de preparación y desarrollos, principalmente en la Zona Alta gracias a la nueva flota de equipos que en conjunto permiten un avance sobre los 700 m/mes.

Del mismo modo, se ha planteado la malla de perforación para los taladros largos, Este método de perforación para una explotación masiva o de alto volumen de material en un rango de 20 a 100, toneladas por disparo, esta malla puede generar en perforaciones en forma radial o en paralelo, que pueden ser positivos o negativos, de longitudes

variadas de 10 a 30 metros según la estructura del cuerpo mineralizado, Los taladros largos deben realizarse siguiendo las pautas técnicas de diseño del método de explotación. Asimismo, el equipamiento de perforación, carguío y transporte e infraestructura de accesos, incluyendo la seguridad y mantenimiento de los equipos respectivamente.

En este método el mineral se explota por cortes horizontales, comenzando desde la galería del nivel inferior y en sentido ascendente hasta el nivel superior. En cada corte se extrae completamente el mineral del tajo, cuando se ha culminado cada corte se rellena el espacio vacío con material de relleno que sirve para soportar las paredes y también como base para continuar el siguiente corte.

Para nuestro proyecto El stock Contonga en la zona de profundización se ha dividido en 2 sectores de acuerdo al criterio de clasificación de la masa rocosa:

o La zona Este, Norte y Sur con un RMR  $> 51$  y  $Q > 2.18$ , en este sector la roca presenta un RQD  $> 65\%$ , presenta pequeñas afluencias de agua, de manera puntual en forma de goteo.

El plan de minado se ha iniciado el 2020, con una producción de 1,200 tpd e incrementar producción a 2,000 tpd a partir del mes de mayo con el incremento del aporte de la Zona Alta a un 49% de la producción anual entre los niveles 150 y 300, principalmente por el aporte de la Estructura B y también se explotará la Estructura C1 además del Stock Contonga, en la Zona Baja la explotación se centra en el Stock Contonga entre los niveles -100 y -310.

Para lograr el plan de producción se han incrementado las labores de preparación y desarrollos, principalmente en la Zona Alta gracias a la nueva flota de equipos que en conjunto permiten un avance sobre los 700 m/mes.

El sistema de gestión del desarrollo del proyecto, que involucra los aspectos

diseñados para el proyecto de ampliación de las labores e incremento de la producción, involucra procesos basados en cinco estrategias fundamentales; el desarrollo de actividades por cada estrategia y tareas por cada actividad enfocados en un objetivo principal, “Minimizar los accidentes por desprendimiento de roca y garantizar la estabilidad de las labores subterráneas”

Palabras claves: Ampliación de sección de labor, incremento de la producción.

## **ABSTRACT**

According to the situation of the international market regarding the cost of mineral products, mining companies are deciding to expand and improve their conventional work through deepening and recovery and increasing production based on the formulation of projects and increasing reserves. left in previous works using current methods and technologies, for this purpose, production parameters and indicators are being improved in their unit stages of production.

For the purposes of our study, we have used geological and geomechanical tools, which help us design the expansion of production tasks, and increase production starting in 2020, in a daily tonnage of 1200 Tn. to 2000 tons. For this, the geomechanical studies carried out in 2017 have been taken.

For our project, the mining plan considers starting the year with a production of 1,200 tpd and increasing production to 2,000 tpd starting in May with the increase in the contribution of the Upper Zone to 49% of the annual production between levels 150 and 300, mainly due to the contribution of Structure B and Structure C1 will also be exploited in addition to the Contonga Stock, in the Low Zone the exploitation is focused on the Contonga Stock between levels -100 and -310. To achieve the production plan, preparation and development work has increased, mainly in the Upper Zone thanks to the new fleet of equipment that together allows progress of over 700 m/month.

Similarly, the drilling mesh has been proposed for long drills. This drilling method for massive exploitation or high volume of material in a range of 20 to 100 tons per shot, this mesh can generate perforations in the form radial or parallel, which can be positive or negative, of varying lengths from 10 to 30 meters depending on the structure of the mineralized body. Long drills must be carried out following the technical design guidelines of the exploitation method. Likewise, the drilling, loading and transportation

equipment and access infrastructure, including the security and maintenance of the equipment respectively.

In this method, the mineral is exploited by horizontal cuts, starting from the lower level gallery and ascending to the upper level. In each cut, the mineral is completely extracted from the pit. When each cut has been completed, the empty space is filled with filling material that serves to support the walls and also as a base to continue the next cut.

For our project, the Contonga stock in the deepening area has been divided into 2 sectors according to the classification criteria of the rock mass:

- o The East, North and South zone with an  $RMR > 51$  and  $Q > 2.18$ , in this sector the rock has an  $RQD > 65\%$ , it presents small inflows of water, occasionally in the form of drips.

The mining plan began in 2020, with a production of 1,200 tpd and increasing production to 2,000 tpd starting in May with the increase in the contribution of the Upper Zone to 49% of the annual production between levels 150 and 300, mainly due to the contribution of Structure B and Structure C1 will also be exploited in addition to the Contonga Stock, in the Low Zone the exploitation is focused on the Contonga Stock between levels -100 and -310.

To achieve the production plan, preparation and development work has increased, mainly in the Upper Zone thanks to the new fleet of equipment that together allows progress of over 700 m/month.

The project development management system, which involves the aspects designed for the project to expand work and increase production, involves processes based on five fundamental strategies; the development of activities for each strategy and tasks for each activity focused on a main objective, “Minimize accidents due to rock falls

and guarantee the stability of underground work”

Keywords: Expansion of labor section, increase in production.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, está orientado al planeamiento para el incremento de la producción de mineral de mina, para ello se ha tomado en cuenta la ingeniería de la ampliación de las labores de principales y secundarias en las cuales se considera estudios al detalle de estudios geomecánicos del macizo, las características geológicas del yacimiento que han sido de suma importancia para el desarrollo del trabajo de investigación. Asimismo, se han dividido en cuatro que detallan todo el contenido.

En el capítulo I: Planteamiento de estudio, se desarrolla el plan y la formulación del problema a investigar, los objetivos que se quieren alcanzar, la demarcación y caracterización de la mina UM. Contonga, de la Compañía minera los Quenuales, la justificación e importancia del estudio y las hipótesis.

En toda operación minera la parte de la producción mineral es la parte principal, por ende, a partir del volumen de producción planificado se debe hacer el diseño de la mina y seguir todos los procesos subsiguientes y en orden lógico de ingeniería se deben cumplir conforme se ha planificado y garantizar que los objetivos se cumplan a lo largo de toda la vida de la mina. Entonces un buen planeamiento en las etapas de minado enfocado en los métodos de minado masivo mediante el parámetro de la operación como: desarrollo y preparación de labores a largo plazo.

En el capítulo II: Marco teórico, se enfoca los antecedentes de la investigación prototipos de planificación y documentos técnicos que nos sirven de referencia para discernir datos y establecer los parámetros del proyecto de investigación,

En el capítulo III: Metodología, se desarrolla el método, tipo, nivel de investigación, el tipo de diseño que se aplica, la recolección de la muestra, las técnicas e instrumentos de la recolección de datos. El tipo de investigación es aplicada, el nivel de la investigación que se desarrolla es de tipo explicativo, porque se busca conocer la

relación que existe entre el método de explotación por taladros largos y el aumento de la productividad de la U.M. Contonga.

Las técnicas utilizadas en la recolección de datos fue la observación directa, revisión de informes y estudios anteriores, estudios in situ y análisis de los reportes de productividad de la mina y la preparación de la zona a minar.

En el capítulo IV: Resultados y discusión, se desarrolla los resultados obtenidos durante el estudio, y se concluye con una discusión de los resultados parciales, con los datos de campo ajustados a lograr con los objetivos planteados utilizando las estrategias que existe entre el método de explotación para el minado en la explotación masiva y el diseño de las labores considerando el factor de las características geomecánicas, para el diseño de las labores que nos permitirán cumplir con los objetivos de estabilidad y prevenir riesgos de caída de rocas y velar por la seguridad de las operaciones y el personal, pero que se cumpla con el incremento de la producción diría en la U.M, Contonga, en el plazo planificado.

## **INDICE**

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la Investigación.....	2
1.3. Formulación del Problema .....	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas Específicos .....	3
1.4. Formulación de Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Justificación de la Investigación .....	4
1.6. Limitaciones de la Investigación.....	4

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes de estudio .....	6
2.2. Bases Teóricas – Científicas .....	9

2.3.	Definición de términos básicos .....	15
2.4.	Formulación de la Hipótesis .....	24
2.4.1.	Hipótesis general .....	24
2.4.2.	Hipótesis Específicas .....	24
2.5.	Identificación de Variables .....	24
2.5.1.	Variable dependiente (Y) .....	24
2.5.2.	Variables independientes (X) .....	24
2.6.	Definición Operacional de Variables e Indicadores .....	25

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de Investigación .....	27
3.2.	Nivel de Investigación .....	27
3.3.	Método de Investigación .....	27
3.4.	Diseño de Investigación .....	27
3.5.	Población y Muestra.....	28
3.5.1.	Población.....	28
3.5.2.	Tamaño muestral .....	28
3.6.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	28
3.7.	Técnica de Procesamiento y Análisis de Datos .....	29
3.8.	Tratamiento Estadístico.....	29

### **CAPITULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción del trabajo de campo .....	32
4.1.1.	Ubicación y Acceso.....	32
4.1.2.	Geología General .....	33

4.1.3. Geología Local .....	36
4.1.4. Perforaciones Diamantinas.....	39
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	42
4.2.1. Resultados del proyecto de ampliación de la producción UM. Contonga	42
4.2.2. Plan de Avances .....	44
4.2.3. Plan de Desarrollos .....	45
4.2.4. Plan de Explotación.....	46
4.2.5. Métodos de Explotación.....	48
4.2.6. Servicios Auxiliares Mina.....	61
4.2.7. Geomecánica .....	64
4.2.8. Explotación Con Taladros Largos Para Incrementar La Producción.....	69
4.2.9. Resultado de las Mediciones de Esfuerzos en Stock Contonga para el Proyecto. ....	70
4.3. Prueba de Hipótesis.....	82
4.3.1. Planteamiento del problema:.....	83
4.4. Discusión de resultados:.....	84

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Preparación del Método Corte y Relleno Mecanizado .....	10
<b>Figura 2:</b> Diseño de malla de taladros largos .....	11
Figura 3: Perforación de taladros largos.....	13
Figura 4: Diseño y preparación del corte y relleno con taladros largos .....	13
<b>Figura 5:</b> Esquema de desviación de taladros según diámetro de barra.....	14
<b>Figura 6:</b> Disposición del equipo de perforación .....	14
<b>Figura 7:</b> Tabla GSI.....	18
Figura 8: Malla de perforación radial de taladros largos.....	20
<b>Figura 9:</b> Esquema general del ciclo de perforación y voladura de taladros largos.....	21
<b>Figura 10:</b> Diseño del Slot en perforación de taladros largos .....	21
<b>Figura 11:</b> Diseño de perforación del Slot .....	22
<b>Figura 12:</b> Eventos de construcción del Slot.....	22
<b>Figura 13:</b> Programa DDH – 2019 Zona Alta, Nv 240 hacia Estructuras “B” .....	40
<b>Figura 14:</b> Programa DDH – 2019, Zona Alta, Plano NV 300 hacia Estructuras “B” .	40
<b>Figura 15:</b> Programa DDH – 2019, Zona Baja, NV -310 Anillo Contonga, Sector Este y Sureste .....	41
<b>Figura 16:</b> Programa DDH – 2019, Zona Baja, NV -310, Anillo Contonga, Sector Norte y Noreste.....	41
<b>Figura 17:</b> Programa DDH – 2019, Zona Baja, NV -310, Anillo Contonga, Sector Oeste y Suroeste .....	42
<b>Figura 18:</b> Incremento de producción de la Zona Alta.....	47
<b>Figura 19:</b> Aporte de producción por métodos de minado.....	47
<b>Figura 20:</b> Preparación del Método Corte y Relleno Mecanizado .....	54
<b>Figura 21:</b> Batido de Accesos en el Método de Corte y Relleno Mecanizado.....	55

<b>Figura 22:</b> Ciclo del Método de Explotación Corte y Relleno.....	56
<b>Figura 23:</b> Secuencia de Explotación de Taladros Largos – Variante Top Down .....	58
<b>Figura 24:</b> Secuencia de Explotación de Taladros Largos – Variante Avoca.....	59
<b>Figura 25:</b> Secuencia de Explotación de Taladros Largos – Variante Bench Stopping..	60
<b>Figura 26:</b> Testigos del Over 01, de la zona Norte CAM 918 NV_-310 .....	67
<b>Figura 27:</b> Plano de Zonificación del NV_-310 con las direcciones de los esfuerzos principales S1 del Over 01, rumbo N 247° y S1 del Over 02 Rumbo N 221° .....	67
<b>Figura 28:</b> Plano de Zonificación del NV_-310 con las direcciones de los esfuerzos principales S1 del Over 01, rumbo N 247° y S1 del Over 02 Rumbo N 221° .....	68
<b>Figura 29:</b> RQD en la zona de profundización para el proyecto.....	74
<b>Figura 30:</b> Simulaciones de secuencia miento para NV (-)310 hasta NV (-)250 (Pot 15.0 m Top Down) .....	75
<b>Figura 31:</b> Simulaciones de secuencia miento para NV (-)310 hasta NV (-)250 (Pot 8.0 m Top Down) .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Criterio para la clasificación Bieniawski 2019 .....	19
<b>Tabla 2:</b> Operacionalización de variables e Indicadores .....	25
<b>Tabla 3:</b> Programa de Producción de mina por zonas y sectores enero a diciembre 2022 .....	28
<b>Tabla 4:</b> Resumen de Perforación Diamantina.....	39
<b>Tabla 5:</b> Resumen Programa de Producción Planta 2019 .....	43
<b>Tabla 6:</b> Programa de Preparaciones 2019 por zonas y sectores.....	44
<b>Tabla 7:</b> Programa de Preparaciones 2019 por zonas y niveles .....	44
<b>Tabla 8:</b> Programa de Desarrollos 2019 por zonas y sectores.....	45
<b>Tabla 9:</b> Programa de Desarrollos 2019 por zonas y niveles .....	45
<b>Tabla 10:</b> Programa de Producción Mina por zonas y sectores .....	46
<b>Tabla 11:</b> Programa de Producción Mina por zonas y niveles .....	46
<b>Tabla 12:</b> Ingresos de Aire Fresco.....	63
<b>Tabla 13:</b> Salidas de Aire.....	64
<b>Tabla 14:</b> Diferencia de Ingresos y Salidas de Aire .....	64
<b>Tabla 15:</b> Magnitud y Dirección de esfuerzos Insitu del Over 1 (Geomecanica 2017) 66	
<b>Tabla 16:</b> Magnitud y Dirección de esfuerzos Insitu del Over 1 (2017).....	70
<b>Tabla 17:</b> Ensayos de constantes elásticas en roca Intrusivo (2017).....	71
<b>Tabla 18:</b> Ensayos de constantes elásticas en roca Caliza (zona transición del intrusivo hacia la caliza) 2017 .....	71
<b>Tabla 19:</b> Criterio para la clasificación Bieniawski (1989).....	72
<b>Tabla 20:</b> Calidad de la masa rocosa por Litología NV_-310.....	73
<b>Tabla 21:</b> Cálculo del Número de Estabilidad (N').....	73

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

Las condiciones actuales de la Unidad Minera Contonga, en su afán de mejorar sus operaciones unitarias, para ello debe desarrollar proyectos de ampliación de sus labores de desarrollos y preparaciones por consiguiente incrementar la producción.

Debido al mantenimiento de los costos de los minerales en el mercado internacional las empresas mineras están decidiendo realizar ampliaciones y mejoramiento de sus labores convencionales mediante profundización y recuperación de sus recursos dejados en trabajos anteriores empleando métodos y tecnologías actuales mejorando parámetros e indicadores de producción en sus etapas unitarias de producción.

Es así que habiendo realizado un análisis técnico productivo en la Unidad Minera Contonga, se ha decidido realizar un Planeamiento para el minado continuo mediante el uso de los taladros largos para incrementar la producción de 1200 tpd a 2000 tpd., con leyes de 2.82% de Zn, 0.75% de Pb, 0.84% de Cu y

1.72 oz Ag/t, con voladura masiva, para ello se han adecuado y diseñado las labores de producción para cumplir con los objetivos planteados por la gerencia de operaciones de la Empresa.

Para la determinación de la aplicación de los taladros largos de producción se han realizado estudios del macizo rocoso, los aspectos geotécnicos, diseño de la geometría del yacimiento, los equipos de perforación, la capacitación del personal colaborador, y aspectos técnicos de los elementos de voladura y la utilización óptima de todos los recursos productivos, que se desarrollaran en el presente proyecto para cumplir los objetivos planteados mediante el minado con taladros largos para voladura masiva o de gran volumen para el métodos de minado de corte y relleno mecanizado. Bajo este concepto se ha denominado al proyecto de investigación **“Planeamiento de minado para incrementar la producción de 1200 tpd. a 2000 tpd. mediante el minado de taladros largos” en la Unidad Minera Contonga S.A.**

## **1.2. Delimitación de la Investigación**

- a) **Conceptual**, básicamente para el desarrollo del proyecto emplearemos conceptos técnicos válidos para el planteamiento técnico de los parámetros de la perforación y voladura de taladros largos que ayuden a solucionar los problemas.
- b) **Espacial**. Es estudio se realizará en la Compañía Minera Contonga S.A. ubicado en la región Ancash, Provincia de Huari, Distrito de San Marcos. En las coordenadas 9°29'26" latitud Sur y 77°04'03" longitud Oeste, en altitud entre 4000 msnm hasta 46000msnm. Con Gerencia General en la ciudad de Lima
- c) **Temporal**. El estudio será de tipo directo en un plazo de seis meses de

marzo a setiembre del 2023, cuya duración será al largo del tiempo de explotación de la zona alta, centro y baja del yacimiento.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿El planeamiento de minado empleando los taladros largos ayudará a incrementar la producción en la Unidad Minera Contonga S.A.?

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

- a. ¿De qué manera los taladros largos incrementan la producción de 1200 tpd?, a 2000 tpd., en la Unidad Minera Contonga S.A.?
- b. ¿De qué manera estarán diseñados los taladros largos para incrementar la producción en la unidad minera Contonga S.A.
- c. ¿El minado con taladros largos garantizan el incremento de la explotación preservando la seguridad de todos los colaboradores y los equipos de manera óptima en la unidad minera Contonga S.A.?

### **1.4. Formulación de Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

El planeamiento del minado subterráneo logrará incrementar la producción en tpd., del mineral con el uso de los taladros largos.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Los taladros largos estarán diseñados para incrementar la producción en toneladas por día.
- b. Con el planeamiento de minado se logra un buen diseño de los taladros largos de voladura y obtener el volumen requerido de mineral.
- c. Con el minado empleando los taladros largos preservaremos la

seguridad del personal y los equipos de trabajo.

### **1.5. Justificación de la Investigación**

Nuestro Proyecto de investigación dentro del planeamiento plantea parámetros de minado para aumentar la producción diaria, mediante la implementación y el diseño de los taladros largos con una voladura masiva del mineral, como método principal combinado con el método de minado de Corte y Relleno ascendente Mecanizado, sistematiza la producción de mineral basado en la voladura masiva o de gran volumen con el cual se justificará los objetivos del proyecto.

Para el desarrollo del proyecto, se han realizado los estudios previos de las características del yacimiento, la configuración geométrica del minado, los requerimientos de equipos de perforación apropiados, el método de explotación, el diseño propio del minado actual, la ley de minado, la capacidad operativa de los equipos de perforación, limpieza y transporte, etc. Plasmados en el planeamiento respectivo, que serán supervisados y controlados adecuadamente.

El impacto de los resultados justificará en la mejora de la eficiencia de minado, por lo tanto, en el incremento sustancial de la producción diaria, asimismo controlando la productividad y la eficiencia de las actividades del minado continuo, para la satisfacción de la Empresa, y pueda servir como antecedente y aplicar a las zonas productivas en general, asimismo, para empresas mineras que decidan adecuar los proyectos similares.

### **1.6. Limitaciones de la Investigación**

El proyecto planteado no ha tenido limitaciones trascendentes, debido a que se ha tenido la colaboración correspondiente de parte de todas las áreas de

operación de la empresa, nos referimos a la gerencia de operaciones y todos los colaboradores de la mina.

En cuanto se refiere a los antecedentes se han tomado algunos casos técnicos de otras empresas en lo referido al planeamiento y las explotaciones con taladros largos.

Una de las limitaciones han sido la poca capacitación de operadores de los equipos para ejecutar los taladros largos en el método de minado de corte y relleno ascendente mecanizado en tajos donde no es posible ejecutar los taladros largos.

### **Importancia y Alcance de la Investigación**

La importancia de la presente investigación es un gran aporte por parte de los estudiantes y profesionales de ingeniería de minas e investigadores universitarios brindándoles experiencia en el desarrollo de los planes mineros para lograr rendimientos óptimos a través de la evaluación de las características de un adecuado plan de minado de la unidad minera, lo cual genera aportes técnicos muy importantes.

Continuar con el descubrimiento de la naturaleza trascendental del avance de los trabajos en la minería, con sus características de desarrollo con respecto a este rubro, el mismo que será un gran aporte para el cumplimiento de los objetivos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **a. Antecedentes Internacionales**

- MURUAGA, I. (2016). En su tesis “Selección de métodos de explotación para vetas angostas”. Universidad de Chile. Concluye que: Los métodos de minado como Sub Level stoping y Sub Level Caving aplicado a vetas angostas son los que generan una mayor rentabilidad económica, para esto se define los parámetros que harán posible la aplicación de estos métodos. Sin embargo, cuando usamos la plantilla de Nicholas, sale como resultado que estos métodos no son aplicables en vetas angostas.
- CORTEZ S. I (2020), Universidad de Chile, en sus escritos Indica, que el método de perforación y tronadura es vastamente usado en las operaciones de excavación subterránea a lo largo del mundo para el desarrollo de túneles y galerías. Debido a la gran incidencia de la calidad de la perforación en los costos, resultados de esta operación y en el resto

de las actividades del ciclo, es necesario desarrollar y evaluar nuevas tecnologías que hagan más eficiente la operación.

- RODRIGUEZ S. (2019), Universidad de Colombia en un artículo técnico, indica, que en la mina La Independencia ubicada en Titiribí Antioquia. se vienen realizando labores de desarrollo en guías (taladros de longitud), con minería selectiva para la recuperación de oro.

Debido a la mayor producción de material en las voladuras de frente completo se recuperan los costos más rápidamente, además se logra un mayor avance, 2.3 veces más que en el trabajo con voladura selectiva.

Por tanto, con este artículo se rompe un paradigma conceptual de que la minería selectiva es más económica que la de frente completo.

#### **b. Antecedentes Nacionales**

- HUARCAYA C. (2010). “Explotación de vetas por subniveles con taladros largos en empresa explotadora de Vinchos LTDA. S.A.” el autor concluye: El minado por subniveles con taladros largos en vetas angostas genera alta productividad, además este método permite el trabajo mecanizado y genera una adecuada ventilación por ende el método además de ser altamente productivo es seguro.
- QUISPE C. (2019) En su tesis, “Diseño de mallas de perforación y voladura y su incidencia en los costos unitarios en la unidad minera Chalhuane”, Resume que, El propósito de la presente investigación es mejorar en el proceso de extracción de mineral, en el ciclo de minado, la operación unitaria binomial de perforación y voladura con el mejor diseño así también se reducirá los costos. Para lograr este propósito se realiza una supervisión, capacitación, y control de las operaciones

unitaria de perforación y voladura. Es muy importante realizar un adecuado diseño de las mallas de perforación y voladura para tener en forma detallada los procedimientos de cálculo de los costos de operación para obtener un control; desde el punto de vista económico y la necesidad de optimizar los recursos e insumos de la perforación y voladura.

- HUANUQUEÑO J.B. (2019) En su tesis “Aplicación de taladros largos en la mina Coturcan Compañía Minera Lincuna, concluye, que las características geométricas y geomecánicas del tajo Coturcan son aptas para ser explotado con el método de taladros largos, el tajo tiene un RMR mayor a 50 y RQD que llega a 75%, la distribución del bloque es de 50 metros de altura para cada subnivel para su explotación teniendo 85° de inclinación que es favorable para el desplazamiento del mineral.

En la etapa de perforación, voladura y acarreo del mineral volado se llegó a la producción planeada de 1300 TND considerando la óptima disponibilidad y factor de utilización de los equipos que se pudo trabajar con el 80% y 75% respectivamente, así también la capacidad de perforación del equipo DD-2710 fue de 9139.2 metros perforados por mes, este ayudo a llegar y mantener constante la producción planeada. (Pág. 75)

- LAVADO P.J. (2019) en su tesis resume, La empresa Alpayana S.A tiene como objetivo maximizar sus ingresos, para esto es necesario incrementar la productividad y reducir los costos, y así hacer sostenible las operaciones durante la vida de la mina, frente a los factores a las que se encuentran durante la explotación de los recursos naturales y logrando sus objetivos trazados. Para alcanzar estos objetivos existe una opción que permite optimizar los costos de producción y generar rentabilidad,

es la aplicación de taladros largos en las operaciones mineras.

## **2.2. Bases Teóricas – Científicas**

C. Utches. C. G. (2017), Universidad Central de Venezuela, En su resumen indica Las variables que intervienen en el resultado de las voladuras son teóricamente controlables y definibles por los profesionales que desafían las voladuras, sin embargo, las experiencias en campo dejan ver que dichas variables controlables, son afectadas por una serie de variables que no son controlables, las cuales pasan a condicionar de manera definitiva el resultado de una voladura. En tal sentido se plantea como objetivo general determinar las variables no controlables que intervienen en la planificación, ejecución y resultado de las voladuras.

### **Producción Minera**

Es la cantidad de material arrancado producto de un minado expresado en unidades de peso o volumen, en función del tiempo.

### **La productividad**

Es la medida que se expresa eficiencia y eficacia, de la producción en función de los recursos utilizados para su producción del recurso minero. En forma cuantitativa y cualitativa.

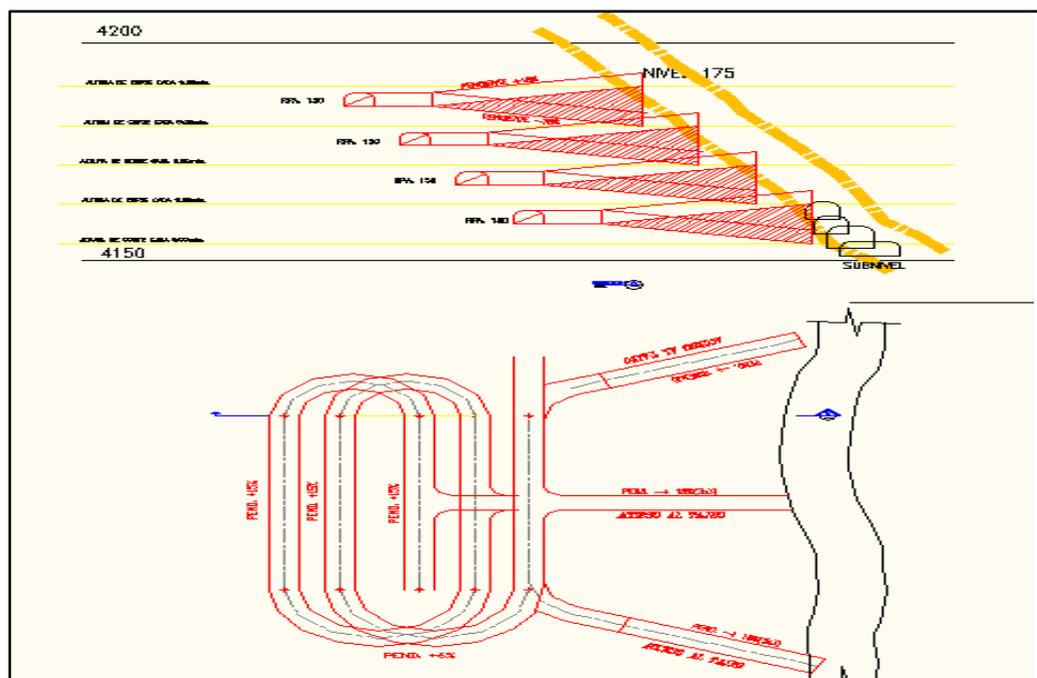
### **Ventajas de la productividad**

- Aumenta la velocidad del minado y la rentabilidad.
- Permite una buena recuperación del mineral
- Colabora con la competitividad de la empresa con sus similares
- Permite la estandarización de las operaciones unitarias.

## Método de minado con taladros largos

Se constituye como un método de explotación mediante la perforación de huecos o taladros de gran longitud en el macizo rocoso con fines a ser cargados mediante agentes explosivos, la perforación puede ser en forma paralela o en forma radial en abanico. El minado expresa arrancar el material en forma masiva o grandes volúmenes, para ello se diseñan mallas de perforación con los parámetros y variables de perforación y voladura respectivamente, y debe seguir una caracterización geomecánica del yacimiento y el método de explotación principal.

**Figura 1:** Preparación del Método Corte y Relleno Mecanizado



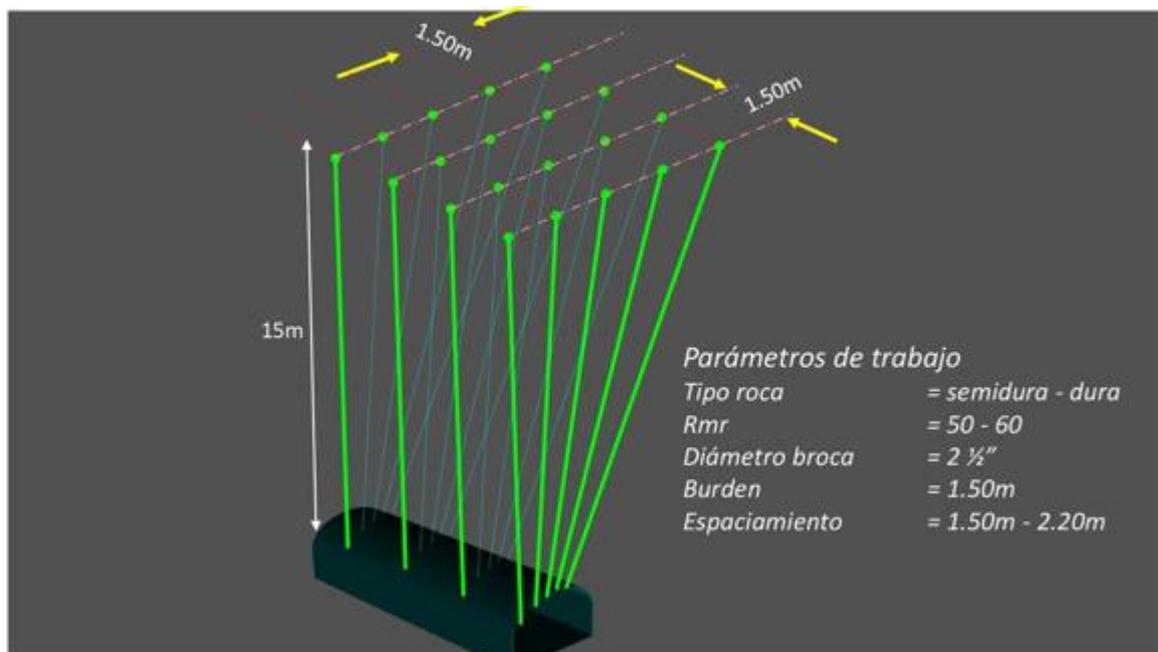
Fuente: Planeamiento Minera Contonga

Los taladros largos principalmente están basados en la perforación a cielo abierto, pero en minería subterránea donde por lo general los taladros son de abajo hacia arriba donde la configuración geométrica está dada de acuerdo al método de explotación y la forma del yacimiento.

parámetros y características del método de explotación:

- Geometría del yacimiento: Consiste en la longitud, alto y ancho.
- Forma: Es el aspecto geométrico del cuerpo mineralizado donde se diseñará los taladros largos.
- Buzamiento: La inclinación de la estructura debe tener un ángulo mayor a 50°.
- Geomecánica: Es la característica física de la roca mineralizada y de los hastiales que deben tener una caracterización a medida del avance.

**Figura 2:** Diseño de malla de taladros largos



Fuente: Famesa S.A.

- Selectividad: La selectividad del método está limitada por las características del macizo tales como:
  - Dureza
  - Resistencia
  - Abrasividad
  - Textura

- Estructuras
- Taladros largos en paralelo,
 

Este tipo de perforación es generalmente aplicado en yacimientos de potencias menores, vetas donde el ancho de minado es de 1.50 m hasta 3.00 m, la ejecución de los subniveles se hace con sección de 3.50 x 3.50 m, estos sirven como nivel de perforación y carguío, así como también para el traslado de los equipos de perforación y acarreo. La distancia entre subniveles varía de 10 m a más, es en estos subniveles donde se realizan perforaciones de taladros acorde al buzamiento de la veta, con longitudes de 12 a 15 m como máximo en positivo o negativo con brocas de mayor diámetro, para reducir la desviación de taladros.
- Teoría de los parámetros de perforación, Estos son los parámetros de cálculo que en la teoría de la voladura se tiene muchos autores que mediante un modelo matemático se define teniendo en cuenta principalmente al macizo rocoso y el método de explotación diseñado, los principales son:
  - Burden
  - Espaciamiento
  - Diámetro de taladro
  - Diámetro de broca
  - Peso específico de la roca
  - Radio de influencia de taladros
  - Desviación de los taladros
  - Mecanismo de fragmentación
- Cálculo del Burden (B), En la teoría de la voladura el burden es dos veces el radio de rotura. Existen diversos modelos de cálculo de este principal

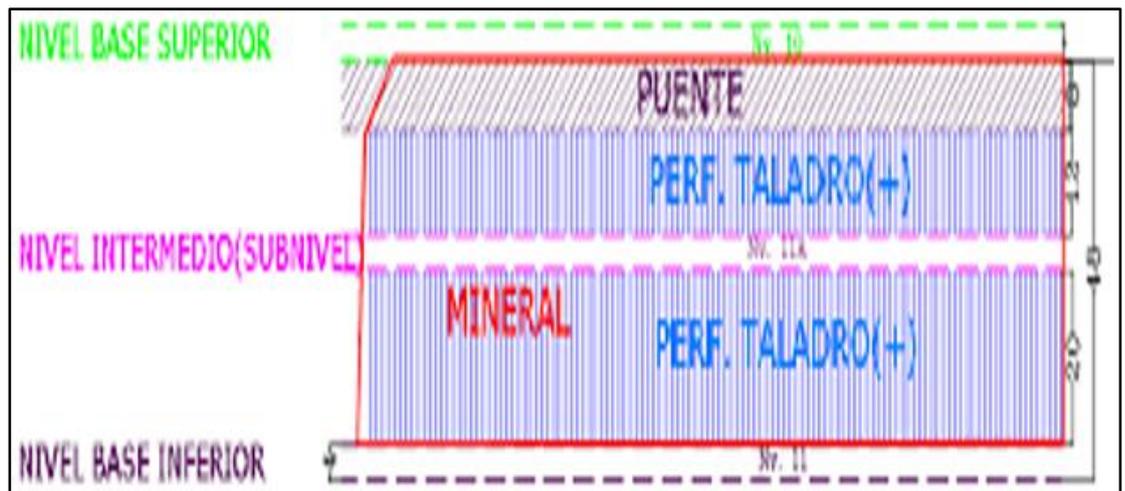
parámetro dentro de la literatura de la perforación y voladura especialmente de los taladros largo. Es decir, que el Burden y el espaciamiento son parámetros determinantes para una voladura eficiente.

Figura 3: Perforación de taladros largos



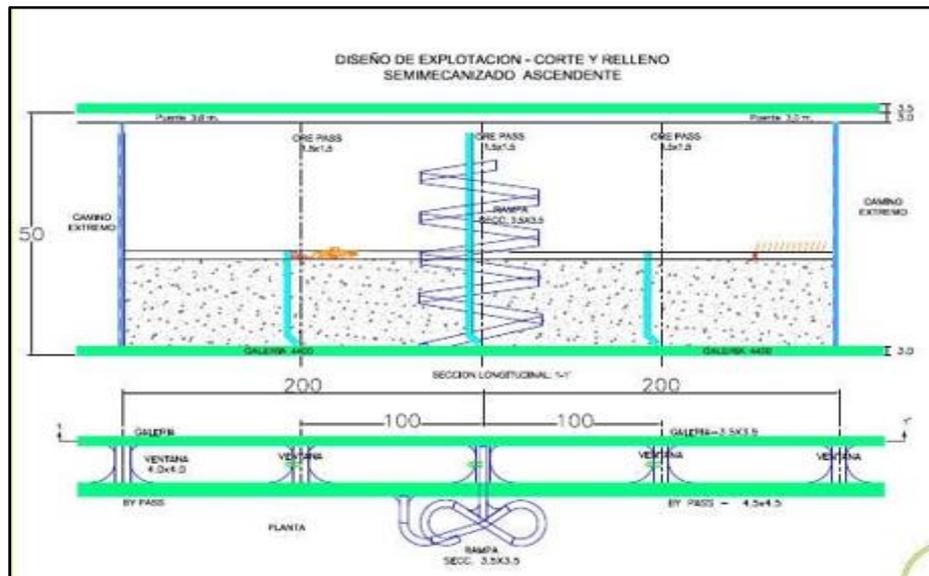
Fuente Exsa.

Figura 4: Diseño y preparación del corte y relleno con taladros largos



Fuente: Tesis Celis Caballero.

**Figura 5:** Esquema de desviación de taladros según diámetro de barra



Fuente: Famesa S.A.C

### Desviación de taladros

Es normal hablar de la total eliminación de la desviación del taladro, pero sí, de poder minimizar en forma considerable. Es decir, se recomienda que esta sea no mayor a 3°C. para ello se debe contar con el control de perforación y la buena estabilidad y disposición del equipo que debe ser sumada a la pericia del operador.

**Figura 6:** Disposición del equipo de perforación



Fuente: Epiroc.

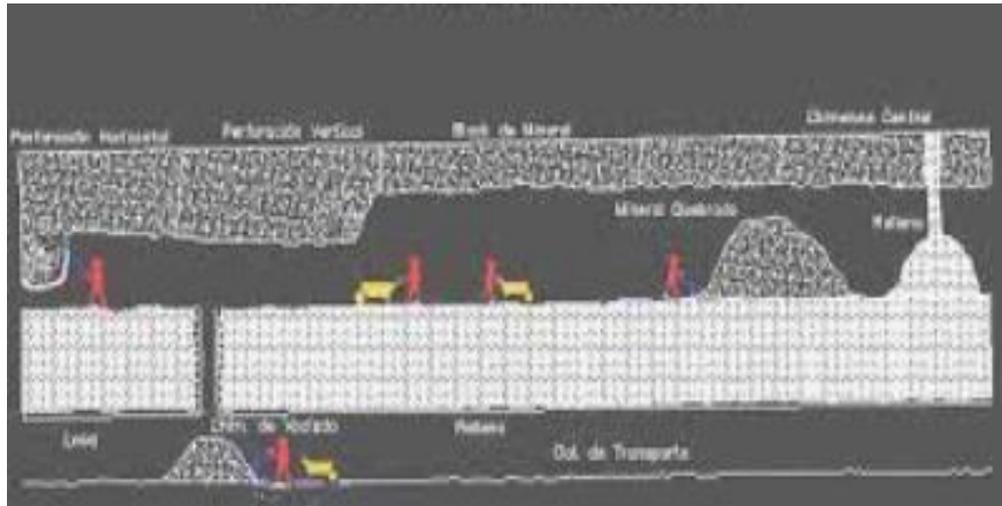
## **Plan de Minado**

Para nuestro proyecto el plan de minado considera iniciar el año con una producción de 1,200 tpd e incrementar producción a 2,000 tpd a partir del mes de mayo con el incremento del aporte de la Zona Alta a un 49% de la producción anual entre los niveles 150 y 300, principalmente por el aporte de la Estructura B y también se explotará la Estructura C1 además del Stock Contonga, en la Zona Baja la explotación se centra en el Stock Contonga entre los niveles -100 y -310. Para lograr el plan de producción se han incrementado las labores de preparación y desarrollos, principalmente en la Zona Alta gracias a la nueva flota de equipos que en conjunto permiten un avance sobre los 700 m/mes.

Parte importante para lograr una producción sostenible a 2,000 tpd., es la ejecución, prolongación y puesta en funcionamiento de los echaderos principales OP1, OP2, OP3 y OP4, WP01 y WP02 que abarcan toda la zona de operación hasta el Nv 240 y que serán prolongados posteriormente mediante chimeneas VCR, los OP's llegarán al Nivel principal de extracción en el Nv. 0 que será prolongado hacia la estructura B y los WP llegarán a los niveles 100 y 200 en el Stock y la Estructura B respectivamente. Este método de los taladros largos se utilizará en estructuras mayores a 2.5 metros, para menores a estas estructuras se continuará con el método de Corte y relleno mecanizado.

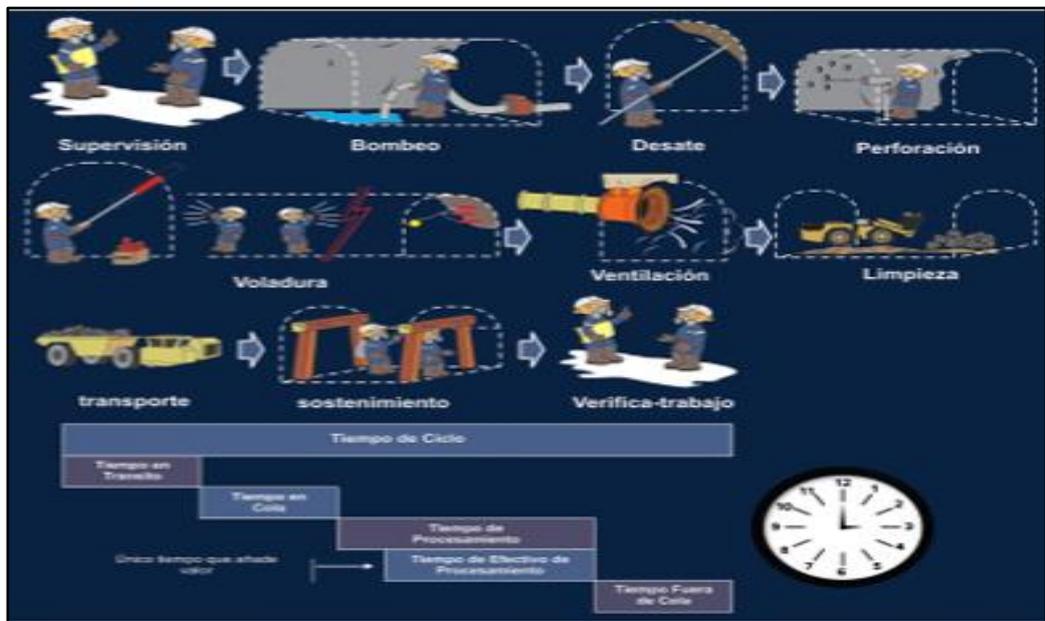
### **2.3. Definición de términos básicos**

**Corte y Relleno Mecanizado:** Es un método ascendente (realce). El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente.

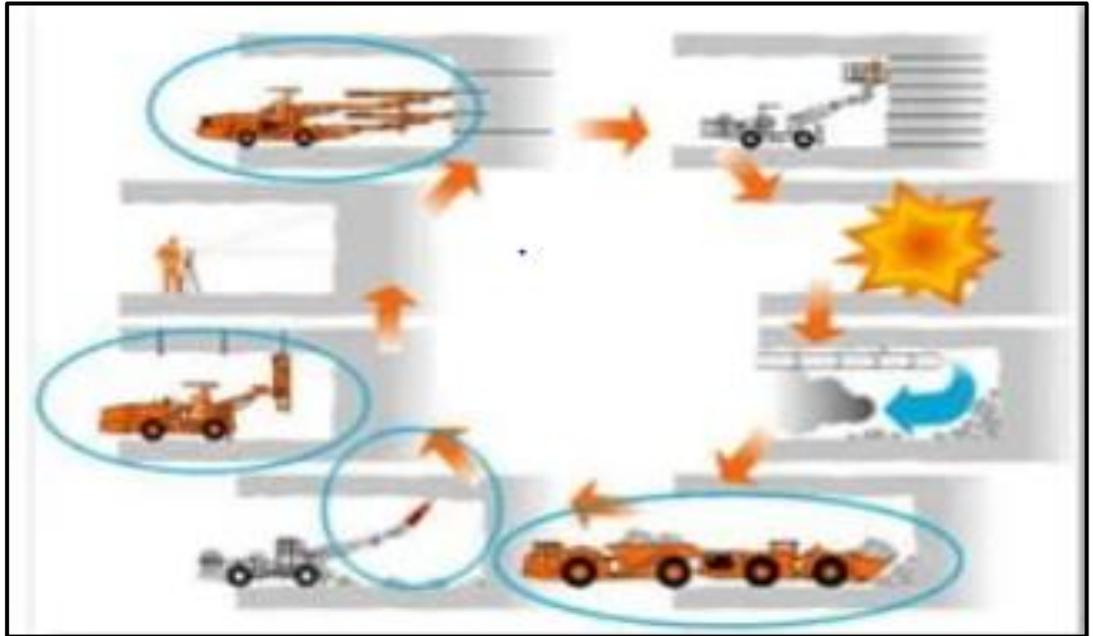


Fuente: Geco-Puno

**Ciclos de Minado:** El ciclo minero es de suma importancia en un proyecto minero ya que se encuentran las ocho etapas clásicas para explotar el mineral de una forma segura y racional. Estas son: Perforación, voladura, limpieza, sostenimiento, acarreo, transporte y relleno.



Fuente: academia\_edu



Fuente: Slides Share

**Parámetros geomecánicos:** Estos parámetros son los indicadores de macizo rocoso estas son:

El índice de plasticidad.

Contenido de humedad.

Densidad.

Gravedad Específica,

Estos parámetros caracterizan a la roca para poder utilizar el método de perforación de taladros largos, que se utilizaran en estructuras mayores a 2.5 metros.

Figura 7: Tabla GSI.

UNIDAD MINERA CONTONGA - GEOMECÁNICA		CONDICIÓN SUPERFICIAL			
<b>A</b> Sin sostenimiento o pemo ocasional					
<b>B</b> Pemo sistemático espaciados de 1.40 - 1.8 m					
<b>C</b> Malla + Pemo Sist. esp. a 1.40 m (Shotcrete 2" opcional)					
<b>D</b> Shotcrete 2" + Pemo Sist. a 1.40 m (cimbras ligeras opcional)					
<b>E</b> Cimbras espaciadas de 0.8 m a 1.50 m					
<p>Labor Temporal Labor Permanente</p> <p>Labor temporal sección desde 2.80 a 4.00 m Labor permanente sección desde 4.00 a 4.50 m</p> <p>CONDICIÓN ESTRUCTURAL</p>					
<p>BUENA (MUY RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA) DISCONTINUIDADES RUDOSAS, LEV. ALTERADA, MANCHAS DE COCCAS (USE POWER LOW VARIOS GOLPES DE PIZOTA)</p> <p>REGULAR (RESISTENTE Y MODERADAMENTE ALTERADA) DISCONTINUIDADES LISAS, MODERADAMENTE ALTERADA, MANCHAS DE COCCAS (USE POWER LOW UNO O DOS GOLPES DE PIZOTA)</p> <p>POBRE (MODERADAMENTE RESISTENTE Y MUY ALTERADA) SUPERFICIE LISA O CON ESTRACIONES, MUY ALTERADA, MANCHAS DE COCCAS (USE POWER LOW UNO O DOS GOLPES DE PIZOTA)</p> <p>MUY POBRE (BLANDA, MUY ALTERADA) SUPERFICIE LISA Y ESTRADA, MUY ABIERTA CON MANCHAS DE COCCAS (USE DIABOLINA O JINETINA PROFUNDAMENTE)</p>					
<p>LEVEMENTE FRACTURADA (LF)</p> <p>TRES O MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SÍ (RQD 81 - 100) RQD = 115 - 3.3 Jn. 2 A 8 PRAOT. POR METRO CUADRADO</p>	LF/B	LF/R	NA	NA	
<p>FRACTURADA (F)</p> <p>MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CÚBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES RQD 61 - 80 8 A 14 PRAOT. POR METRO CUADRADO</p>	F/B	F/R	NA	NA	
<p>MUY FRACTURADA (MF)</p> <p>MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MÁS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES RQD 41 - 60 14 A 20 PRAOT. POR METRO CUADRADO</p>	NA	MF/R	MF/P	NA	
<p>INTENSAMENTE FRACTURADA (IF)</p> <p>PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO, CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES. RQD 21 - 40 20 A 29 PRAOT. POR METRO CUADRADO</p>	NA	IF/R	IF/P	IF/MP	
<p>TITURADA O BRECHADA (T)</p> <p>LEGERAMENTE TRABADA, MASA ROCOSA EXTREMADAMENTE ROTA CON MEZCLA DE FRAGMENTOS FÁCILMENTE DISORGANIZABLES, ANGULOSOS Y REDONDEADOS. RQD &lt; 21</p>	NA	NA	T/P	T/MP	

SAFEWORK METODOLOGIA DE APLICACION UNIDAD CONTONGA SOSTENIMIENTO DE LABORES SEGUN GSI ESTANDARIZADO 2018			
INDICE G.S.I.	RMR	SOSTENIMIENTO Temporal (Split set 0.7 / Hydrabolt 7) Permanente (Inalocación 7 / Hydrabolt 7)	TIPO DE SOPORTE
Levemente fracturada / Buena (LF/B)	75 - 90	Temporal Permanente	A A
Levemente fracturada / Regular (LF/R)	65 - 75	Temporal Permanente	A B
Fracturada / Buena (F/B)	65 - 75	Temporal Permanente	A B
Fracturada / Regular (F/R)	55 - 65	Temporal Permanente	B B
Muy fracturada / Regular (MF/R)	45 - 55	Temporal Permanente	B C
Muy fracturada / Pobre (MF/P)	30 - 45	Temporal Permanente	B D
Intensamente fracturada / Regular (IF/R)	30 - 45	Temporal Permanente	C D
Intensamente fracturada / Pobre (IF/P)	20 - 30	Temporal Permanente	C E
Intensamente fracturada / Muy pobre (IF/MP)	< 20	Temporal Permanente	C E
Triturada / Pobre (T/P)	< 20	Temporal Permanente	E E
Triturada / Muy Pobre (T/MP)	< 20	Temporal Permanente	E E

1.- Para utilizar la tabla GSI, se determina en campo (in-situ) lo siguiente:

- a.- El parámetro "CONDICIÓN ESTRUCTURAL", se medirá contando la cantidad de fracturas por metro cuadrado.
- b.- El parámetro "CONDICIÓN SUPERFICIAL", se determinará según la resistencia de la roca mediante las cantidad de golpes a ser rota, la facilidad a ser rayada o descostrada con la navaja o si se indenta superficial o profundamente.

El área a evaluar con el GSI, deberá lavarse previamente para su fácil visualización de las fracturas, la condición de relleno de las fracturas y cualquier otra característica que debilite el macizo rocoso.

- 2.- El término "pemo" es utilizado para la descripción de los pemos Helicoidales, Pyhton y Split-set. El uso de estos elementos de sostenimiento dependerá del tiempo de apertura de labor (permanente o temporal).
- 3.- Durante la instalación de la malla se debe asegurar con los pemos en forma sistemática, teniendo que emplear mini split set en tramos de malla colgada y en el traspase de la malla que será de 0.30 m.
- 4.- Se ejecutará el estándar EDO-PLA-08 "Sostenimiento en acoesos a tajos" el cual indica que todo laboreo cual sea el tipo de roca se sostendrá con pemos mas malla electrosoldada o Shotcrete 2" desde 15 m antes de la comunicación a la zona mineralizada.
- 5.- Para el sostenimiento de cuñas, se deberá evaluar las dimensiones y tonelaje de éstas versus la capacidad portante y longitud de los pemos, de no ser posible sostener las cuñas con pemos, se deberá colocar cable bolting o sostenimiento pasivo ( Cimbras ).
- 6.- En presencia de factores influyentes (ej. agua, voladura deficiente, tajos cercanos, intersección de labores, relajamiento o altos esfuerzos) se recomienda bajar la condición superficial hacia el lado derecho, dando como resultado un sostenimiento de refuerzo inmediato inferior al sostenimiento obtenido con la tabla geomecánica (ej. Malla electrosoldada o shotcrete).
- 7.- En excavaciones realizadas en litología de tipo intrusivo, propensa a relajamiento o estallidos por altos esfuerzos de campo o por influencia de espacios abiertos, el sostenimiento, será reforzado con Malla a sección completa.
- 8.- El Cable Bolting será empleado en la caja techo de los tajos previa evaluación Geomecánica y en caso de cuñas mayores.
- 9.- Según el DS034-2016, Artículo 213, se aplicará el concepto de "METRO AVANZADO, METRO SOSTENIDO".

NOTA: La cartilla geomecánica es una guía para las operaciones mineras y puede sufrir modificaciones según el comportamiento del macizo rocoso, NO SE APLICA EN LOS SIGUIENTES CASOS:  
Falla o Cuñas mayores, en zonas de altos esfuerzos, estallidos de roca, rehabilitación de labores antiguas (evaluación de Geomecánica).  
En casos especiales se modificará el sostenimiento. El Geomecánico previa evaluación y estudio, sustentará mediante un informe oficial. Ejm en caso de secciones convergentes de alarma.

Fuente: Departamento de Geomecánica Contonga S.A

**Clasificación de la masa rocosa:** Para la clasificación Geomecánica de

la masa rocosa se utilizó el criterio de Bieniawski, 1989 (RMR – Rock Mass Rating). Los valores del RQD (designación de la calidad de la roca) se determinó por un lado mediante el registro lineal de discontinuidades, Priest & Hudson (1986) puede ser estimado a partir del número de discontinuidades por unidad de longitud (m), también se disponía de los testigos de perforación diamantina en la

zona de profundización, cuyos parámetros también fueron usados en diferentes corridas para la comparación de los resultados.

El stock Contonga en general carece de presencia de agua de gran consideración en interior de mina, en algunas labores se puede observar afluencia de agua de manera puntual con  $Q < 5L/min$ .

El criterio de Bieniawski (1989) modificado que se ha utilizado para esta evaluación a fin de clasificar a la masa rocosa, se presenta en el siguiente cuadro:

**Tabla 1:** Criterio para la clasificación Bieniawski 2019

<b>CRITERIO PARA LA CLASIFICACION DE LA MASA ROCOSA</b>			
<b>Tipo de Roca</b>	<b>Rango RMR</b>	<b>Rango Q</b>	<b>Calidad Según RMR</b>
<b>I</b>	<b>RMR &gt; 81</b>	<b>&gt; 61</b>	<b>MUY BUENA</b>
<b>II</b>	<b>61-80</b>	<b>6.61-61</b>	<b>BUENA</b>
<b>III A</b>	<b>51-60</b>	<b>2.18-5.92</b>	<b>REGULAR A</b>
<b>III B</b>	<b>41-50</b>	<b>0.72-1.95</b>	<b>REGULAR B</b>
<b>IV A</b>	<b>31-40</b>	<b>0.24-0.64</b>	<b>MALA A</b>
<b>IV B</b>	<b>21-30</b>	<b>0.08-0.21</b>	<b>MALA B</b>
<b>V</b>	<b>21&lt;</b>	<b>Q&lt; 0.08</b>	<b>MUY MALA</b>

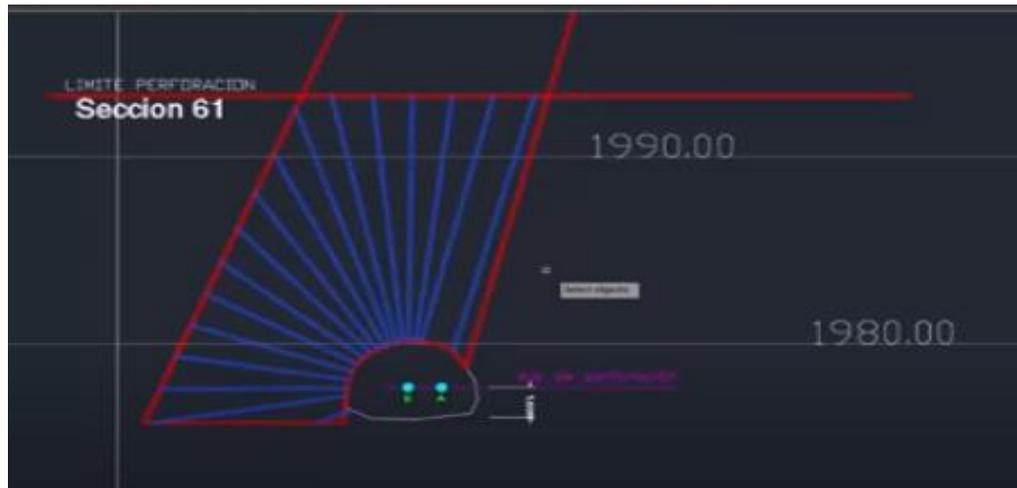
Fuente: Planeamiento Contonga S.A

**Voladura masiva:** En minería comúnmente se llama así, a los disparos de los taladros largos, ocasionando de esta manera la salida del mineral en grandes toneladas, o de un volumen considerable.

**Malla de perforación para taladros largos:** Este método de perforación para una explotación masiva o de alto volumen de material en un rango de 20 a 100, toneladas por disparo, esta malla puede generar en perforaciones en forma radial o en paralelo, que pueden ser positivos o negativos, de longitudes variadas de 10 a 30 metros según la estructura del cuerpo mineralizado, Los taladros largos

deben realizarse siguiendo las pautas técnicas de diseño del método de explotación. Asimismo, el equipamiento de perforación, carguío y transporte e infraestructura de accesos, incluyendo la seguridad y mantenimiento de los equipos respectivamente.

Figura 8: Malla de perforación radial de taladros largos.



Fuente: Propia

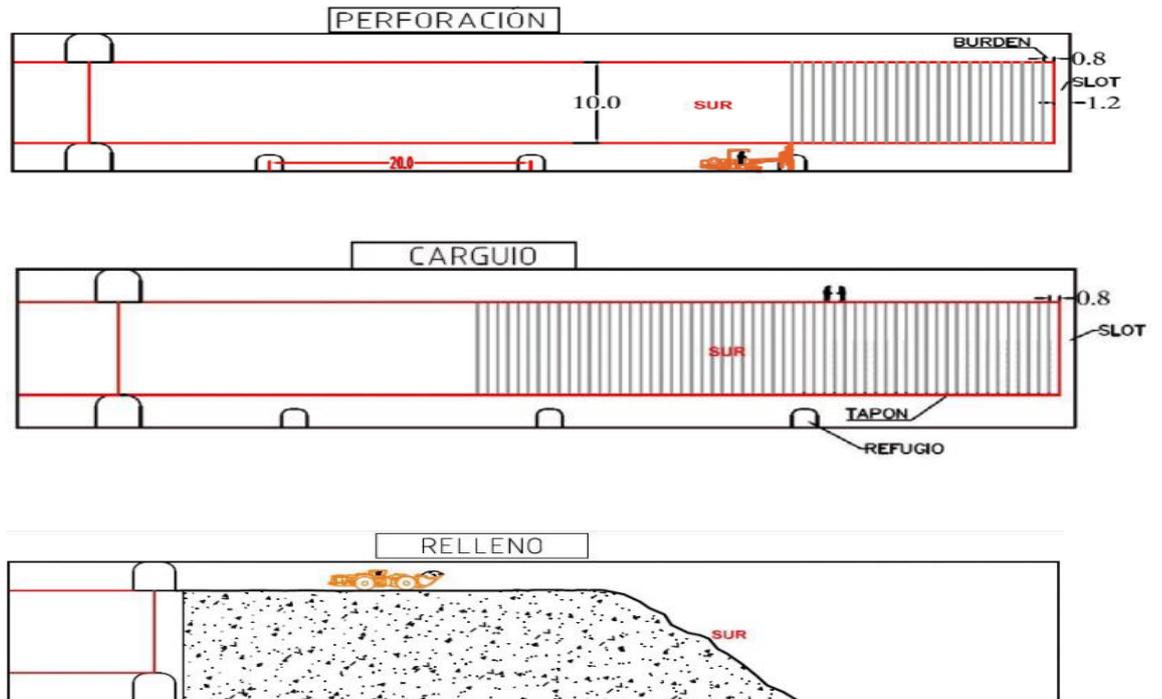
**Método de Minado:** En la Industria minera los métodos de minado deben ser elaborados y sistematizados en base la geología estructural y el tipo de yacimiento que permiten la explotación racional de los recursos minerales estas serán apoyadas por técnicas de la mecánica de rocas prevaleciendo el concepto fundamental de estabilidad en la infraestructura de las labores.

**Taladros Largos:** Son huecos de considerable longitud y diámetro seleccionado, para voladura en rebanadas verticales del mineral que son voladas dentro del tajeo. Estas deben ser cargadas con explosivos bajo un diseño de malla, de pre corte y corte respectivamente, tratando de conseguir la eficiencia en términos de consumo de explosivos.

**Slot:** Es la chimenea construida para servir como la cara libre para el disparo de los taladros de producción del minado con taladros largos (VCR),

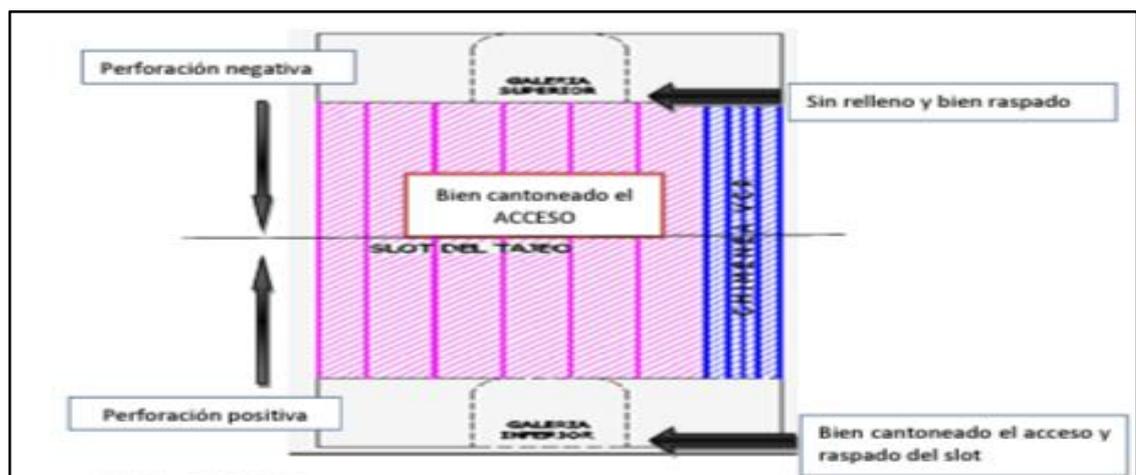
además produce el rompimiento en cráter, utiliza taladros vertical o subvertical sin y con explosivo para la liberación de la energía del mismo.

**Figura 9:** Esquema general del ciclo de perforación y voladura de taladros largos



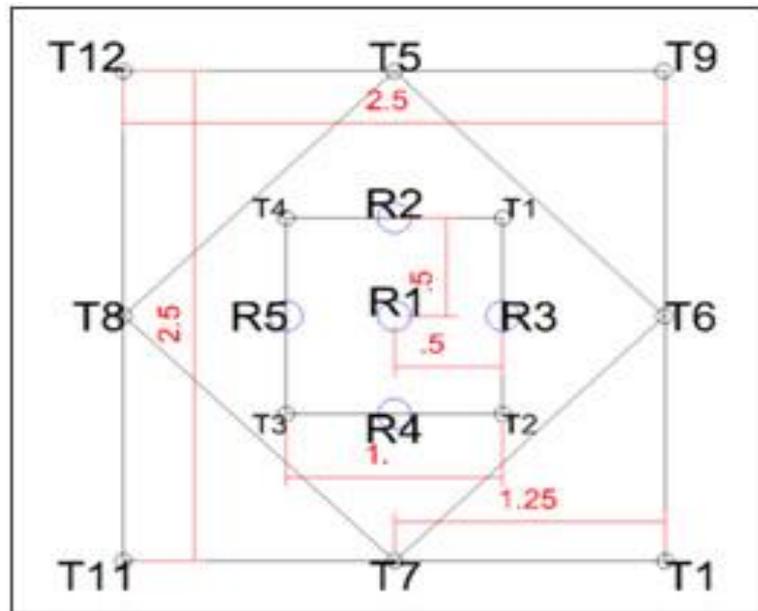
Fuente: 1er. Congreso de presentación de taladros largos 2016-Lima Perú.

**Figura 10:** Diseño del Slot en perforación de taladros largos



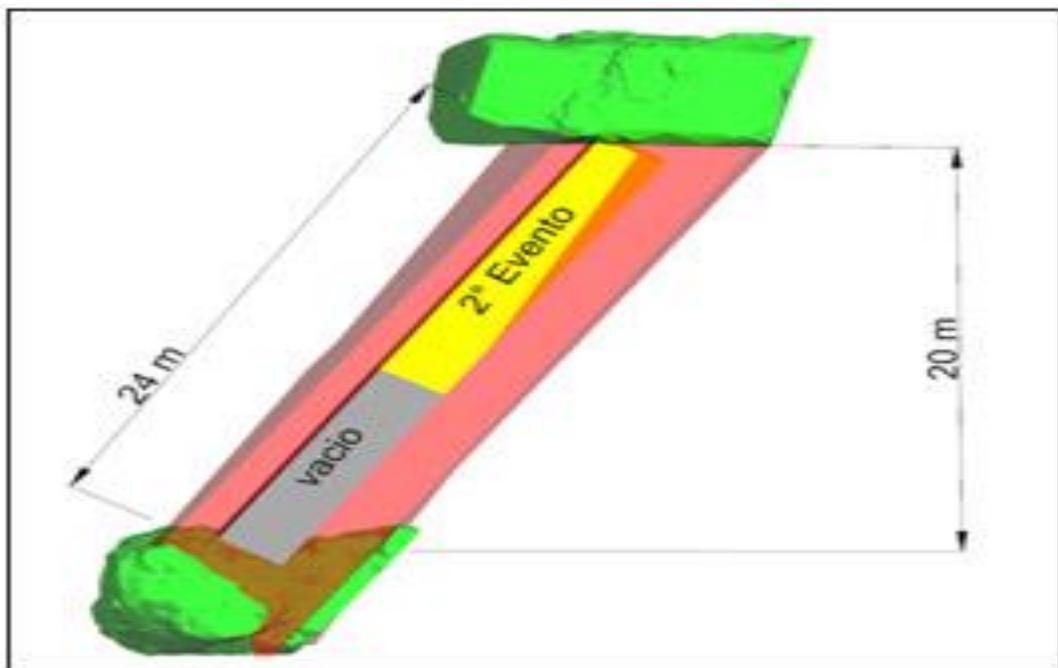
Fuente: Mallqui V.

**Figura 11:** Diseño de perforación del Slot



Fuente: Panorama Minero 2020

**Figura 12:** Eventos de construcción del Slot



Fuente: Panorama Minero 2020

**Planeamiento de minado:** El proceso de planificación minera determina qué porción del yacimiento será extraído, además del cómo y cuándo será procesado.

**Minado:** Proceso que se refiere al avance de galerías se realiza con perforación horizontal, con diferentes diseños de perforación que dependen del tipo de macizo rocoso, diámetro de perforación, longitud de perforación en galerías de transporte o galerías en mineral, y tipo de explosivo utilizado.

**Minería:** Extracción del mineral del suelo. corresponde a las labores de explotación de un yacimiento, las que pueden ser subterráneas o a cielo abierto.

**Ciclo de perforación y voladura:** Es la etapa importante en minería subterránea, en el minado con taladros largos se debe tener en cuenta los siguientes pasos específicos para la realización del ciclo de Perforación y Voladura:

- Contar con información de topografía, planificación y geomecánica
- Selección del equipo de perforación, considerando el buzamiento, potencia y calidad de roca del cuerpo mineralizado.
- Realización de las mallas de perforación
- Marcación de planos de perforación en terreno
- Proceso de Perforación
- Mediciones de dirección y longitudes de barrenos
- Protocolo de Voladura, análisis de los parámetros geométricos y de tiempos
- Carguío del explosivo
- Escaneo y análisis del resultado de la voladura

**Veta:** Depósito tabular generalmente formado por deposición de minerales mena y ganga en espacios abiertos en una falla o fractura, o también por reemplazo. Corresponde a una mineralización controlada estructuralmente.

**Profundización:** Es un proceso de laboreo de minas con fines a incrementar el diseño inicial de minado, donde los parámetros de explotación son evaluados para tomar la decisión de mejorar la producción de los recursos minerales empleando técnicas y métodos apropiados de minado acorde con las expectativas que ofrecen los recursos minerales y mejorar la rentabilidad de la Empresa.

**Mina:** Es una infraestructura diseñada en un yacimiento mineral que se encuentra en proceso de explotación de sus recursos minerales que son subterráneas y superficiales.

## **2.4. Formulación de la Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El planeamiento del minado aumentara la producción de 1200 tpd., a 2000 tpd. En la Unidad Minera Contonga S.A.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- a. El minado con taladros largos, mejora el avance de explotación diaria programado por el planeamiento en la UM. Contonga S.A.
- b. La Perforación y voladura planificada, proporciona la seguridad de los trabajadores y equipos en la UM. Contonga S.A.

## **2.5. Identificación de Variables**

### **2.5.1. Variable dependiente (Y)**

Y = Incremento de Producción diaria.

### **2.5.2. Variables independientes (X)**

X = Reporte de perforación y voladura de producción con taladros largos.

## 2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

### - Incremento de Producción diaria

Es la planificación del incremento del tonelaje diario producto de la actividad y el método de minado para nuestro proyecto es de 1,200 tpd., a 2,000 tpd.,

### - Taladros largos

Diseño de huecos de longitud de las bancadas son de 12m., para niveles de 60 m y 10 m para niveles de 50 m, la perforación se realiza en forma paralela para estructuras angostas o menores a la sección del subnivel de perforación y en forma radial para estructuras anchas o mayores a la sección del subnivel de perforación.

### - Ciclo de minado

Perforación – voladura – limpieza y transporte.

**Tabla 2:** Operacionalización de variables e Indicadores

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
<p><b>2.1 IDENTIFICACION DE VARIABLES</b></p> <p><b>Variable dependiente (Y)</b> Y = Incremento de Producción diaria.</p> <p><b>Variables independientes (X)</b> X = Reporte de perforación y voladura de producción con taladros largos.</p>	<p><b>Corte y Relleno</b></p> <p><b>Mecanizado.</b> Es un método ascendente (realce). El mineral es arrancado por franjas horizontales y/o verticales empezando por la parte inferior de un tajo y avanzando verticalmente</p> <p><b>Planeamiento de Minado,</b> El proceso de planificación minera determina la cantidad de mineral que se debe producir y extraer por</p>	<p><b>2.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES</b></p> <p>- <b>Incremento de Producción diaria</b> Es la planificación del incremento del tonelaje diario producto de la actividad y el método de minado para nuestro proyecto es de 1,200 tpd., a 2,000 tpd.,</p> <p>- <b>Taladros largos</b> Diseño de huecos de longitud de las</p>	<p>- Plan de minado</p> <p>- Producción diaria.</p> <p>- Tajos de producción.</p> <p>- Plan de minado</p>	<p>- Incremento de producción</p> <p>- Ciclos operativos.</p> <p>- Taladros de producción</p>

	<p>día que será extraído, para ser procesado.</p> <p><b>Taladros Largos,</b> Son huecos de considerable longitud y diámetro seleccionado, para voladura en rebanadas verticales del mineral que son voladas dentro del tajeo. Estas deben ser cargadas con explosivos bajo un diseño de malla, de pre corte y corte respectivamente, tratando de conseguir la eficiencia en términos de consumo de explosivos.</p> <p><b>Slot,</b> Es la chimenea construida para servir como la cara libre para el disparo de los taladros de producción del minado con taladros largos.</p>	<p>bancadas son de 12m para niveles de 60 m y 10 m para niveles de 50 m, la perforación se realiza en forma paralela para estructuras angostas o menores a la sección del subnivel de perforación y en forma radial para estructuras anchas o mayores a la sección del subnivel de perforación.</p> <p>- <b>Ciclo de minado</b> Perforación – voladura – limpieza y transporte.</p> <p><b>Reporte de Perforación,</b> Documento de información de logros efectivos de perforación y voladura, de los taladros largos.</p>		
--	---	---	--	--

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Tipo: Aplicada

#### **3.2. Nivel de Investigación**

Nivel: Descriptivo y correlacional

#### **3.3. Método de Investigación**

##### **Método:**

Analítico deductivo por la descripción de los elementos técnicos y conceptos y Científico por los parámetros y modelos matemáticos utilizados

##### **Metodología**

Para el desarrollo de la investigación, seguiremos las secuencias lógicas de la actividad de planeamiento, perforación y voladura del yacimiento mineral.

#### **3.4. Diseño de Investigación**

Se enfoca especialmente en la descripción correlacional, por lo que se estudia la correlación entre la variable dependiente y las variables independientes, con análisis de las proposiciones simples.

### 3.5. Población y Muestra

#### 3.5.1. Población

De acuerdo al plan de minado nuestra población para nuestro proyecto de ampliación de la producción de 1,200 tpd., a 2,000 tpd., las zonas altas, media y baja de la unidad minera.

#### 3.5.2. Tamaño muestral

Nuestras muestras se han elegido entre los niveles 150 y 300, principalmente con las estructuras B y la estructura C1, el Stock Contonga entre los niveles -100 y -310. Con aporte de mineral anual.

### 3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Análisis y control las operaciones de perforación y voladura, los reportes de producción diaria tabulado los datos en el programa de producción minan por zonas y sectores.

**Tabla 3:** Programa de Producción de mina por zonas y sectores enero a diciembre 2022

Zona		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Plan: 2022
ALTA	Estructura B	6496	8933	8925	18549	20195	16195	16000	17056	16195	18386	16000	18549	181479
	Estructura C								17056					
	Estructura C1				3146	4000	6195	5098	6196	5509	4686	4000	4000	42829
	Zona Este													
	Zona Oeste					2214	309	1000	3000	778	3000	3000	15870	14870
	Zona Sur							1828	1677	4301	4877	3376	1602	21662
	Zona Norte	1204	602	2484	1129	4903	7236	4376	4000	4000	4000	4000	5806	43741
BAJA	Estructura B													
	Estructura I													
	Estructura G													
	Zona Este	6060	6528	6696	3000	672	2688	2688	3840	3000	3000	5668	7012	50892
	Zona Norte	7344	9192	8688	7176	9672	12688	11146	4000	4000	4000	3000	4000	84906
	Zona Oeste	3696	1344	1008	4000	5344	6688	7864	12232	10216	12051	10915	9442	84820
	Zona Sur	10000	7000	7000	8000	11000	8000	8000	8000	8000	8000	6000	8000	97000
TOTAL	34800	33600	34800	45000	58000	60000	58000	62000	56000	62000	56000	62000	622200	

Fuente: Propia Mina Contonga

### 3.7. Técnica de Procesamiento y Análisis de Datos

Se utilizarán técnicas estadísticas descriptivas e inferencial para presentar y analizar los resultados obtenidos del programa de mina, generados por los avances por día, por zonas y sectores de la UM. Contonga. S.A.

### 3.8. Tratamiento Estadístico

Para construir las estadísticas de utilizaremos la t de estudent, dado que nuestro que nuestra muestra tomada es relativamente pequeña tomando como referencia los frentes de producción estudiadas para el proyecto. Para ello seguiremos los pasos prouestos;

#### **Paso 1: Datos del problema**

- Problema Incremento de producción de 1500 TMD a 2000TMD.
- Media muestral: 1750 TM
- Desviación estándar muestral: 583.36
- Tamaño de la muestra: 10 frentes de operación
- Grados de libertad estadística:  $n = n - 1 = 10 - 1 = 9$ .
- Nivel de confianza: 95%

#### **Paso 2: Desviación estándar**

Error estándar = 184.4

#### **Paso 3: Valor crítico**

Para los datos estadísticos y mediante el SPSS, se ha determinado el valor critico estadístico de prueba. Valor crítico = 2.262

#### **Paso 4: Intervalo de confianza**

El intervalo de confianza se calcula como:

El Intervalo Crítico de tratamiento estadístico para un “t” de estudent:

$$t = x \pm \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Sustituyendo:

$$t = 1750 \pm 2.262 \times 184,4 = 417,01 \text{ TM}$$

Límites:

$$\text{Inferior} = 1750 - 417,01 = 1332,99 \text{ TMD}$$

$$\text{Superior} = 1750 + 417,01 = 2167,01 \text{ TMD}$$

### **Paso 5: Representación gráfica**

Para graficar la distribución de Estudent:

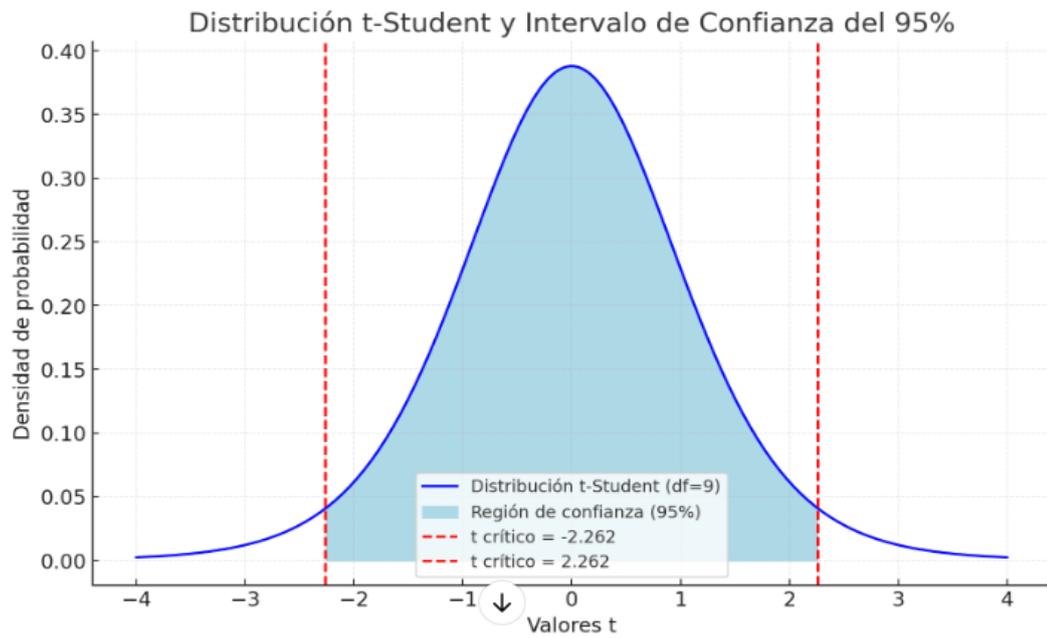
1. La curva de la distribución (simétrica).
2. Los valores críticos:  $\pm 2,262$
3. La región central que abarca el 95% área bajo la curva

Genera un gráfico en la curva de Gauss.

1. La curva azul representa la densidad de probabilidad de la distribución.
2. La región sombreada en azul claro corresponde al intervalo de confianza central del 95%
3. Las líneas rojas punteadas representan los valores críticos:  $\pm 2,262$ .

Este gráfico ilustra visualmente el rango donde se espera que esté la media poblacional y denota la probabilidad de que el proyecto alcance su eficiencia de incremento de la producción propuesta en la UM Santander.

## Tratamiento estadístico



Fuente: información propia de estadística SPSS:

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Ubicación y Acceso**

Unidad de Producción Contonga se ubica en Región Ancash, Provincia de Huari, Distrito de San Marcos. Se encuentra en las coordenadas 9°29'26" latitud Sur y 77°04'03" longitud Oeste, en altitud entre 4000msnm hasta 46000msnm.

Las coordenadas UTM aproximadas en 8'950,200 N y 273,000 E.

Los accesos pueden hacerse a través de las siguientes vías:

Lima – Pativilca – Conococha – Yanashalla – Yanacancha – Campamento Antamina – Contonga, con una longitud de 465Km, el tiempo en camioneta fluctúa en ocho (08) horas, desde Lima hasta Yanacancha se encuentra con carretera asfaltada, a partir de ahí hasta unidad de producción alrededor de 17Km en carretera afirmada.

Lima – Pativilca – Cátac – San Marcos – Contonga, alrededor de 530Km, tiempo de viaje 8.5hr.

#### **4.1.2. Geología General**

El área de Geología, a fines del 2018, desarrolló la actualización del modelo geológico 3D del Yacimiento Contonga (Stock Contonga – Zona de Skarn y Estructuras Mantiformes). Así mismo, realiza de manera continua, los proyectos de perforación diamantina en la Zona Alta (el anillo contonga y estructuras mantiformes) y Zona Baja (del anillo contonga), con el fin de reponer y/o incrementar los recursos minerales para dar continuidad a la explotación, información que se debe tener en cuenta para el desarrollo del proyecto de incremento de la Producción Planteada en nuestro proyecto de la Mina Contonga.

- **Tipo de Yacimiento**

Unidad de Producción Contonga es un yacimiento polimetálico de tipo Skarn, con mineralización de cobre, zinc como sulfuros y minerales accesorios de plomo, bismuto, plata y molibdeno.

#### **Geología Regional**

Se caracteriza por presentar una amplia secuencia sedimentaria, aisladas ocurrencias de volcánicos y presencia de rocas intrusivas.

- **Secuencia Sedimentaria**

Está representada por calizas, limolitas, lutitas y cuarcitas, comprendidas en el Valanginiano (Cretáceo Inferior) y el Coniaciano (Cretáceo Superior), dichas edades no son absolutas, se deducen por correlación estratigráfica y evidencias paleontológicas, usando como referencias las hojas geológicas del INGEMMET a 1: 100,000 SINGA y LA UNION. Las principales unidades estratigráficas que afloran regionalmente se muestran a continuación:

- **Formación Celendín:** Calizas de color gris oscuros, de fina estratificación, intercalaciones con limolitas y margas grises, irregularmente estratificadas. Presencia de cefalópodos, gasterópodos, bivalvos, equinodermos, con espesor de 500m aproximadamente.
- **Formación Jumasha:** Calizas con estratificaciones gruesas y compactas de color gris claro, intercalaciones con lutitas grises, finamente bandeadas, presenta en la base de la secuencia 2m. de espesor de una arenisca calcárea. Jumasha es la unidad principal que alberga la mineralización en Contonga. Edad Turoniano a Albiano Superior, con un espesor de 800m.
- **Formación Pariatambo:** Calizas grises bituminosas, de estratificación gruesa, margas marrón oscuras con características por su olor fétido en esta unidad, en algunas zonas del área también están mineralizadas. Edad Albiano Medio, con espesor de 100m a 500m.
- **Formación Chúlec:** Calizas grises dolomíticas, intercaladas con finos estratos de areniscas, limolitas y lutitas. En la unidad se puede ver mineralización selectiva tipo manto.
- **Formación Pariahuanca:** Calizas grises con intercalaciones de estratos de aspecto sucio. Edad Aptiano con espesor de 100m hasta 400m.
- **Grupo Goyllasquizga**  
 Tiene tres formaciones: Chimú, Santa y Carhuaz en el área están indiferenciados. Edad Valanginiano, con espesor mayor a 500m.
- **Unidades Intrusivas**  
 Las rocas intrusivas se consideran como intrusiones jóvenes en comparación con los intrusivos cercanos: Plutón de Cahuish (Oeste de Contonga –

Cordillera Blanca), datadas en 11.1Ma – 16Ma, por J. Wilson en 1975. En 1966 las dataciones obtenidas de D. Noble arrojan edades de 10Ma para el stock Antamina. El stock Contonga puede correlacionarse con este intrusivo.

- **Marco Tectónico Estructural**

Los principales movimientos de compresión en la zona dieron un eje de plegamiento orientado NW-SE claramente expuesto en el área. La dirección principal de dicha compresión se orienta en SW-NE, coincidiendo con el mecanismo de subducción de la corteza marina con la corteza continental en el Perú Central.

Separadamente, existieron procesos tensionales durante el plegamiento, habiéndose reconocido tres eventos de plegamiento, relacionado a dichos procesos tensionales. Así mismo, como consecuencia de los movimientos de compresión se han identificado fallamientos inversos entre las unidades más competentes (Jumasha y Chimú), con las intercalaciones de unidades menos competentes (Chúlec y Carhuaz).

- **Mineralización y Alteración**

En los pórfidos cuarcíferos de Contonga y Taully, se distinguen dos tipos principales de mineralización: skarn y reemplazamiento masivo de sulfuros en carbonatos, alrededor de los intrusivos y como mantos controlados por fallamiento a lo largo de los estratos, además se distingue una última estructura circular de una brecha hidrotermal cementada con sulfuros alrededor del stock de Contonga.

El skarn y mineralización asociada al reemplazamiento de carbonatos, están principalmente compuestos por wallstonita, menor granate verde y un

extenso halo de marmolización. Los horfenls y las calizas recristalizadas representan la expresión distal de las estructuras mineralizadas.

La brecha hidrotermal cementada con sulfuros de Zn + Pb + Ag + Cu, se desarrolla mayormente en el contacto intrusivo, las principales zonas están restringidas a los sectores Oeste y Sur del stock, el ensamblaje de alteración en el skarn está constituido por granate verde – piroxeno – fluorita. Fallamiento post mineral ha generado material consolidado dentro de la brecha (arcillas, sericitas, carbonatos).

Los diferentes tipos de skarn pueden agruparse de la manera siguiente: un típico skarn cálcico distal, teniendo en cuenta el ensamblaje Zn + Pb + Ag, un exo-skarn caracterizado por la presencia de piroxeno – fluorita y de su comportamiento por ser un sistema de mineralización extenso y algo profundo. La alteración tipo endo-skarn está restringida a fracturas angostas en el contacto, con algo de granate verde y débil calidad de sulfuros.

La mineralización en skarn se caracteriza por presentar granos gruesos de esfalerita (marmatita), galena, pirita, calcopirita y ocasionalmente tetraedrita, los primeros aumentan en profundidad. Pirrotita se ha observado en profundidad con típica zonación respecto a la mineralización Zn + Pb, la alteración potásica mencionada parece estar a la última fase de la mineralización.

### **4.1.3. Geología Local**

#### **4.1.3.1. Litología**

El área está cubierta mayormente por una secuencia sedimentaria cretácea (desde el Grupo Goyllarisquizga hasta la Formación Celendín), esta secuencia se encuentra simétricamente plegada, formada por

anticlinales (Qda. Pichiu) por sinclinales y anticlinales hacia el lado oeste, orientados hacia el NW y bien expuestas en Qda. Tucush.

Formación Celendín, aflora alrededor de la laguna Pajuscocha, está compuesta por calizas limolíticas grises-marrones, con intercalaciones de margas. La base de la secuencia está representada por una caliza de textura oolítica con contenidos de piritita diagenética. En este punto se estima de 350m de espesor, el rumbo de estratificación es NW con buzamiento 60° a 70° al SW.

Formación Jumasha, que subyace a la Formación Celendín, presenta anchos de 1m hasta 3m de calizas compactas, gris claro a gris oscuro (lodolitas y grauvacas) en la base de la secuencia se observan lutitas grises, brechas de disolución locales se observan en la Formación Jumasha, asociadas a fallas a lo largo de los planos de estratificación. Típicamente forma relieves casi verticales con más de 60° de buzamiento de las rocas caja. El rumbo de los estratos es NW con buzamiento 60° a 70° SW, que coincide con el contacto intrusivo, presentando ligeras disturbancias, el espesor estimado es 750m.

Formación Pariatambo, presenta gruesos estratos grises de calizas fosilíferas, intercalados con margas y calizas carbonáceas de olor fétido. El rumbo de los estratos es NW, buzamiento 55° a 60° al SW.

Formación Chúlec, presenta calizas dolomíticas 1m de espesor, intercaladas con limolitas de grano fino y también lutitas. El afloramiento presenta coloración marrón – amarillenta, con espesores que llegan hasta 200m, tiene rumbo NW y presentan buzamientos de 50° a 55° hacia SW,

representan un estrato “Llave” para ubicar mineralización tipo manto (Flor de Habas).

La Formación Pariahuanca y el Grupo Goyllar subyacen concordantemente a las formaciones anteriores.

#### **4.1.3.2. Mineralización**

Ocurre como lentes de reemplazamientos en calcosilicatos y a brechas hidrotermales en emplazamiento superficial. El primer tipo se desarrolla en los contactos norte y este mientras que las brechas mineralizadas ocurren e los contactos oeste y sur.

En los pórfidos cuarcíferos de Contonga y Taully se distinguen por dos tipos principales de mineralización: skarn y reemplazamiento masivo de sulfuros en carbonatos, alrededor de los intrusivos y como mantos controlados por fallamiento, a lo largo de los estratos, además se distingue una última estructura circular de una brecha hidrotermal cementada, con sulfuros alrededor del stock Contonga, también se ubicó una mineralización en los horizontes calcáreos del Pariatambo, probablemente consecuencia de una apófisis de intrusivo en profundidad que habría generado una zona mineralizada. La mineralización en el skarn está constituida de esfalerita, galena, calcopirita, marmatita, cuarzo, calcita, bismutina, tetraedrita, covelita y pirrotita. En las brechas, ocurren los mismos minerales que en los calcosilicatos, con la diferencia de que hay mayor presencia de minerales de plata como la galena argentífera y sulfosales.

El skarn y la mineralización asociada al reemplazamiento de carbonatos, están principalmente compuesto por wollastonita, menor

granate verde y un extenso halo de marmolización, los horfenls y las calizas recristalizadas representan la expresión distal de las estructuras mineralizadas

#### 4.1.4. Perforaciones Diamantinas

##### 4.1.4.1. Perforación Diamantina

El presente programa tiene como objetivo confirmar y delimitar la continuidad de mineralización entre los niveles -310 y -450 de los sectores Norte, Este, Sur y Oeste del Skarn Contonga (Anillo Contonga), en contacto con la caliza de la Formación Jumasha y stock contonga. También entre los niveles +100 y +360 de las Estructuras Mantiformes (Sector Noroeste y Sector Sureste).

Se ha programado un total de 16,000 m de perforación diamantina proyectados hacia los sectores Norte, Este, Sur y Oeste de profundización, así como hacia las Estructuras Mantiformes su extensión al Noroeste y Sureste. Se perforará con una empresa especializada de perforación diamantina.

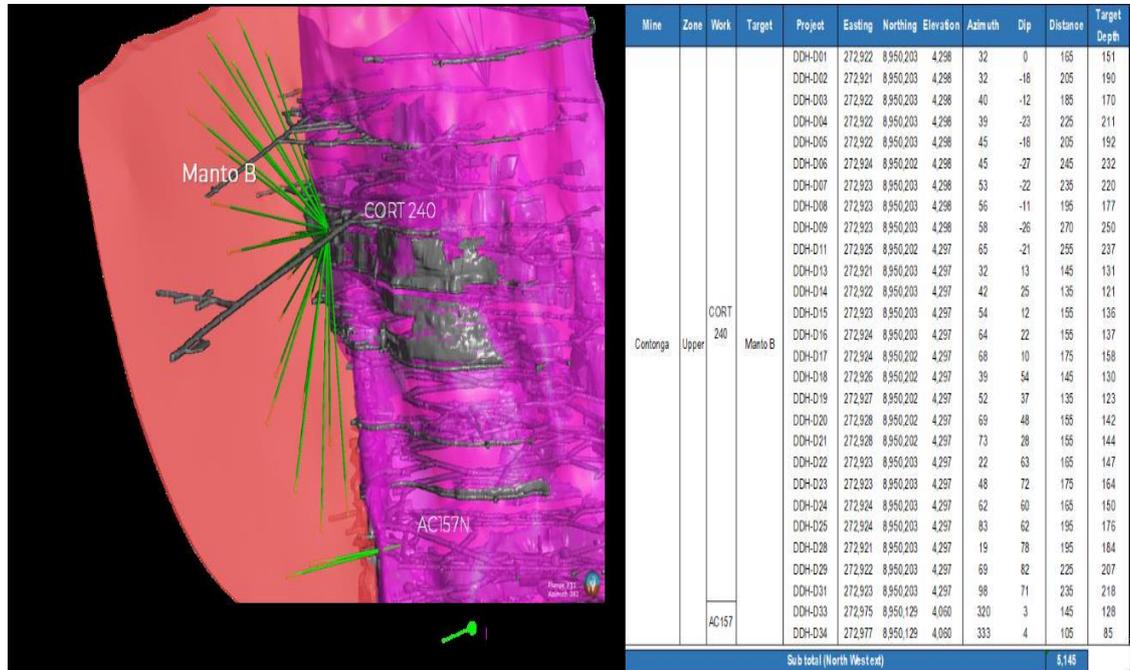
**Tabla 4:** Resumen de Perforación Diamantina

PROGRAMA EXPLORACION - ZONA ALTA 2019													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL (m)
Avance (m)	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.00	620.00						6,620.00
Inversion US\$	129,444	110,844	110,844	110,844	110,844	110,844	73,837	13,400	9,700	9,700	9,700	0	800,000
Estim-Recur-2019	35,500	35,500	35,500	35,500	35,500	35,500	22,010	0	0	0	0	0	235,010
Ratio	36	36	36	36	36	36	36						36
PROGRAMA EXPLORACION - ZONA BAJA 2019													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL (m)
Avance (m)	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	1,000.0	380.00			9,380.00
Inversion US\$	80,471	80,471	80,471	80,471	80,471	80,471	95,471	80,471	95,471	30,757	15,000		800,000
Estim-Recur-2019	60,500	60,500	60,500	60,500	60,500	60,500	60,500	60,500	60,500	22,990	0		567,490
Ratio	61	61	61	61	61	61	61	61	61	61			61

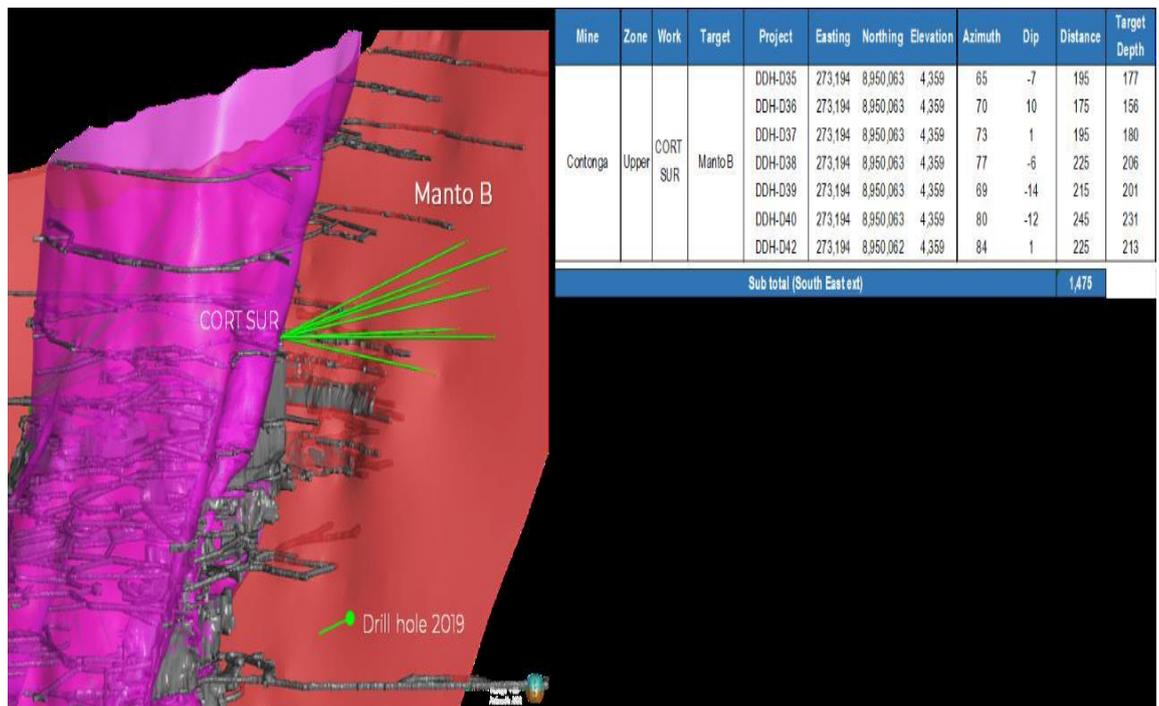
Fuente: Gerencia de planeamiento Contonga

Con el metraje propuesto de 16,000 metros, se espera obtener 802,500 TMS a un costo de 1,600,000 US\$.

**Figura 13:** Programa DDH – 2019 Zona Alta, Nv 240 hacia Estructuras “B”

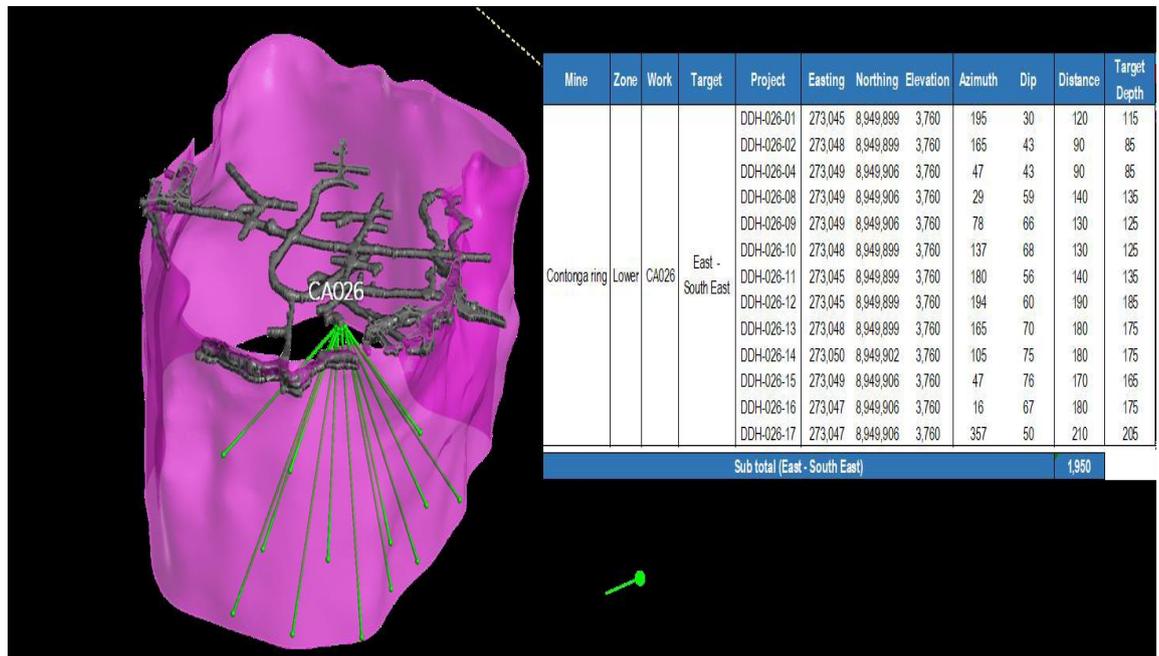


**Figura 14:** Programa DDH – 2019, Zona Alta, Plano NV 300 hacia Estructuras “B”

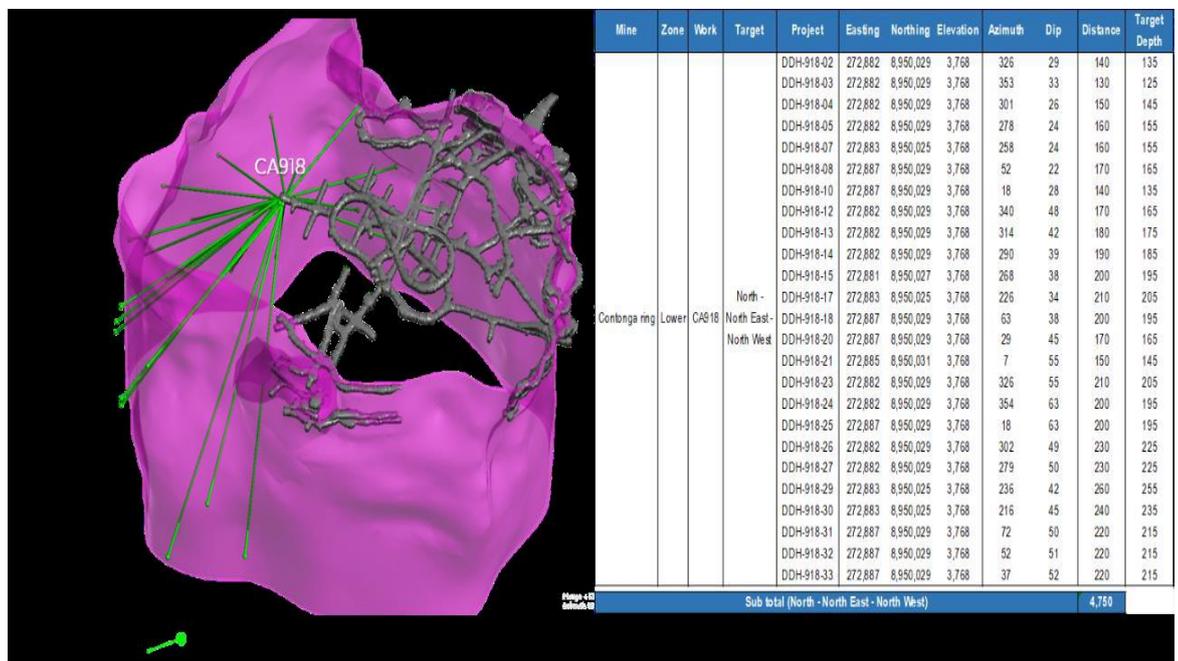


Fuente: Gerencia de planeamiento UM Contonga

**Figura 15:** Programa DDH – 2019, Zona Baja, NV -310 Anillo Contonga, Sector Este y Sureste

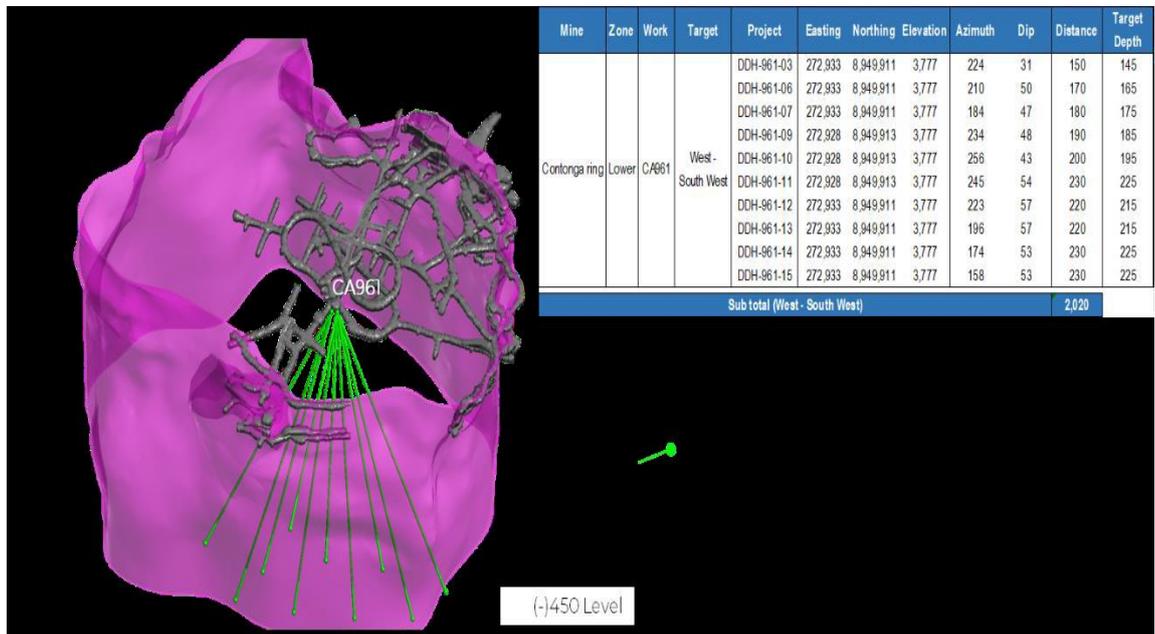


**Figura 16:** Programa DDH – 2019, Zona Baja, NV -310, Anillo Contonga, Sector Norte y Noreste



Fuente: Gerencia de planeamiento UM. Contonga

**Figura 17:** Programa DDH – 2019, Zona Baja, NV -310, Anillo Contonga, Sector Oeste y Suroeste



Fuente: Gerencia de Planeamiento UM Contonga

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Resultados del proyecto de ampliación de la producción UM.

#### Contonga

##### A. Plan de Minado

El plan de minado se ha iniciado el 2022, con una producción de 1,200 tpd e incrementar producción a 2,000 tpd a partir del mes de mayo con el incremento del aporte de la Zona Alta a un 49% de la producción anual entre los niveles 150 y 300, principalmente por el aporte de la Estructura B y también se explotará la Estructura C1 además del Stock Contonga, en la Zona Baja la explotación se centra en el Stock Contonga entre los niveles -100 y -310.

Para lograr el plan de producción se han incrementado las labores de preparación y desarrollos, principalmente en la Zona Alta gracias a la

nueva flota de equipos que en conjunto permiten un avance sobre los 700 m/mes.

Parte importante para lograr una producción sostenible a 2,000 tpd es la ejecución, prolongación y puesta en funcionamiento de los echaderos principales OP1, OP2, OP3 y OP4, WP01 y WP02 que abarcan toda la zona de operación hasta el Nv 240 y que serán prolongados posteriormente mediante chimeneas VCR, los OP's llenarán al Nivel principal de extracción en el Nv 0 que será prolongado hacia la estructura B y los WP llegarán a los niveles 100 y 200 en el Stock y la Estructura B respectivamente. Debemos aclarar que todos los datos se han consignado con los estudios previos realizado el año 2019, respectivamente, toda vez que la pandemia COVID 19, ha restringido de alguna manera el desarrollo del proyecto.

**Tabla 5:** Resumen Programa de Producción Planta 2019

	Jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	Plan 2019
Tratamiento (ton)	34,800	32,400	36,000	34,800	45,000	58,000	58,000	60,000	58,000	60,000	58,000	58,000	593,000
<b>Leyes de cabeza</b>													
% Zn	2.63	2.55	2.59	2.69	2.75	2.66	2.77	2.94	2.95	3.05	3.01	2.93	2.82
% Pb	0.91	0.92	0.88	0.70	0.67	0.70	0.73	0.71	0.70	0.70	0.75	0.75	0.75
% Cu	0.56	0.55	0.56	0.72	0.79	0.81	0.83	0.95	0.99	1.02	0.98	0.96	0.84
oz/ton Ag	1.33	1.32	1.37	1.61	1.71	1.71	1.71	1.86	1.88	1.92	1.87	1.83	1.72
Concentrado Zinc (ton)	1,656	1,492	1,685	1,691	2,262	2,787	2,943	3,201	3,099	3,319	3,162	3,078	30,376
Concentrado Plomo (ton)	436	414	438	336	403	563	564	584	557	581	608	604	6,087
Concentrado Cobre (ton)	559	511	563	718	1,113	1,412	1,442	1,747	1,705	1,804	1,676	1,646	14,899
Finos Ag (oz)	39,210	36,301	41,929	48,601	66,923	86,167	86,432	98,193	95,967	101,154	95,555	93,529	889,962

**Fuente:** Elaboración Propia

## 4.2.2. Plan de Avances

### 4.2.2.1. Plan de Preparaciones

Las labores de preparación comprenden la ejecución de 5,965 m., 2,780 m en la zona Alta y 3,185 m la zona Baja. En la zona Alta la mayor parte de preparaciones se dan en la Estructura B y en los sectores Sur y Oeste, en la zona Baja la mayor parte de preparaciones se dan en el sector Oeste.

**Tabla 6:** Programa de Preparaciones 2019 por zonas y sectores

ZONA	Sector	Jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	Plan 2019
Alta	B Structure Vein	100	10	140	-	80	80	10	35	80	80	10	35	660
	C Structure Vein													-
	C1 Structure Vein	-	-	-	-	-	80	70	80	55	25	-	-	310
	E Structure Vein													-
	I Structure Vein													-
	G Structure Vein													-
	East Zone	-	-	-	-	30	-	-	-	40	60	70	80	280
	West Zone	-	-	-	-	-	-	180	165	125	155	105	80	810
	South Zone	-	-	-	-	190	225	25	-	-	20	80	140	680
	North Zone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	40
Baja	East Zone	80	125	105	65	20	80	80	25	-	40	120	135	875
	North Zone	90	90	110	85	50	80	40	-	-	-	-	-	545
	West Zone	110	30	40	80	200	135	180	255	300	210	145	80	1,765
	B Structure Vein													-
	South Zone													-
	I Structure Vein													-
	G Structure Vein													-
<b>TOTAL</b>		<b>380</b>	<b>255</b>	<b>395</b>	<b>230</b>	<b>570</b>	<b>680</b>	<b>585</b>	<b>560</b>	<b>600</b>	<b>590</b>	<b>570</b>	<b>550</b>	<b>5,965</b>

Fuente: Propia

**Tabla 7:** Programa de Preparaciones 2019 por zonas y niveles

Preparacion		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	2019	
Alta		300					110	160	110	115	135	145	90	115	980
		240	80	70					150	165	165	195	215	220	1,260
		200					190	225	25						440
		150	20	70	10										100
<b>Alta Total</b>		<b>100</b>	<b>140</b>	<b>10</b>		<b>300</b>	<b>385</b>	<b>285</b>	<b>280</b>	<b>300</b>	<b>340</b>	<b>305</b>	<b>335</b>	<b>2,780</b>	
Baja		-200				90				115	125	80	40	450	
		-250				40	70	55	160	255	185	45		810	
		-310	280	255	245	190	110	240	140	25	80	185	175	1,925	
<b>Baja Total</b>		<b>280</b>	<b>255</b>	<b>245</b>	<b>230</b>	<b>270</b>	<b>295</b>	<b>300</b>	<b>280</b>	<b>300</b>	<b>250</b>	<b>265</b>	<b>215</b>	<b>3,185</b>	
<b>Preparacion Total</b>		<b>380</b>	<b>395</b>	<b>255</b>	<b>230</b>	<b>570</b>	<b>680</b>	<b>585</b>	<b>560</b>	<b>600</b>	<b>590</b>	<b>570</b>	<b>550</b>	<b>5,965</b>	

Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.3. Plan de Desarrollos

Las labores de desarrollos comprenden la ejecución de 2,830m, 2,465m en la zona Alta y 2,830m en la zona Baja. En la zona Alta la mayor parte de los desarrollos se ejecutarán en el sector Sur y la estructura B, en la zona Baja la mayor parte de los desarrollos serán en el sector Norte.

**Tabla 8:** Programa de Desarrollos 2019 por zonas y sectores

ZONA	Sector	Jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	Plan 2019	
Alta	B Structure Vein	100	60	80	75	55	35	45	30	55	20	50	40	645	
	C Structure Vein													-	
	C1 Structure Vein	-	-	-	-	30	-	25	15	-	-	-	-	70	
	E Structure Vein													-	
	I Structure Vein													-	
	G Structure Vein													-	
	East Zone	-	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80
	West Zone	-	30	-	30	-	-	-	60	20	45	40	40	-	265
	South Zone	200	275	225	245	20	-	40	50	50	10	-	-	-	1,115
	North Zone	-	40	-	40	20	40	40	-	20	20	40	30	-	290
Baja	East Zone													-	
	North Zone	40	50	40	55	15	-	-	-	-	-	-	50	250	
	West Zone	-	-	-	50	30	-	-	-	-	35	-	-	115	
	B Structure Vein													-	
	South Zone													-	
	I Structure Vein													-	
	G Structure Vein													-	
<b>TOTAL</b>		<b>340</b>	<b>495</b>	<b>345</b>	<b>535</b>	<b>170</b>	<b>75</b>	<b>150</b>	<b>155</b>	<b>145</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>160</b>	<b>2,830</b>	

Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

**Tabla 9:** Programa de Desarrollos 2019 por zonas y niveles

Etapa2	ZONA	NIVEL	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	2019		
Desarrollo	Alta		300	75	65	210	225	105	75	110	105	95	85	130	110	1,390	
			240		15					40	50	50	10			165	
			200	200	225	235	205	20									885
			150		25												25
		<b>Alta Total</b>		<b>300</b>	<b>305</b>	<b>445</b>	<b>430</b>	<b>125</b>	<b>75</b>	<b>150</b>	<b>155</b>	<b>145</b>	<b>95</b>	<b>130</b>	<b>110</b>	<b>2,465</b>	
	Baja		-200										35			35	
			-250			50	30									80	
			-310	40	40	50	55	15							50	250	
			<b>Baja Total</b>		<b>40</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>105</b>	<b>45</b>				<b>35</b>		<b>50</b>	<b>365</b>	
	<b>Desarrollo Total</b>			<b>340</b>	<b>345</b>	<b>495</b>	<b>535</b>	<b>170</b>	<b>75</b>	<b>150</b>	<b>155</b>	<b>145</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>160</b>	<b>2,830</b>	

Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

#### 4.2.4. Plan de Explotación

El plan de producción contempla la extracción de 622,200 t, con una producción diaria promedio de 2,000 TMSD a partir del mes de mayo. La zona Alta aportará 304,582 t y la zona Baja 317,618 t. El aporte final de cada zona será de 49% de la zona Alta y 51% de la zona Baja. El principal aporte por método de minado será el de taladros largos con un 96% de la producción y se mantendrán aún algunos tajos de corte y relleno con un 4% de aporte.

**Tabla 10:** Programa de Producción Mina por zonas y sectores

	Jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec	Plan 2019
<b>Alta</b>													
B Structure Vein	6,496	8,933	8,925	18,549	20,195	16,195	16,000	17,056	16,195	18,386	16,000	18,549	181,479
C Structure Vein													
C1 Structure Vein	-	-	-	3,146	4,000	6,195	5,098	6,195	5,509	4,686	4,000	4,000	42,829
E Structure Vein													
East Zone	-	-	-	-	2,214	309	1,000	3,000	778	3,000	3,000	1,569	14,870
West Zone	-	-	-	-	-	-	1,828	3,677	4,301	4,877	3,376	3,602	21,662
South Zone	1,204	602	2,484	1,129	4,903	7,236	4,376	4,000	4,000	4,000	4,000	5,806	43,741
North Zone													-
<b>Baja</b>													
B Structure Vein													
I Structure Vein													
G Structure Vein													
East Zone	6,060	6,528	6,696	3,000	672	2,688	2,688	3,840	3,000	3,000	5,688	7,032	50,892
North Zone	7,344	9,192	8,688	7,176	9,672	12,688	11,146	4,000	4,000	4,000	3,000	4,000	84,906
West Zone	3,696	1,344	1,008	4,000	5,344	6,688	7,864	12,232	10,216	12,051	10,935	9,442	84,820
South Zone	10,000	7,000	7,000	8,000	11,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	6,000	8,000	97,000
<b>TOTAL</b>	<b>34,800</b>	<b>33,600</b>	<b>34,800</b>	<b>45,000</b>	<b>58,000</b>	<b>60,000</b>	<b>58,000</b>	<b>62,000</b>	<b>56,000</b>	<b>62,000</b>	<b>56,000</b>	<b>62,000</b>	<b>622,200</b>

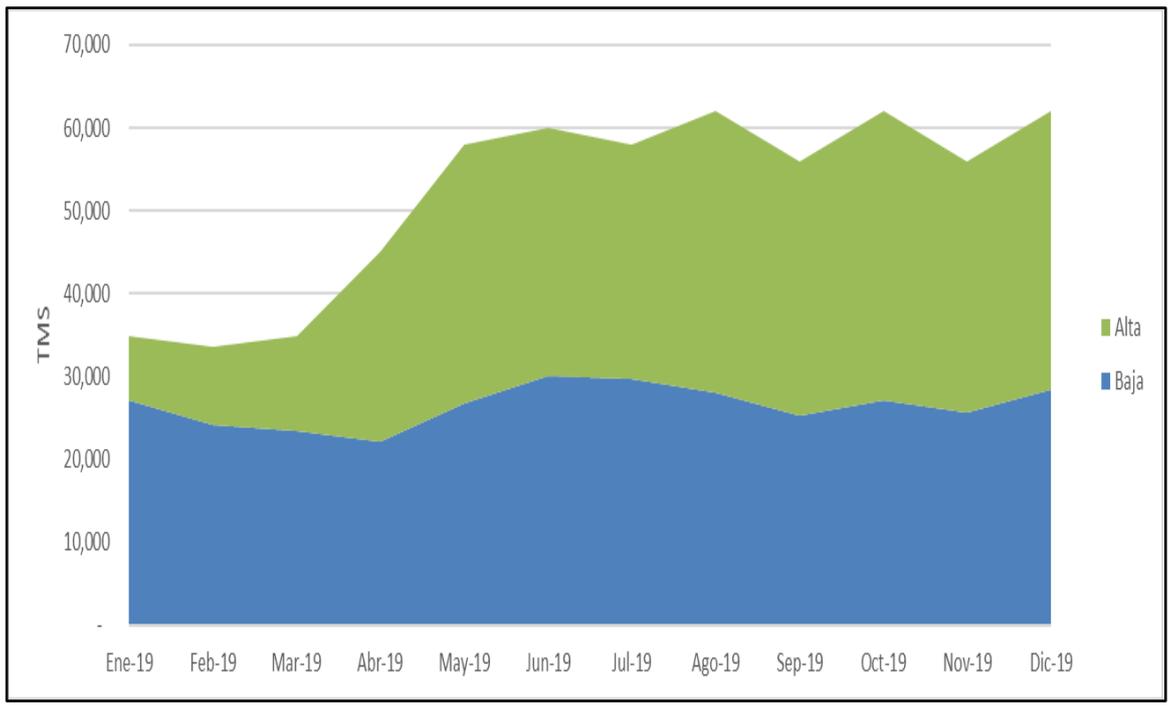
Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

**Tabla 11:** Programa de Producción Mina por zonas y niveles

	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Sep-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	2,019	
<b>Alta</b>	300	-	-	-	3,695	6,195	8,390	7,098	9,251	7,704	9,072	8,000	9,151	68,557
	240	6,195	5,921	4,000	8,000	8,000	8,000	8,828	10,677	11,301	11,877	10,376	11,806	104,982
	200	1,204	2,561	6,484	5,129	11,117	7,545	6,376	8,000	5,778	8,000	8,000	6,569	76,764
	150	301	1,054	925	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	4,000	6,000	6,000	54,279
<b>Alta Total</b>	<b>7,700</b>	<b>9,536</b>	<b>11,408</b>	<b>22,824</b>	<b>31,312</b>	<b>29,936</b>	<b>28,302</b>	<b>33,928</b>	<b>30,784</b>	<b>34,949</b>	<b>30,376</b>	<b>33,526</b>	<b>304,582</b>	
<b>Baja</b>	-100	6,060	3,000	3,000	3,000	3,000								18,060
	-200	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	5,802	-	-	2,195	2,195	1,098	47,290
	-250	3,000	-	-	-	672	-	3,192	8,232	6,216	4,512	3,000	3,000	31,824
	-310	12,040	15,064	14,392	13,176	17,016	24,064	20,704	19,840	19,000	20,344	20,428	24,376	220,444
<b>Baja Total</b>	<b>27,100</b>	<b>24,064</b>	<b>23,392</b>	<b>22,176</b>	<b>26,688</b>	<b>30,064</b>	<b>29,698</b>	<b>28,072</b>	<b>25,216</b>	<b>27,051</b>	<b>25,623</b>	<b>28,474</b>	<b>317,618</b>	
<b>Grand Total</b>	<b>34,800</b>	<b>33,600</b>	<b>34,800</b>	<b>45,000</b>	<b>58,000</b>	<b>60,000</b>	<b>58,000</b>	<b>62,000</b>	<b>56,000</b>	<b>62,000</b>	<b>56,000</b>	<b>62,000</b>	<b>622,200</b>	

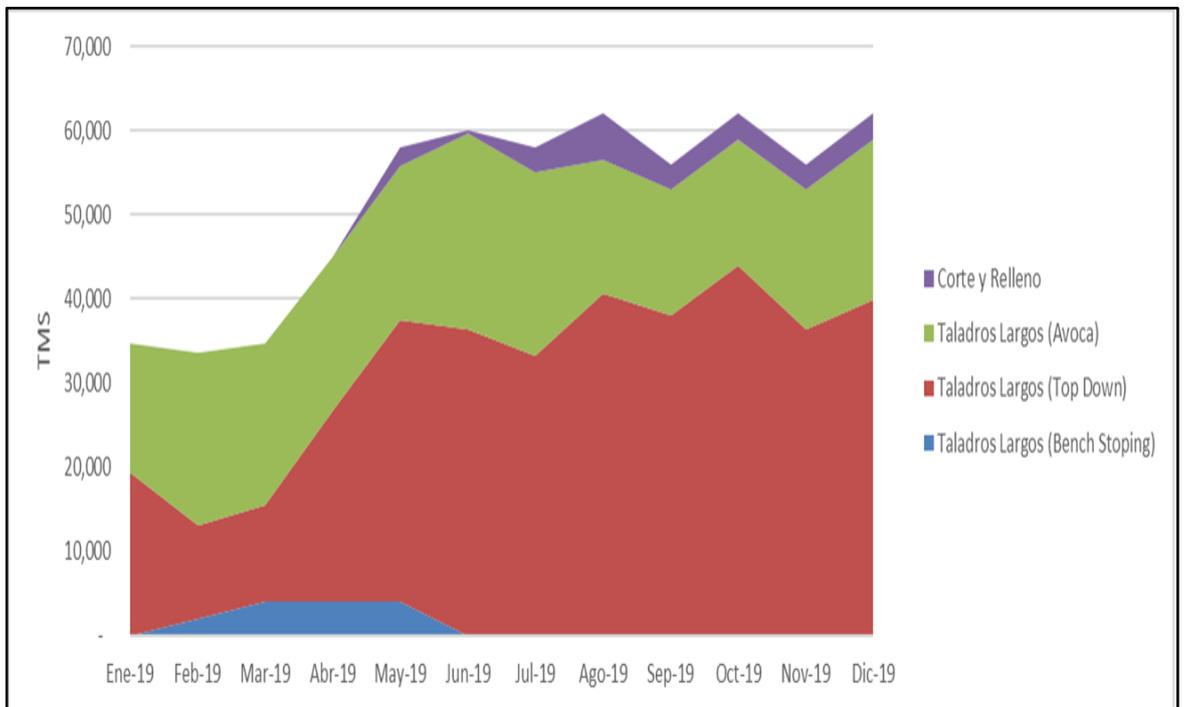
Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

**Figura 18:** Incremento de producción de la Zona Alta



Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

**Figura 19:** Aporte de producción por métodos de minado



Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

#### **4.2.5. Métodos de Explotación**

Los métodos de explotación a emplear, fueron seleccionados en base a parámetros geológicos y geomecánicos de cada zona a explotar, determinándose el método de Taladros Largos como el método principal y también el de Corte y Relleno Ascendente Mecanizado en los tajos donde no pueda aplicarse el método de taladros largos.

##### **4.2.5.1. Método Corte y Relleno Mecanizado**

En este método el mineral se explota por cortes horizontales, comenzando desde la galería del nivel inferior y en sentido ascendente hasta el nivel superior. En cada corte se extrae completamente el mineral del tajo, cuando se ha culminado cada corte se rellena el espacio vacío con material de relleno que sirve para soportar las paredes y también como base para continuar el siguiente corte.

El material de relleno puede ser el desmonte producido de los desarrollos y preparaciones de la mina o también puede ser relleno hidráulico.

La explotación por método de corte y relleno puede ser utilizado en yacimientos de fuerte buzamiento y con distintos anchos de estructura calidades de roca. Este método ofrece una ventaja en términos de selectividad en comparación con los otros métodos que se pueden usar en depósitos similares, pero a un mayor costo de explotación. Asimismo, se contempla los riesgos inherentes al método de Corte y relleno que se comenta para lograr los fines de seguridad.

- **Riesgos Asociados al Método Corte y Relleno**

- a) **Riesgo de Operación**

Los riesgos de la operación son generados por los siguientes factores y su interacción:

- Factores humanos: Conocimiento, entrenamiento, habilidad y motivación.
- Factores de la mecanización de la operación: Mantenimiento, desgaste, tecnología, etc.
- Factores ambientales: Pisos, iluminación, visibilidad.

En base a estos factores se han identificado los siguientes riesgos asociados a las actividades en la operación minera:

- Perforación de roca: En desarrollo de labores de avance y explotación.
- Voladura de roca: Carguío de taladros, inicio o chispeo de voladura, evacuación de personal de voladura.
- Carguío de mineral: Equipo pesado de acarreo.
- Transporte: Volquetes.
- Servicios: Cables, tuberías, aire comprimido, energía eléctrica.

- b) **Desprendimiento de bloques de roca**

Es el riesgo más común asociado a este método de explotación, debido a los anchos de los tajos, los pilares de sostenimiento existentes y a los efectos de la voladura masiva sobre los hastiales y pilares. Para incrementar el grado de seguridad en la explotación se desarrolla primero la galería, la cual se ubica en el

centro o en el contacto y luego se amplía la sección mediante desquinces. Entonces, se debe considerar lo siguiente:

Mientras la labor se encuentra en dimensiones pequeñas, el desprendimiento de rocas es posible eliminarlo o controlarlo mediante el desatado de rocas normal con juegos de barretillas o desate mecanizado; pero cuando la galería ha adquirido dimensión mayor requiere un tratamiento especializado; para ello se realizan:

- **Evaluación Geomecánica:** Que indique las condiciones del macizo rocoso en el nivel base y las predicciones hacia los niveles superiores, estos antecedentes se consiguen con un mapeo en el nivel de explotación, la información obtenida de la galería y de sondajes.
- **Voladura Controlada:** Principalmente en las coronas de galería usando el concepto de taladros de pre-corte o re-corte y utilizando los arcos del techo en forma arqueada para aprovechar la transmisión de esfuerzos y lograr el equilibrio natural de la roca en el tiempo.
- **Desatado de Labores:** Otra importante causa de desprendimiento de roca es la falta de desatado al ingresar a una labor luego de la voladura. Es cuando la roca ha sido recientemente sometida a esfuerzos y efectos sísmicos causados por ondas de choque de tracción y compresión producto de la acción de los explosivos.

- **Menor Cantidad de Labores Abiertas:** Para disminuir la probabilidad de desprendimiento se debe de mantener la menor cantidad de labores abiertas, para conseguir ello el relleno detrítico debe de encontrarse muy cercano al tiempo de extracción del mineral o se utilice relleno hidráulico para acelerar el proceso de relleno.
- **Ciclo de Minado en el Método Corte y Relleno**

El ciclo de minado del Corte y Relleno Mecanizado comprende:

#### **Perforación**

Se realiza a partir de la galería del nivel inferior, con inclinación  $> 70^\circ$  con cara libre, con ángulo paralelo al buzamiento promedio del cuerpo, también se realiza taladros de contorno para evitar el debilitamiento del intrusivo con caliza, así evitar dilución del tajo. Se perfora con un ancho mínimo de 2.5m. La perforación puede ser horizontal (en breasting) o vertical (en realce).

Se realiza el pintado de la malla con espaciamiento (E) x burden (B) de 0.90 X 0.90 m. para obtener una granulometría de 6 a 9 pulg. Para esta operación se utiliza jumbos electro hidráulicos con 03 barras de perforación (c/barra=1.2m) y broca de 64 mm y 51mm en el caso de realce y para el breasting su utilizan barras de 12 o 14 pies de longitud, el frente de trabajo de los equipos u personal debe de ser sostenido y debe hacerse un desatado constante de labor.

#### **Voladura**

El carguío de taladros en frentes y tajos se realiza con sistema convencional, antes se debe de generar una cara libre (slot) en el caso

del realce o tener cara libre respecto al relleno en el caso del breasting para dar salida al disparo. El explosivo a usarse está definido según el estándar de voladura para dicho tajo y en función al procedimiento de trabajo de la actividad a ejecutar.

- ANFO, cargado por medio de un equipo cargador a presión de aire, yetanol o cargadores mecanizados de ANFO.
- Cebo Emulsión 3000, medidas 2" X 8"
- Mecha ensamblada.
- Cordón detonante.
- Sistema de iniciación con fulminante no eléctrico de retardo (Fanel o Fanel Dual) de periodos corto y largo.

### **Ventilación**

El sistema de ventilación utiliza ventilación mecánica o forzada y para ello se cuenta un sistema principal de aire viciado con chimeneas perforadas por métodos Raise Boring y chimeneas Alimak además de chimeneas convencionales existentes.

### **Acarreo**

El mineral roto será acarreado hasta la cámara de acumulación mediante scoops de 2.0 yd<sup>3</sup> hasta 6 yd<sup>3</sup> y luego será cargado a volquetes para el traslado del mineral hasta el echadero de mineral los Ore Passes que conducen el mineral hasta el Nv 0 (Nivel de Extracción) o en su defecto son transportados por los volquetes a través de la Rampa Principal hasta superficie.

### **Relleno**

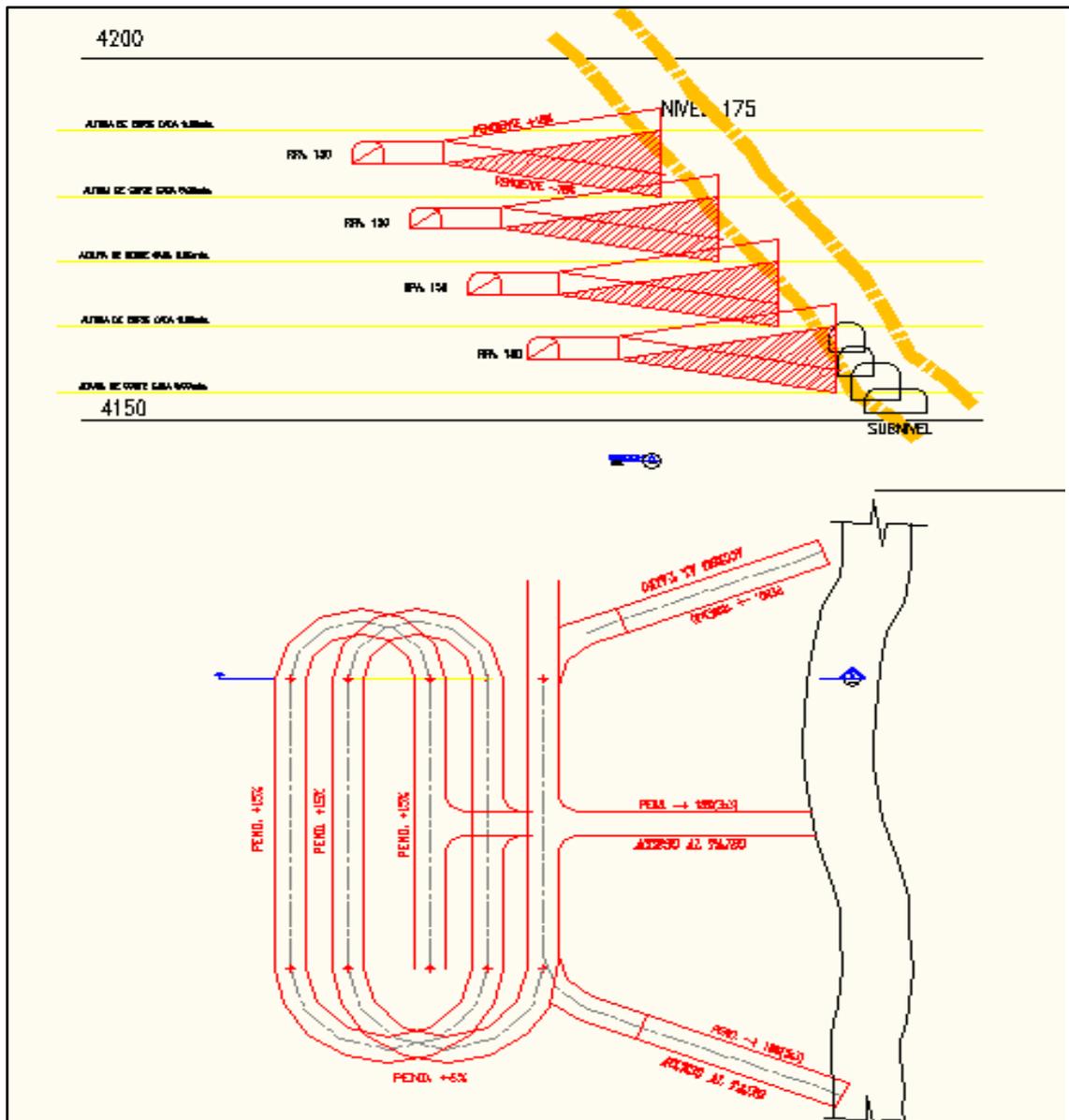
En el caso del relleno detrítico lo conforma el desmonte generado por el avance de labores en preparación, desarrollo y profundización. Este es trasladado a dichas labores por medio de volquetes y depositados en los tajos, una vez allí es extendido por los scoops para tener el piso del tajo a nivel horizontal. Luego, se procede a continuar con la actividad de perforación con jumbo, con se reinicia el ciclo de minado.

En el caso del relleno hidráulico, se realiza a través del transporte del relave a través de tuberías de relleno desde la planta de relleno del Nv 415 hasta los tajos.

### **Extracción**

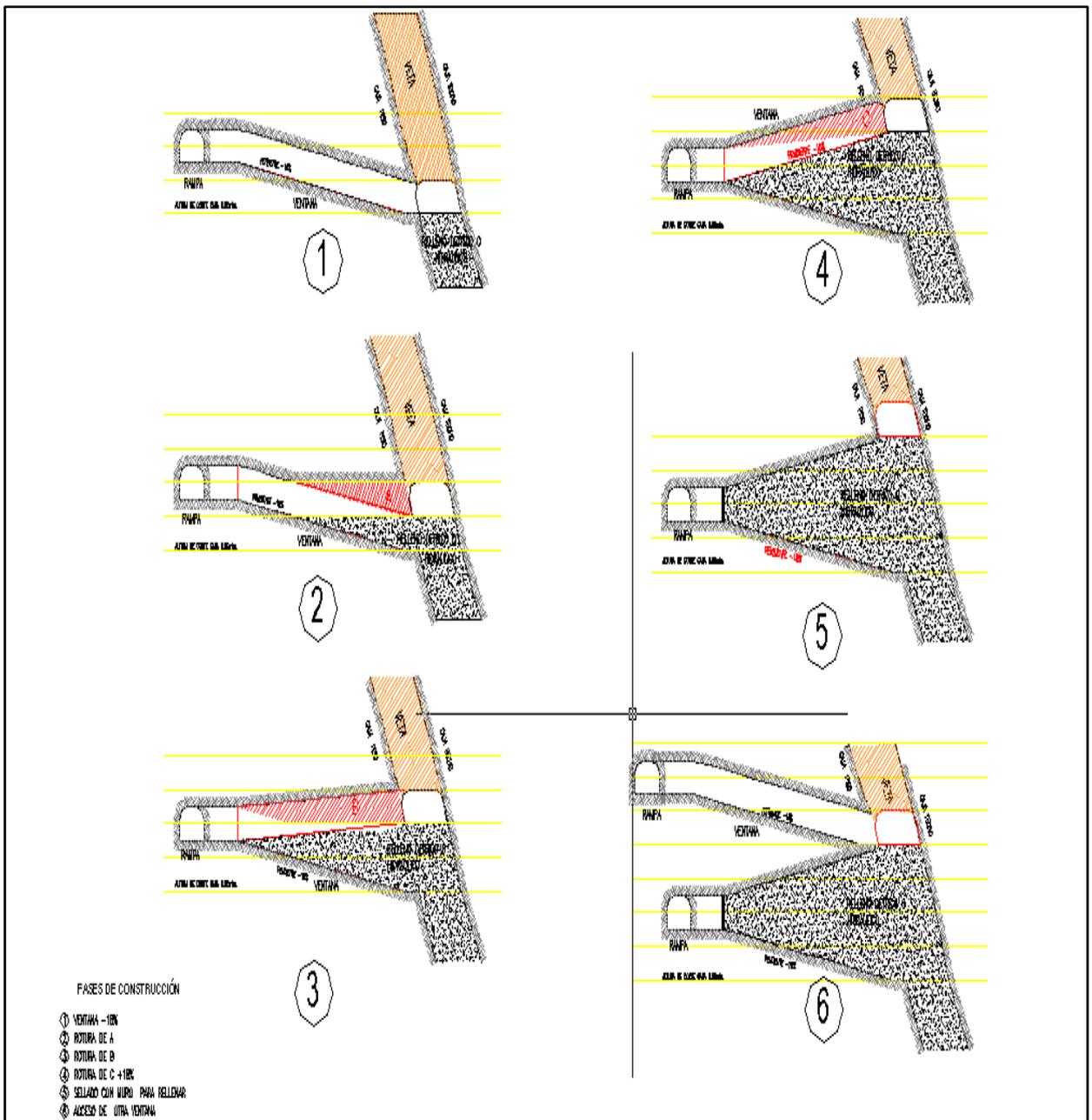
Se realiza a través de una locomotora de 6 TM y carros mineros grandby 120 pie<sup>3</sup> con quinta rueda. El cual es llevado hasta los Stock pile

Figura 20: Preparación del Método Corte y Relleno Mecanizado



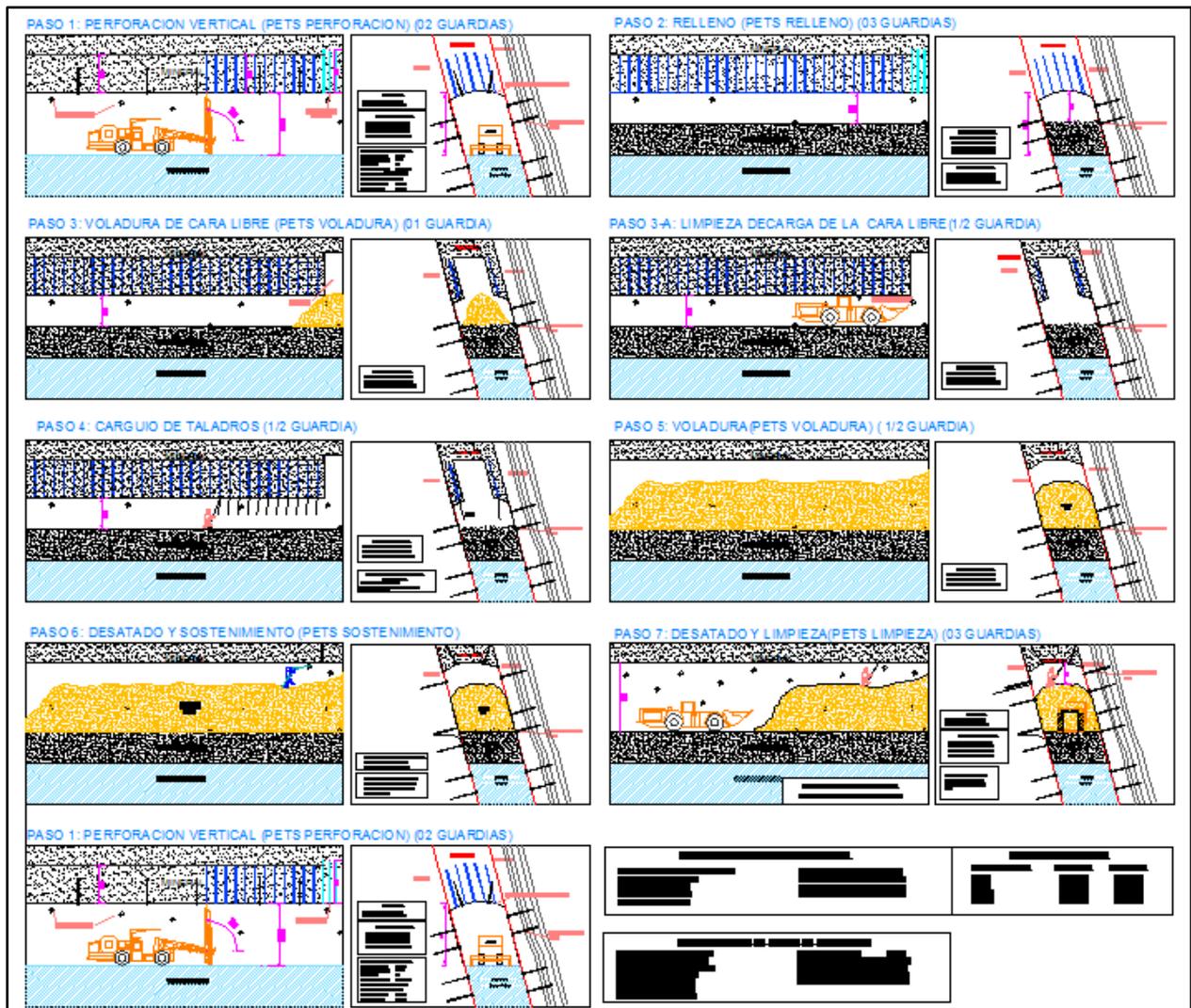
Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

**Figura 21:** Batido de Accesos en el Método de Corte y Relleno Mecanizado



Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

**Figura 22:** Ciclo del Método de Explotación Corte y Relleno



Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

- **Método de Taladros Largos**

Este método es empleado para estructuras mayores a 2.5 m y en el caso que sea entre 1.5 y 2.5 m se evaluará la aplicación del método de Corte y Relleno de acuerdo al buzamiento, sinuosidad y tipo de roca. Se desarrollan la galería del nivel base y subniveles en estructura con secciones definidas por tipo de labor y ancho de estructura, las bancadas son de 12m para niveles de 60 m y 10 m para niveles de 50 m, la perforación se realiza en forma paralela para estructuras

angostas o menores a la sección del subnivel de perforación y en forma radial para estructuras anchas o mayores a la sección del subnivel de perforación.

- **Riesgo Asociados al Método de Taladros Largos**

Para la implementación del método de minado se realizó una evaluación de riesgo con una Consultora Externa y el equipo de trabajo de la Unidad, donde se identificaron los siguientes riesgos:

- Conocimiento geológico, por requerimiento de mayor perforación infill
- Baja adherencia al plan de minado por la flexibilidad del método de corte y relleno respecto al de taladros largos
- Mayor dilución por la perforación de taladros de mayor longitud y mayores áreas abiertas
- Baja experiencia respecto a para evaluar el uso de nuevos sistemas de sostenimiento como el cable bolting
- Baja experiencia respecto al método de explotación para evaluar tecnología requerida para el uso del método.
- Información incompleta de áreas remanentes por retomar áreas explotadas antiguamente
- Colapso de pilar corona, para labores cercanas a superficie
- Conexiones de taladros hacia zonas de operación
- Requerimiento de cambio de flota para explotar estructuras anchas y angostas
- Requerimiento de cambio cultural para la implementación del método

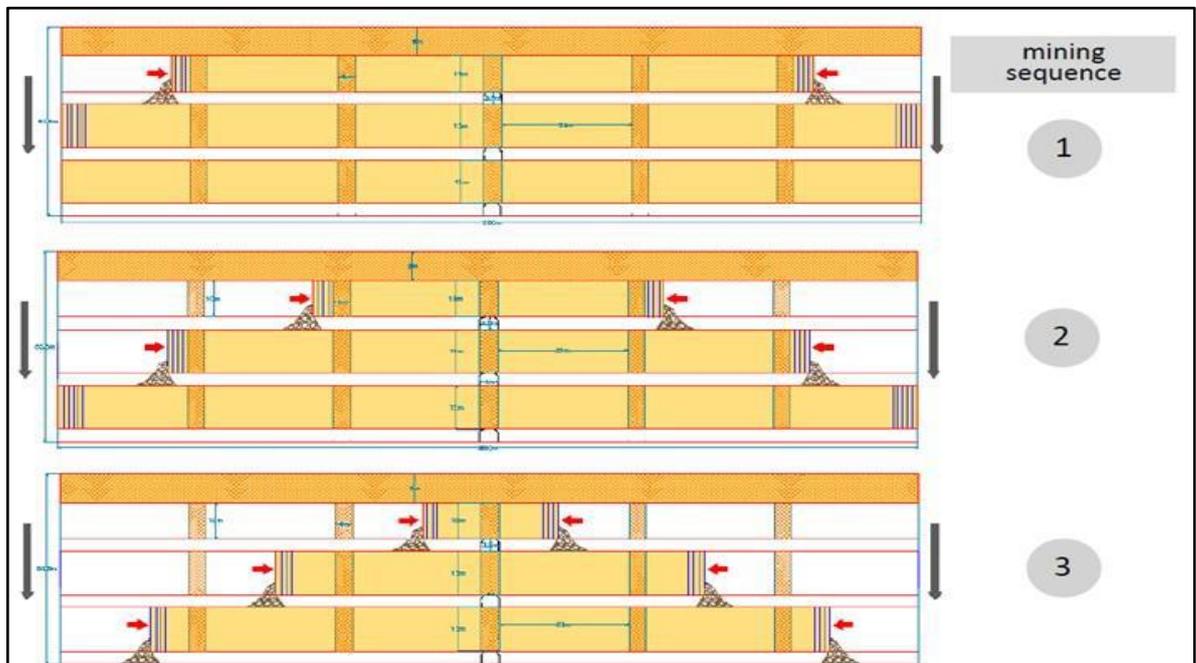
- Ausencia del modelo geomécanico para comprender los mecanismos y probabilidades de hundimiento.

- **Variantes del Método de Taladros Largos**

Se emplean 3 variantes del método:

- **Top Down:** la perforación se realiza en forma ascendente, la secuencia de explotación es de forma descendente, no necesita la realización del subnivel superior debajo del puente hacia nivel superior, es más flexible, requiere un mayor control de desviación de taladros. Se utiliza para estructuras por debajo de los 8m de potencia y buzamientos sobre los 50°, no necesita relleno y se dejan pilares sistemáticos durante la explotación, tiene un acceso central para cada subnivel de explotación.

**Figura 23:** Secuencia de Explotación de Taladros Largos – Variante Top Down

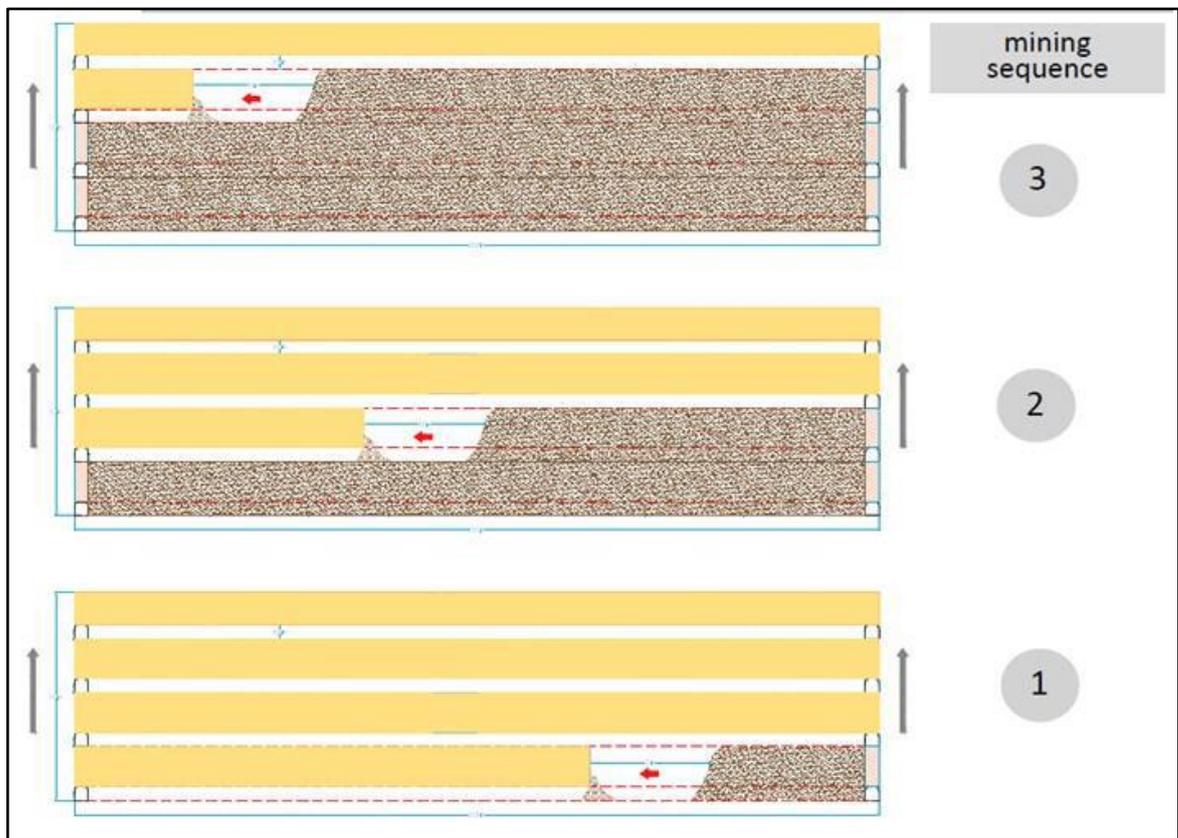


Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

- **Avoca:** la perforación se realiza en forma descendente, la

secuencia de explotación es de forma ascendente, requiere el subnivel superior debajo del puente hacia el nivel superior, es menos flexible, requiere mayor control de dilución durante la limpieza. Se utiliza para estructuras sobre los 8m de potencia y buzamientos sobre los 50°, necesita relleno, no requiere dejar pilares, tiene dos accesos, uno para limpieza y otro para relleno en cada subnivel de explotación.

**Figura 24:** Secuencia de Explotación de Taladros Largos – Variante Avoca

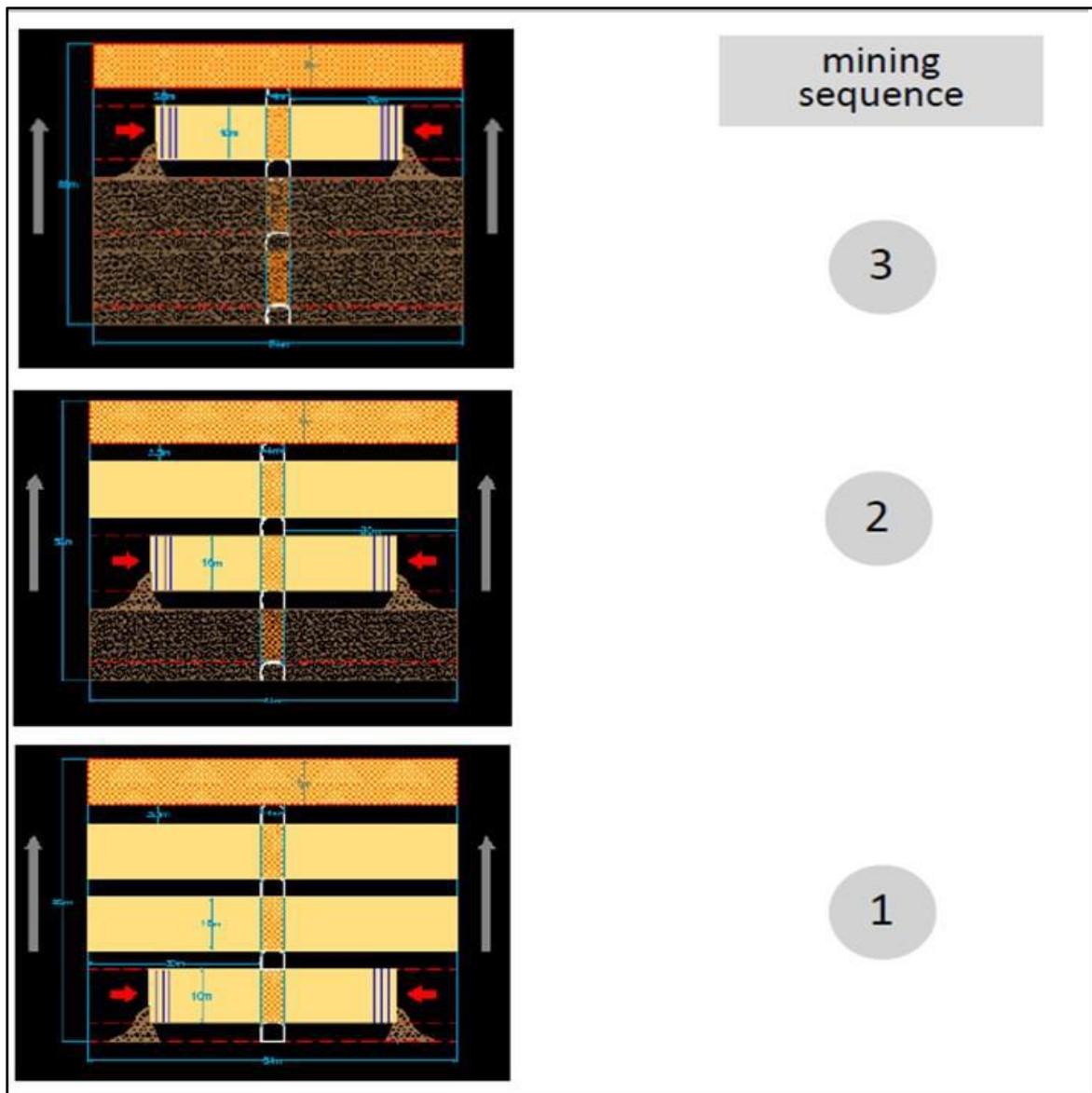


Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

- **Bench Stopping:** la perforación se realiza en forma descendente, la secuencia de explotación es de forma ascendente, requiere el subnivel superior debajo del puente hacia el nivel superior, requiere un mayor control de diluación durante la limpieza. Se

utiliza para estructuras debajo de los 8m de potencia y buzamientos sobre los 50° donde las longitudes de minado cortas hasta los 60 de longitud, necesita relleno, no requiere pilares, tiene un acceso central en cada nivel de explotación.

**Figura 25:** Secuencia de Explotación de Taladros Largos – Variante Bench Stopping



Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

- **Geometría de Diseño de Labores en Interior Mina**

De acuerdo al ancho de las estructuras a minar y a la infraestructura disponible se han determinado secciones típicas por zona y se detallan:

**Zona Alta**

- Rampas, By pases y Accesos: 3.5 m x 3.5.
- Galerías y subniveles: de 2.8 m x 2.8 m a 3.5 m x 3.5 m de acuerdo al ancho de estructura
- Chimeneas VCR: 2.0 m x 2.0 m
- Chimeneas RB: de 1.5 m o 3.0m de diámetro

**Zona Baja**

- Rampas, By pases y Accesos: 4.0 m x 3.5 m.
- Galerías y subniveles: de 2.8 m x 2.8 m a 4.0 m x 3.5 m de acuerdo al ancho de estructura
- Rampa de profundización: 4.5 m x 4.0 m
- Chimeneas VCR: 2.0 m x 2.0 m
- Chimeneas RB: de 1.5 m o 3.0m de diámetro

**4.2.6. Servicios Auxiliares Mina**

- **Relleno Detrítico y relleno hidráulico**

Como parte del planeamiento se ha considerado rellenar los tajos vacíos y de acuerdo al método de explotación con el desmonte proveniente del avance de labores de preparación y desarrollo, para evitar en lo posible su evacuación a botaderos, el saldo del relleno requerido será cubierto por el relleno hidráulico.

- **Relleno Detrítico**

El desmonte requerido para el relleno de labores será provisto del avance de labores de preparación y desarrollo, trasladados con volquetes a zonas de volteo cercanas a los tajos a rellenar y luego trasladados al interior del tajo con scoops o directamente con scoops desde el frente en avance hacia el tajo cuando la distancia de acarreo no es extensa.

- **Relleno Hidráulico**

Se cuenta con una planta de relleno hidráulico en el Nv 415 (superficie) que consta de una tolva donde se realiza el repulpeo de relave clasificado proveniente de la relavera Tucush hacia interior mina, para el relleno de tajos ubicados hasta el Nv -310.

La capacidad máxima de la planta de relleno es de 800 m<sup>3</sup>/día

• **Ventilación**

El sistema de ventilación de la Mina Contonga es mecánico, sujeto a la operación de ventiladores primarios extractores de aire viciado, instalados en superficie nivel 415 e interior mina niveles 240, 200 y 100.

Los ingresos de aire fresco principales son por la bocamina del nivel 300, bocamina del nivel 240, bocamina del nivel 0, antigua chimenea OREPASS por el nivel 360 y chimenea RB04 por el nivel 360. Adicionalmente a estas labores hay ingresos adicionales de aire de bajo flujo.

- **Ingresos de aire**

El ingreso de aire fresco se da por las bocaminas principales y algunas chimeneas antiguas, los cuales encaminan el aire a las labores principales en operación de la mina. El caudal presentado es el promedio de mediciones ejecutadas. Los ingresos principales de aire son:

**Tabla 12:** Ingresos de Aire Fresco

Estación	Nivel	Lugar	Temperatura °C	Sección m <sup>2</sup>	Velocidad m/min	Flujo m <sup>3</sup> /min	Flujo pies <sup>3</sup> /min
EV-101	360	CH CAMINO	2.2	2.1	35.1	75	2,647
EV-102	300	CORT.NW	3.2	8.9	136.9	1,219	43,031
EV-103	240	ORE PASS	3.2	13.2	151.8	2,008	70,910
EV-104	300	CORT. PRINCIPAL	3.0	7.7	127.7	987	34,839
EV-105	360	RB4	2.5	8.9	158.3	1,407	49,702
EV-107	240	CORT. PRINCIPAL	3	19.3	129.9	2,503	88,401
EV-108	0	CX2006	9.1	12.6	223.0	2,816	99,445
<b>TOTAL</b>						<b>11,015</b>	<b>388,975</b>

- **Salidas de Aire**

La salida de aire viciado es a través de ventiladores principales los cuales están instalados en los niveles 415, 200 y 100.

**Tabla 13:** Salidas de Aire

Estación	Nivel	Lugar	Temperatura °C	Sección m <sup>2</sup>	Velocidad m/min	Flujo m <sup>3</sup> /min	Flujo pies <sup>3</sup> /min
EV-S01	415	RB7	13.1	7.55	525.13	3,964	139,968
EV-S02	360	CORT.NW	13.2	7.03	86.13	605	21,378
EV-S03	415	CORT.E	15.9	9.22	20.13	186	6,553
EV-S04	455	Sub Nivel tajo	13.8	1.83	45.13	83	2,915
EV-S05	455	Bocamina	14.2	9.97	19.33	193	6,808
EV-S06	455	CH076	13.5	8.92	540	4,819	170,164
EV-S07	455	CH WASTE PASS	11.8	8.38	21	176	6,214
EV-S08	455	CH 6W	11.5	2.56	34.67	89	3,139
EV-S09	240	CH4E	10.2	13.11	99.6	1,306	46,111
<b>TOTAL</b>						<b>11,421</b>	<b>403,250</b>

La diferencia en porcentaje de ingresos y salida es:

**Tabla 14:** Diferencia de Ingresos y Salidas de Aire

	Flujo m <sup>3</sup> /min	Flujo pies <sup>3</sup> /min
Ingreso de Aire	11,013	388,974
Salida de Aire	11,417	403,251
Diferencia %	4%	

Fuente: Elaboración Propia del Proyecto

#### 4.2.7. Geomecánica

- **Dimensionamiento de Taladros Largos**

La Mina Contonga realiza la explotación por el método de Taladros largos, para lo cual fue necesario realizar pruebas de Overcoring y registrar los esfuerzos tectónicos in-situ, de tal manera se tenga parámetros confiables durante la orientación y diseño de las aberturas mineras.

## **Objetivos**

El objetivo principal, de acuerdo a la evaluación Geomecánica de la masa rocosa de la Mina Contonga, fue el dimensionamiento máximo de las aberturas mineras tal que se mantengan estables sin sostenimiento de acuerdo al método gráfico de estabilidad, y los modelamientos numéricos, con el propósito de encontrar un método de mayor producción a un menor costo, siempre y cuando el riesgo hacia el personal expuesto sea nulo, partiremos de los alcances con el que cuenta el departamento de Geomecánica.

Los alcances relacionados con el objetivo planteado fueron, desarrollar el modelo Geomecánico de las áreas previstas para explotación por el método de taladros largos, teniendo como alcance lo siguiente:

- Resultados de laboratorio 2015 (laboratorio de rocas UNMSM)
- Medición de esfuerzos Over Coring 2017 (laboratorio de rocas PUCP- laboratorio de rocas Geomecánica)
- Levantamientos de campo
  - Resultados con el esclerómetro
  - Zonificación geomecánica por niveles
  - Levantamiento estructural por niveles
  - Clasificación geomecánica

## **Enfoque de la evaluación**

El trabajo está orientado al dimensionamiento, Spam de minado, Secuencia de Minado y orientaciones de laboreo, con el fin

de obtener los resultados de diseño que mejor resulte para la seguridad en la operación.

**RESULTADO DE LAS MEDICIONES DE ESFUERZOS EN STOCK CONTONGA**

Se encargó a Geomecánica Latina el proyecto de 02 mediciones de esfuerzos en la zona de profundización, las indicaciones de Geomecánica Latina, para los buenos resultados, fueron estrictamente realizadas por el área de Planeamiento y operación.

**Tabla 15:** Magnitud y Dirección de esfuerzos Insitu del Over 1 (Geomecánica 2017)

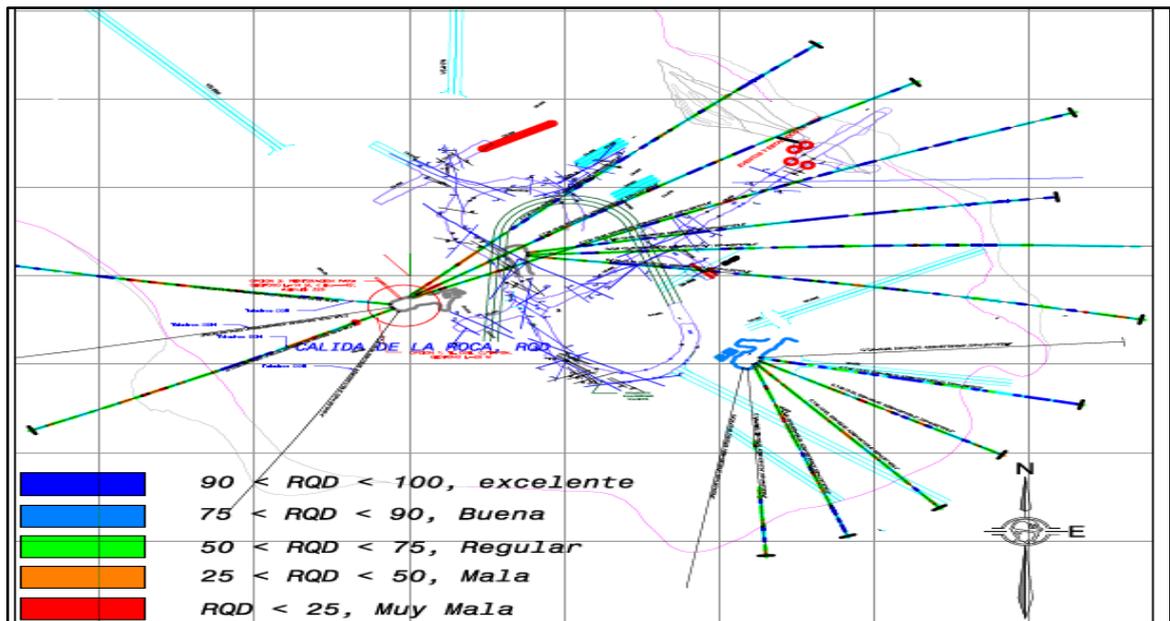
	Mpa	Rumbo (°)	Inclinación(°)
S1	28	247	6
S3	5	160	-22
S2	8	324	-67

**Fuente: Propia del Proyecto**

Los resultados obtenidos del Over 01 se muestran en el cuadro 01, para los intereses Geomecánicos obviaremos los resultados del Over 02 con S1 de 145 Mpa, por considerarse una anomalía sin explicación por parte de los encargados del proyecto.

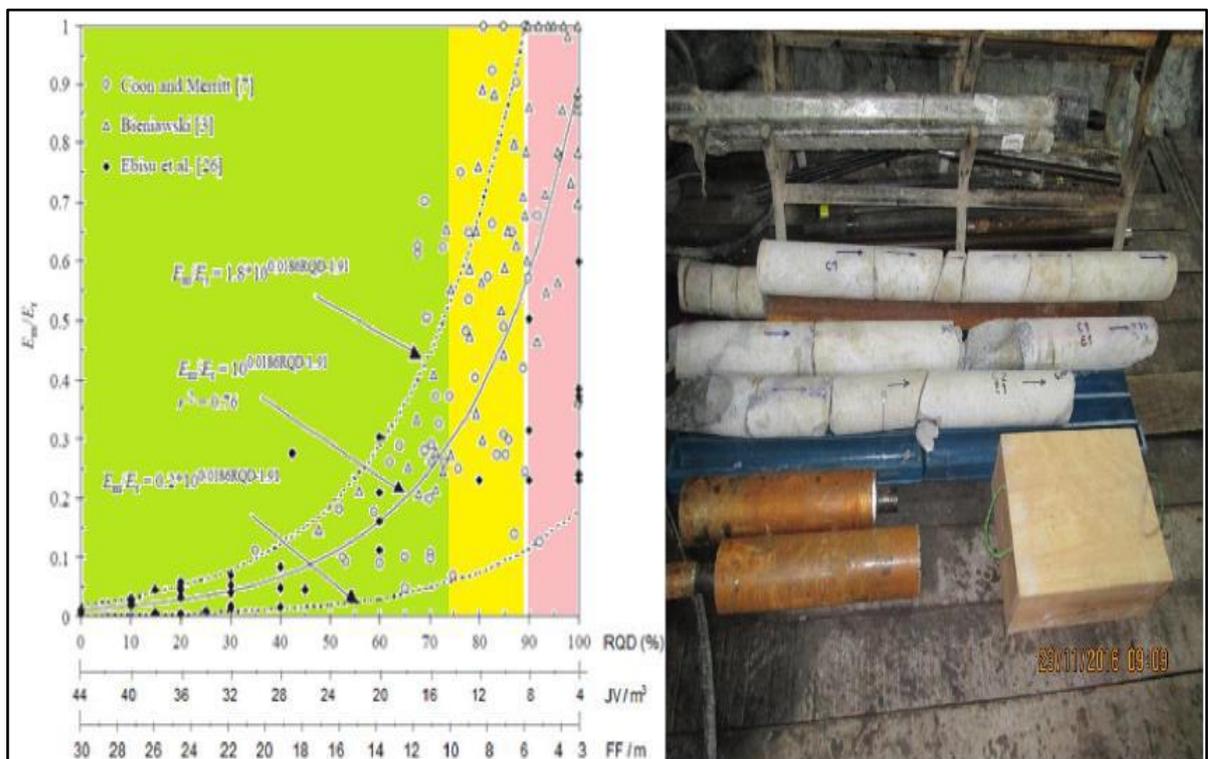
De la fig.01 se puede apreciar un RQD alto en los sectores Norte, Este y Sur.

**Figura 26:** Testigos del Over 01, de la zona Norte CAM 918 NV\_-310



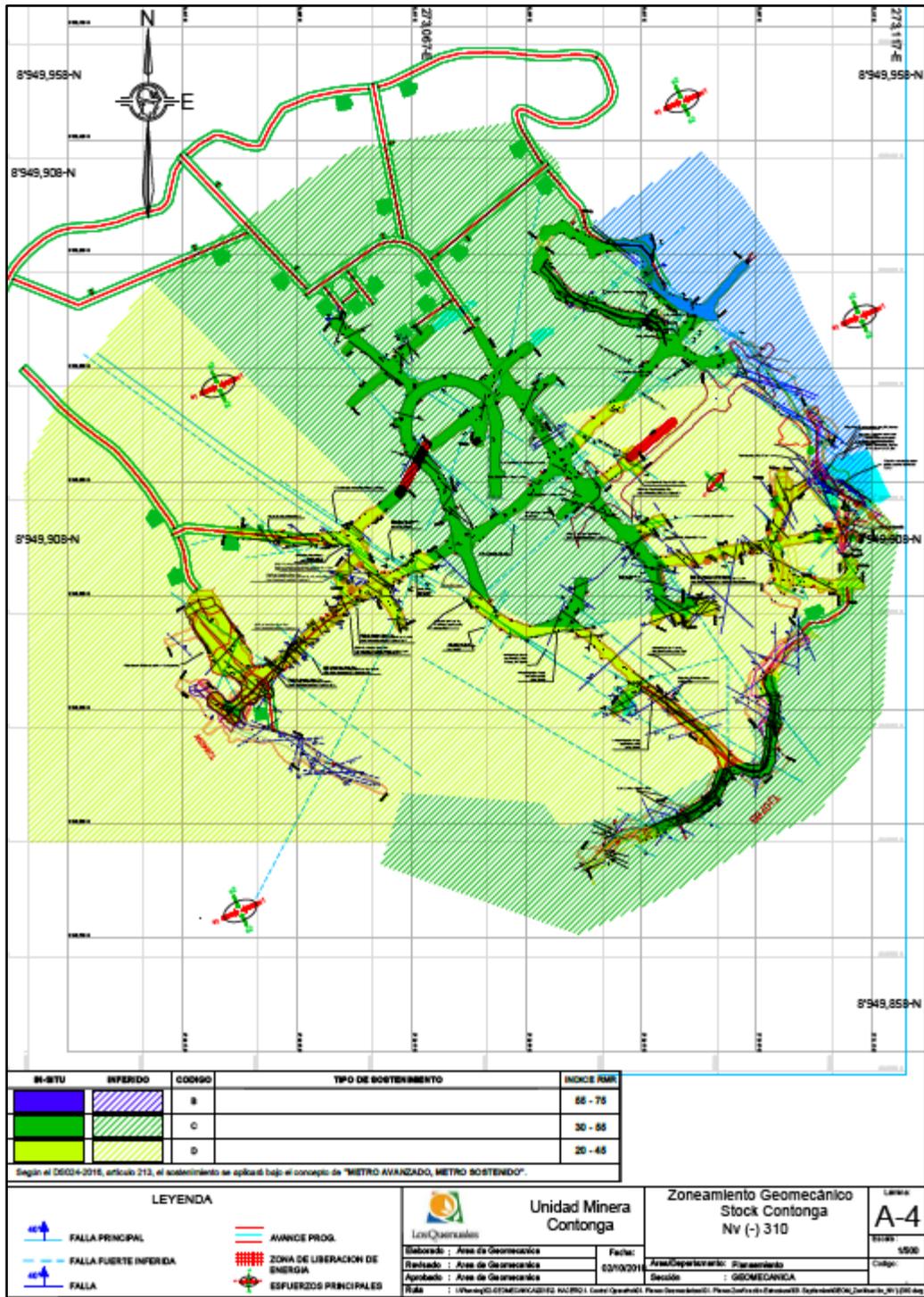
Fuente: Propia del Proyecto

**Figura 27:** Plano de Zonificación del NV\_-310 con las direcciones de los esfuerzos principales S1 del Over 01, rumbo N 247° y S1 del Over 02 Rumbo N 221°.



Fuente: Propia del proyecto

**Figura 28:** Plano de Zonificación del NV\_-310 con las direcciones de los esfuerzos principales S1 del Over 01, rumbo N 247° y S1 del Over 02 Rumbo N 221°.



Fuente: Propia del proyecto

#### **4.2.8. Explotación Con Taladros Largos Para Incrementar La Producción**

En el proyecto de ampliación de la producción, se ha establecido que para la eficacia y eficiencia de incremento de producción mediante los taladros largos se ha dividido el cuerpo mineralizado en sectores para el laboreo y consiste en arrancar el mineral a partir de subniveles de explotación mediante disparos efectuados en planos verticales, con taladros largos paralelos y radiales, posteriormente quedando vacío el tajeo después de la explotación.

##### **Características**

La explotación por subniveles (Sub level Stopping), con taladros largos es un método de minado de alta producción aplicable a cuerpos o vetas extensas, de buzamiento casi vertical y geometría regular que poseen un mineral y cajas competentes que requieren esporádicos o ningún soporte y el mineral roto fluye bajo la influencia de la gravedad, este método posee una fuerte inversión en la etapa de preparación, aunque dicho costo es compensado por el hecho que gran parte de la preparación es ejecutado en mineral. Los cuerpos de mineral deben tener formas y dimensiones regulares, porque el método no es selectivo. El uso eficiente de voladura en gran escala hace de la explotación por subniveles uno de los métodos de más bajos costos de la minería subterránea. El minado masivo de perforación y voladura con taladros largos ha demostrado ser efectivo para el proyecto de ampliación de la producción propuesto en el presente proyecto, con lo que se ha conseguido y cumplido los objetivos planificados.

- **Enfoque del desarrollo del proyecto de incremento de la producción**

El trabajo está orientado al dimensionamiento, Spam de minado, Secuencia de Minado y orientaciones de laboreo, con el fin de obtener los resultados de diseño que mejor resulte para la seguridad en la operación, y continuidad del

avance del proyecto se han tomado en cuenta los parámetros geomecánicos de la zona como se indica a continuación.

#### **4.2.9. Resultado de las Mediciones de Esfuerzos en Stock Contonga para el Proyecto.**

De Acuerdo a los resultados de Geomecánica Latina el proyecto con resultados de 02 mediciones de esfuerzos en la zona de profundización, las indicaciones para los buenos resultados, fueron estrictamente realizadas por el área de Planeamiento y operación tal como vemos:

**Tabla 16:** Magnitud y Dirección de esfuerzos Insitu del Over 1 (2017)

	Mpa	Rumbo (°)	Inclinación(°)
S1	28	247	6
S3	5	160	-22
S2	8	324	-67

Fuente: Propia del Proyecto

De acuerdo a este cuadro obtenidos del Over 01 se muestran en el cuadro, para los intereses Geomecánicos obviaremos los otros resultados, porque, se han considerado anomalías sin explicación para el proyecto.

- **Resultados de Laboratorio para la medición de esfuerzos**

**Tabla 17:** Ensayos de constantes elásticas en roca Intrusivo (2017)

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D7012-04, dando los siguientes resultados:

Estación / Muestra	Orientación	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Resistencia a la Compresión Uniaxial (MPa)	Módulo de Young "E" (GPa)	Relación de Poisson "ν"
E-1 / MI2 Izquierdo	Vertical	7.10	5.49	10.76	194.0	27.95	0.17
E-1 / MI2 Izquierdo	Horizontal	7.10	5.49	10.77	184.1	29.23	0.19
E-1 / MC2 Centro	Vertical	6.08	5.48	10.74	167.2	28.00	0.18
E-1 / MC2 Centro	Horizontal	6.08	5.49	10.74	144.1	26.16	0.21
E-1 / MD2 Derecho	Vertical	3.70	5.49	10.78	171.3	27.77	0.19
E-1 / MD2 Derecho	Horizontal	3.70	5.48	10.73	132.1	25.57	0.19

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

**Tabla 18:** Ensayos de constantes elásticas en roca Caliza (zona transición del intrusivo hacia la caliza) 2017

Los ensayos se realizaron según la norma ASTM D7012-04, dando los siguientes resultados:

Estación / Muestra	Orientación	Profundidad (m)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Resistencia a la Compresión Uniaxial (MPa)	Módulo de Young "E" (GPa)	Relación de Poisson "ν"
E-2 / MI2 Izquierdo	Vertical	2.80	5.49	10.79	94.5	23.36	0.24
E-2 / MI2 Izquierdo	Horizontal	2.80	5.49	10.74	120.3	27.21	0.23
E-2 / MC2 Centro	Vertical	4.30	5.48	10.76	96.9	27.63	0.21
E-2 / MC2 Centro	Horizontal	4.30	5.48	10.70	84.5	24.18	0.22
E-2 / MD2 Derecho	Vertical	3.70	5.48	10.87	87.0	21.26	0.24
E-2 / MD2 Derecho	Horizontal	3.70	5.48	10.79	70.1	22.86	0.23

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

- **Clasificación del Macizo rocoso en la UM. Contonga**

Sabemos de acuerdo a la geología estructural que el Stock Contonga, presenta fallas principales con Rumbo Andino NW-SE y fallas con rumbo anti Andino NE-SW. Para lo cual se tiene en cuenta clasificación Geomecánica de la masa rocosa hemos utilizado el criterio de Bieniawski, 1989 (RMR – Rock Mass Rating). Los valores del RQD (designación de la calidad de la roca) se determinó por un lado mediante el registro lineal de discontinuidades, Priest & Hudson (1986) puede ser estimado a partir del número de discontinuidades por unidad de longitud (m), también se disponía de los testigos de perforación diamantina en la zona de profundización, cuyos parámetros también fueron usados en diferentes corridas para la comparación de los resultados.

El stock Contonga en general carece de presencia de agua de gran consideración en interior de mina, en algunas labores se puede observar afluencia de agua de manera puntual con  $Q < 5L/min$ .

El criterio de Bieniawski (1989) modificado que se ha utilizado para esta evaluación a fin de clasificar a la masa rocosa, se presenta en el siguiente cuadro:

**Tabla 19:** Criterio para la clasificación Bieniawski (1989)

<b>CRITERIO PARA LA CLASIFICACION DE LA MASA ROCOSA</b>			
<b>Tipo de Roca</b>	<b>Rango RMR</b>	<b>Rango Q</b>	<b>Calidad Según RMR</b>
<b>I</b>	<b>RMR &gt; 81</b>	<b>&gt; 61</b>	<b>MUY BUENA</b>
<b>II</b>	<b>61-80</b>	<b>6.61-61</b>	<b>BUENA</b>
<b>III A</b>	<b>51-60</b>	<b>2.18-5.92</b>	<b>REGULAR A</b>
<b>III B</b>	<b>41-50</b>	<b>0.72-1.95</b>	<b>REGULAR B</b>
<b>IV A</b>	<b>31-40</b>	<b>0.24-0.64</b>	<b>MALA A</b>
<b>IV B</b>	<b>21-30</b>	<b>0.08-0.21</b>	<b>MALA B</b>
<b>V</b>	<b>21&lt;</b>	<b>Q&lt; 0.08</b>	<b>MUY MALA</b>

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

**Tabla 20:** Calidad de la masa rocosa por Litología NV\_-310

Litología	Zona	Rango de RMR	Calidad de la masa rocosa	Tipo de Roca
Intrusivo	Este, Norte, Sur	51 < RMR < 90	Regular A-Buena	IIIA, II,I
Mineral	Este, Norte, Sur	45 < RMR < 65	Regular B- Buena	IIIB, IIIA
Skarn	Este, Norte, Sur	51 < RMR < 70	Regular A- Buena	IIIA,II
Caliza	Este, Norte, Sur	51 < RMR < 65	Regular A- Buena	IIIA

Fuente: Propia del Proyecto

• **RQD de taladros de exploración en profundización para el proyecto**

Para nuestro proyecto El stock Contonga en la zona de profundización se ha dividido en 2 sectores de acuerdo al criterio de clasificación de la masa rocosa:

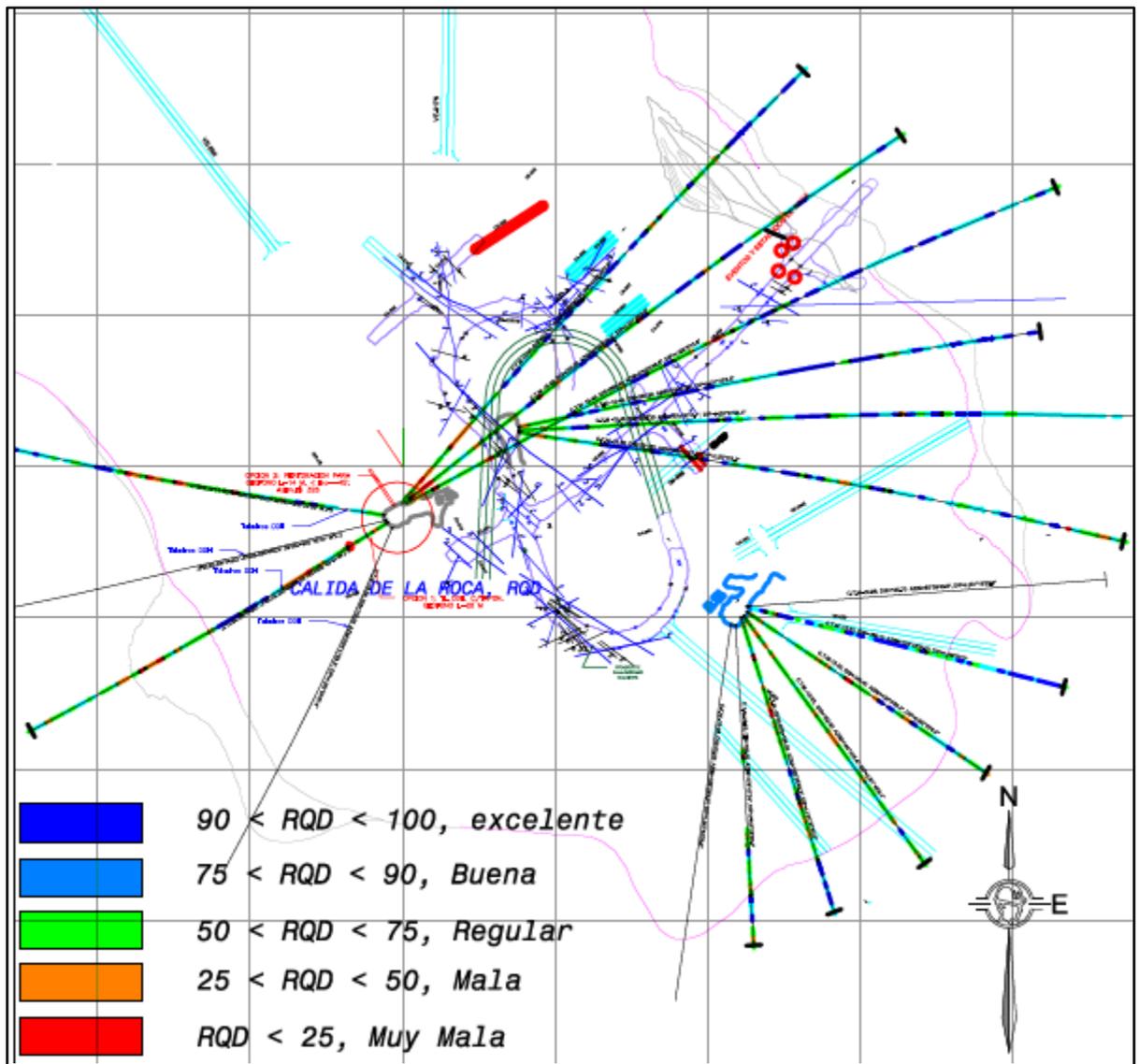
- La zona Este, Norte y Sur con un  $RMR > 51$  y  $Q > 2.18$ , en este sector la roca presenta un  $RQD > 65\%$ , presenta pequeñas afluencias de agua, de manera puntual en forma de goteo.
- La zona Oeste con un  $RMR < 50$ , en los sectores del W y parte del SW, la roca es de calidad Regular a regular B con presencia de pequeñas afluencias de agua, en forma de goteo  $Q < 5$  L/min,  $RQD < 55\%$ , Fallas principales con limos y brecha, los diferentes factores de ajuste se estima el número de estabilidad ( $N'$ ); para el avance normal de las labores asignadas para el proyecto se muestra en el siguiente cuadro.

**Tabla 21:** Cálculo del Número de Estabilidad ( $N'$ )

ZONA DE DISEÑO		Q' (RQD/Jn)*(Jr/Ja)	$\sigma_{ci}$	$\sigma_{max}$	A	B	C	N' A*B*C
LABOR	DOMINIO							
Tajos en Profundización	MINERAL	51.3	150	18	0.77	0.80	3.00	94.5
	C / TECHO	54.0	200	15	1.02	0.30	2.50	41.5
	C / PISO	92.2	90	15	0.58	0.30	8.00	128.0

Fuente: Propia del Proyecto

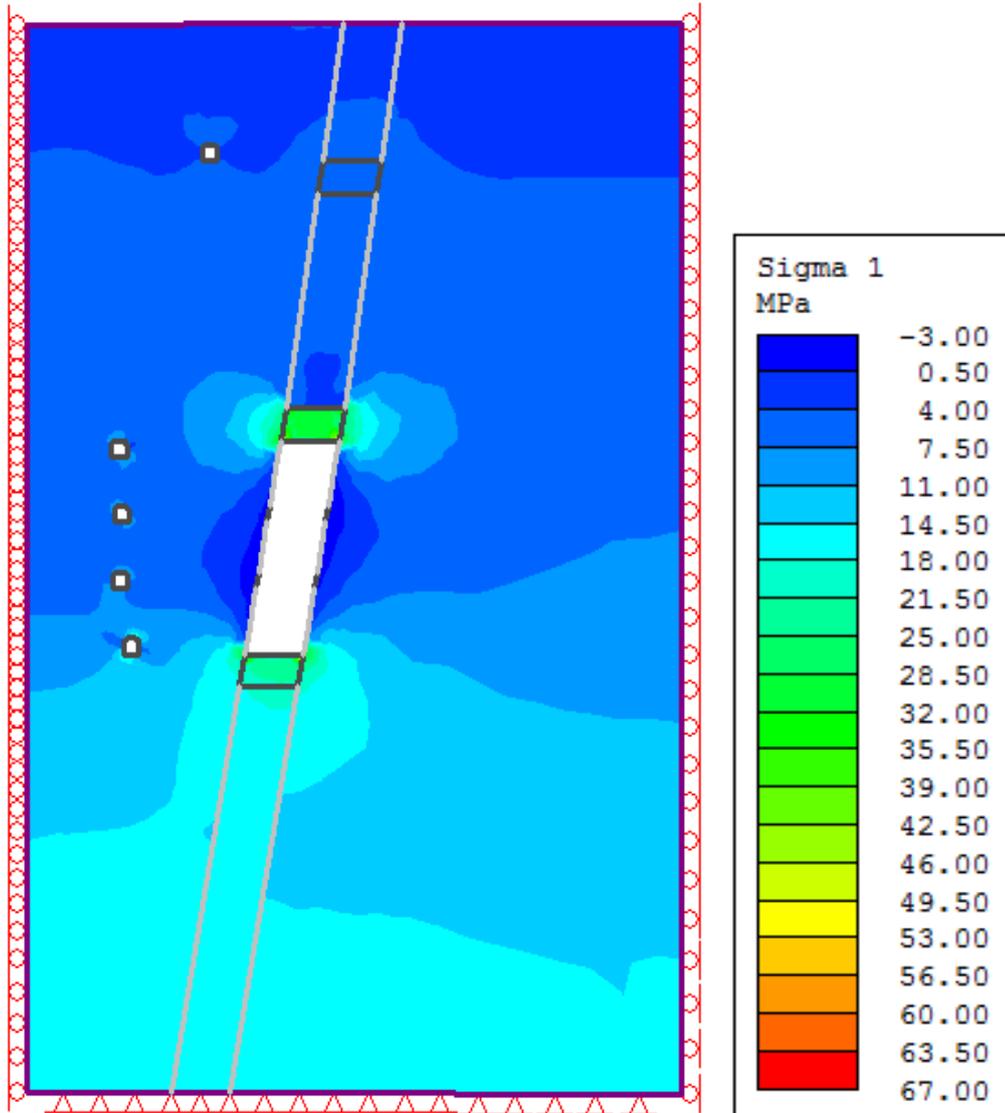
**Figura 29:** RQD en la zona de profundización para el proyecto



Fuente: Propia del proyecto

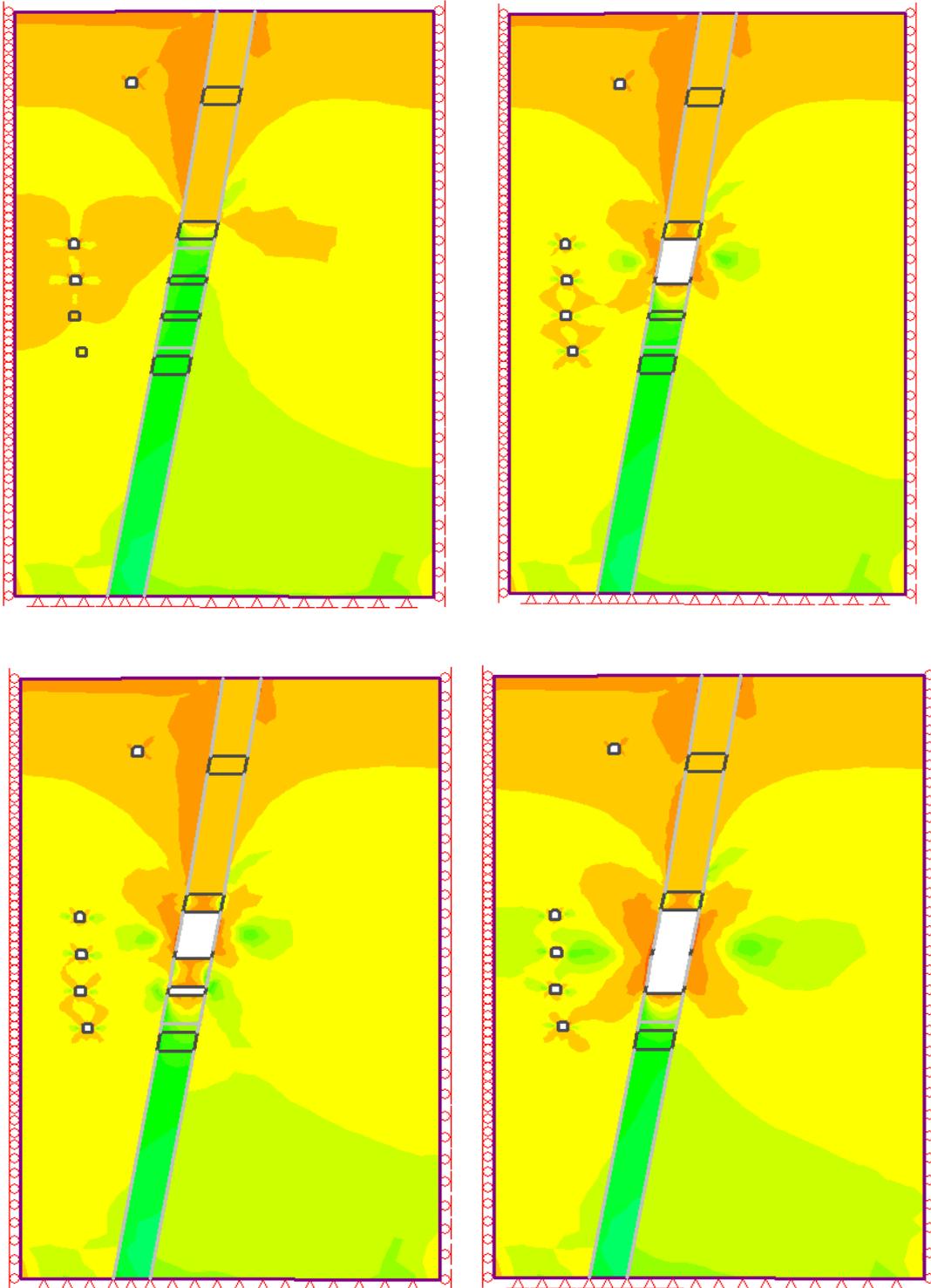
De la figura se puede apreciar un RQD alto en los sectores Norte, Este y Sur. Para la efectividad del diseño de las labores, se ha realizado con los datos establecidos las simulaciones para determinar las condiciones y requerimiento del sistema de sostenimiento teniendo en cuenta el factor de seguridad cuyos espectros se muestran enseguida.

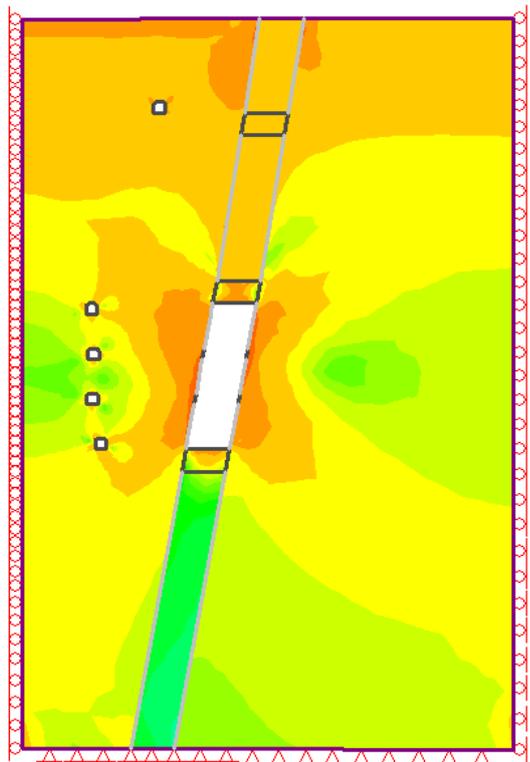
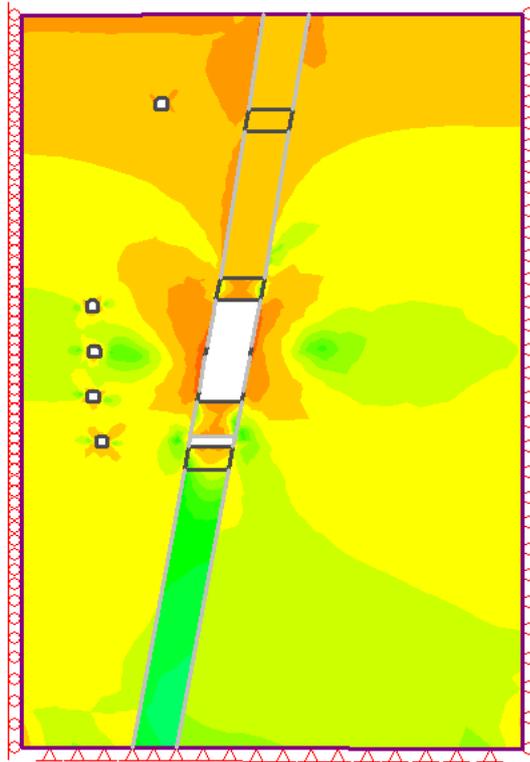
**Figura 30:** Simulaciones de secuencia miento para NV (-)310 hasta NV (-)250  
(Pot 15.0 m Top Down)



Fuente: Propia del proyecto

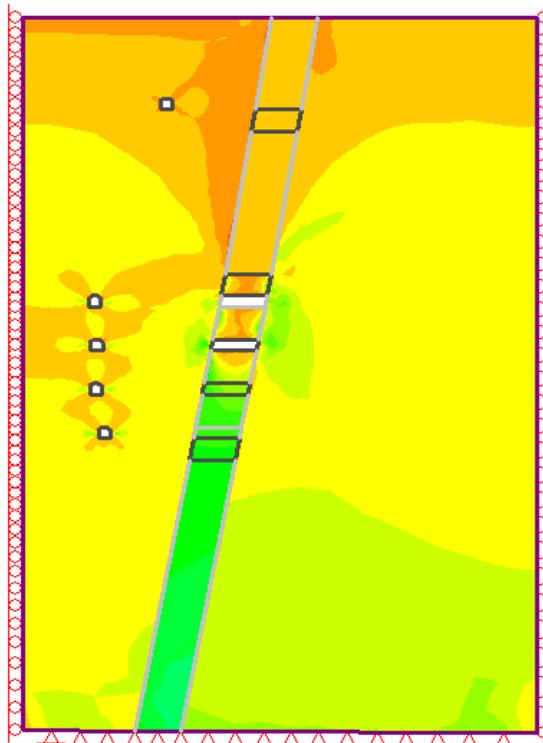
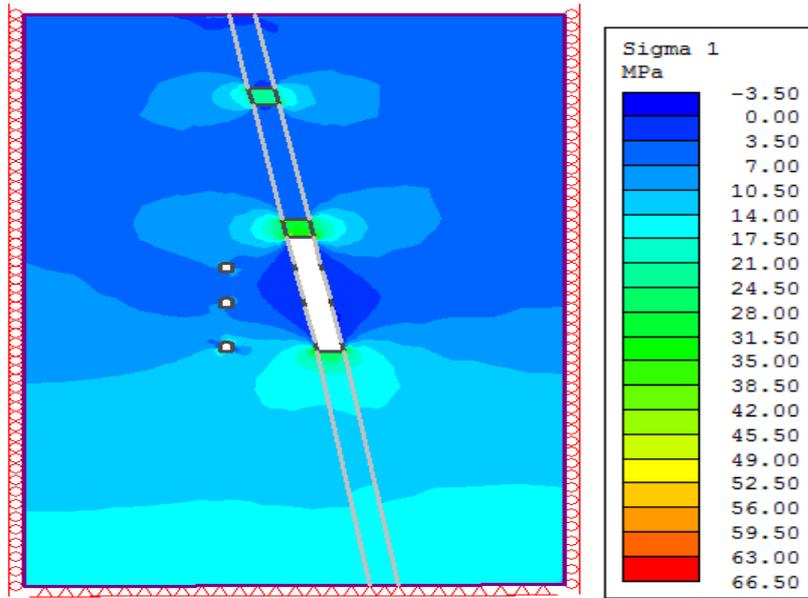
Aberturas máximas, manteniendo Radios hidráulicos para zonas estables sin sostenimiento

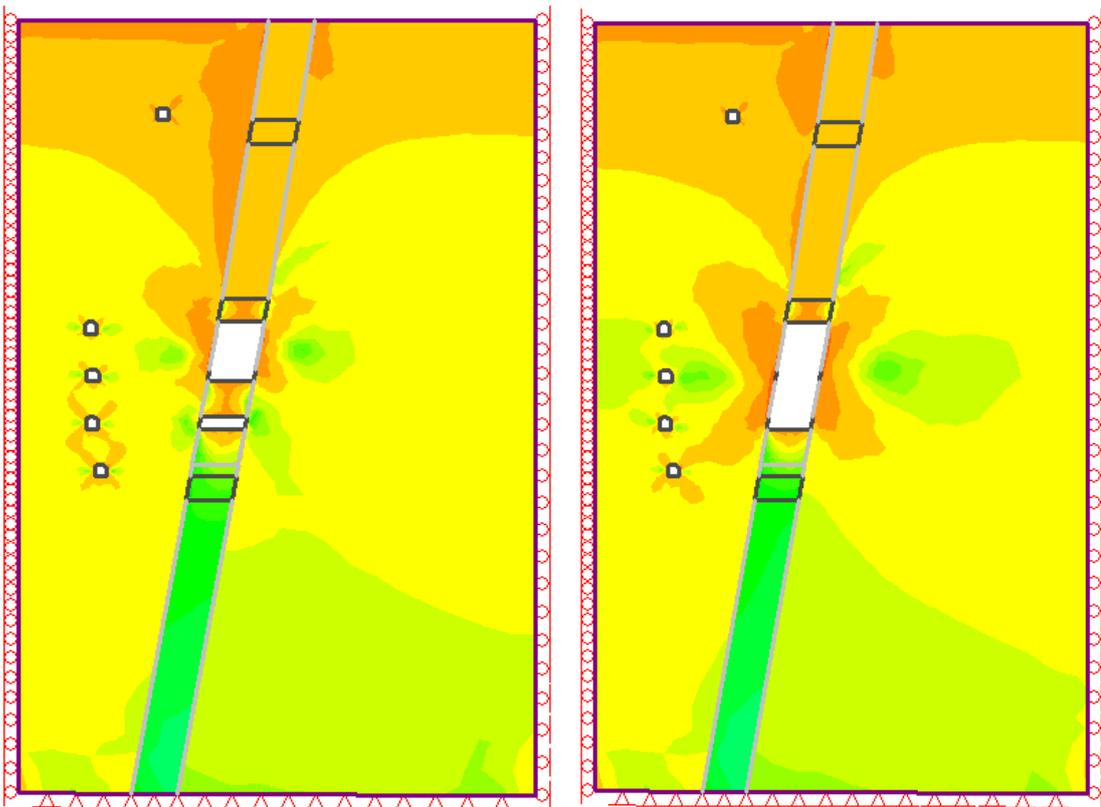
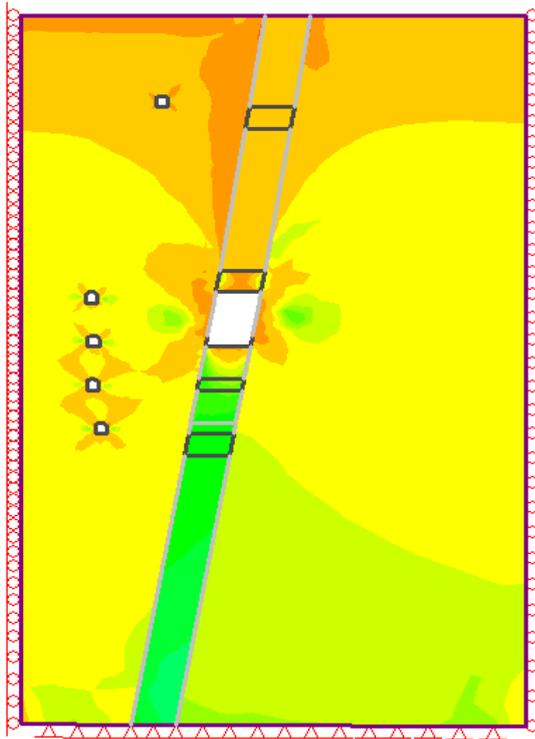




**Fs > 1.2**

Fuente: Propia del Proyecto





Fuente: Propia del Proyecto

**Figura 31:** Simulaciones de secuencia miento para NV (-)310 hasta NV (-)250  
(Pot 8.0 m Top Down)

Material Name	Color	Initial Element Loading	Unit Weight (MN/m <sup>3</sup> )	Elastic Type	Young's Modulus (MPa)	Poisson's Ratio	Failure Criterion	Material Type	Tensile Strength (MPa)	Tensile Strength (residual) (MPa)	Dilation Angle (deg)	Friction Angle (peak) (deg)	Friction Angle (residual) (deg)	Cohesion (peak) (MPa)	Cohesion (residual) (MPa)	Intact Compressive Strength (MPa)	mb (peak)	s (peak)	a (peak)	Piezo Line	Ru
INTRUSIVO IIIA		Field Stress and Body Force	0.027	Isotropic	13280	0.3	Generalized Hoek-Brown	Elastic								140	1.84925	0.002333	0.502841	None	0
MINERAL		Field Stress and Body Force	0.032	Isotropic	8360	0.31	Generalized Hoek-Brown	Elastic								100	2.0046	0.006738	0.504048	None	0
CAUZA IIIA		Field Stress and Body Force	0.028	Isotropic	12850	0.31	Generalized Hoek-Brown	Elastic								100	1.67677	0.003866	0.505734	None	0
RELLENO DETRITICO		Body Force Only	0.024	Isotropic	2000	0.025	Mohr Coulomb	Plastic	1	0	1.5	35	6	0	1					None	0

Fuente: Propia del Proyecto.

### COMENTARIO

El sistema de gestión del desarrollo del proyecto, que involucra los aspectos diseñados para el proyecto de ampliación de las labores e incremento de la producción, involucra procesos basados en cinco estrategias fundamentales; el desarrollo de actividades por cada estrategia y tareas por cada actividad enfocados en un objetivo principal, “Minimizar los accidentes por desprendimiento de roca y garantizar la estabilidad de las labores subterráneas”.

Para el cumplimiento del desarrollo normal del proyecto se han establecido los siguientes controles continuo y supervisión permanente, referentes a los siguientes aspectos:

- **Monitoreo de Extensiométrica.** Se define estaciones de monitoreo para determinar convergencias y mediciones de desplazamientos de masa rocosa en las excavaciones, los controles se realizan con estación total y/o cinta extensométrica.
- **Pruebas de Pull Test.** Se realizará controles mensuales de pruebas de

arranque de Pernos Helicoidales, Split Set e hydrabolt instalados en las labores mineras con el objetivo de llevar un control de calidad de los elementos de sostenimiento usados en las labores mineras, así como su correcta instalación en el terreno.

- **Monitoreo Micro sísmico.** Se realiza monitoreo Micro sísmico para evidenciar las zonas de eventos micro sísmicos y zonificar el estrés de roca para darle el sostenimiento adecuado.

#### **Capacitación y entrenamiento al personal.**

**Capacitaciones Mensuales y Diarias.** Capacitación y entrenamiento mensual al personal de línea y supervisión como parte de la herramienta de gestión de Geomecánica, esto incluirá la verificación formal del conocimiento mediante una evaluación practica de sus habilidades. Solo las personas competentes según sus calificaciones podrán realizar operaciones de desatado de rocas, instalación de sostenimiento y demás actividades relacionadas con fortificación del terreno.

#### **Los temas a capacitar son:**

- Prevención de caídas de rocas
- Mapeo y uso de tablas geomecánicas GSI
- Desatado de rocas e identificación de problemas de estabilidad en el terreno (cuñas y otros).
- Procedimientos de instalación de sostenimiento y estándares de diseño

#### **Inspecciones y Auditorias en fortificación y control de terrenos.**

- **Inspecciones diarias.** Se realiza seguimientos y control del sostenimiento instalado de forma diaria, así como el cumplimiento de los estándares de diseño y sostenimiento oportuno y adecuado según las condiciones del

macizo rocoso.

- **Inspecciones Semanales.** Se realizará inspecciones a todas las zonas activas y accesos principales a mina con la finalidad de establecer programas de desatado de roca, mantenimiento y reforzamiento de sostenimiento en las zonas perturbadas. Esto será debidamente documentado y de conocimiento de las áreas involucradas para su cumplimiento inmediato.
- **Inspecciones Mensuales.** Se realizará inspecciones a todas las vías de escape y principales rutas de transporte en interior mina con la finalidad de establecer programas de desatado de roca, mantenimiento y reforzamiento de sostenimiento en las zonas perturbadas.
- **Inspecciones anuales.** Realizado por un especialista en Geomecánica con la finalidad de revisar las condiciones del terreno y los métodos utilizados para controlar el terreno. Esto será debidamente documentado y de conocimiento de las áreas involucradas en la operación.
- **Auditoria anual.** El cumplimiento de este programa se verificará durante la revisión anual de Seguridad y Salud Ocupacional con la finalidad de fiscalizar internamente el cumplimiento del programa.

#### 4.3. Prueba de Hipótesis

Para realizar una prueba de hipótesis sobre la producción de ampliación de 1500 Tpd., a 2000 Tpd., en la UM. Contonga S.A., hemos seguido los pasos del proceso clásico de PH, en el cual utilizamos la información proporcionada en los resultados de la Tesis., y la asignación para un nivel de significancia de 0.05, y el estadístico de prueba considerando los 10 frentes de operación en la UM. Contonga S.A., tomadas para el desarrollo de la Investigación.

#### 4.3.1. Planteamiento del problema:

1. **Hipótesis nula:  $H_0$**  = La producción es de 2000 toneladas por día, es decir,  $\mu=2000$  toneladas.
2. **Hipótesis alternativa:  $H_a$**  = La producción es igual o menor que 2000 toneladas por día, es decir,  $\mu \leq 2000$ .
3. **Nivel de significancia:  $\alpha$**  = 0.05 (5%).
4. **Estadístico de prueba:** 0.80.
5. **Muestra:** 10 frentes de operación minera, decir,  $n=10$ .

##### **Paso 1: Determinación de la distribución de la prueba**

En este caso, el problema parece ser una prueba de una media con la hipótesis alternativa en forma de "menor o igual que", lo que sugiere que estamos realizando una prueba de una cola. Debido a que no se proporciona información sobre la desviación estándar de la población o de la muestra, supongo que es razonable usar una **prueba t de Student**, ya que el tamaño de la muestra es pequeño ( $n = 10$ ) y generalmente utilizamos esta distribución cuando el tamaño de la muestra es pequeño y no conocemos la desviación estándar poblacional.

##### **Paso 2: Calcular el valor crítico**

En una prueba de una cola con un nivel de significancia de 0.05 y una muestra de  $n=10$ , los grados de libertad serán  $df = n-1 = 10-1 = 9$ .

$$9df = n - 1 = (10 - 1) = 9.$$

El valor crítico se puede encontrar en una tabla de distribución t de Student para un nivel de significancia de 0.05 y 9 grados de libertad. Este valor es aproximadamente **-1.833**.

### **Paso 3: Comparación del estadístico de prueba con el valor crítico**

- Si el estadístico de prueba es **menor o igual** que el valor crítico de -1.833, rechazamos la hipótesis nula.
- Si el estadístico de prueba es **mayor** que el valor crítico de -1.833, no rechazamos la hipótesis nula.

#### **4.4. Discusión de resultados:**

El estadístico de prueba proporcionado es **0.80**, que es **mayor** que el valor crítico de -1.833. Esto indica que **no rechazamos la hipótesis nula**.

Por lo tanto, no hay suficiente evidencia para afirmar que la producción es menor o igual a 2000 toneladas por día, y podemos concluir que la producción es probablemente mayor que 2000 toneladas por día en base a esta muestra y el nivel de significancia del 5%.

Resumen:

- **Hipótesis nula:**  $\mu = 2000$  TPD,
- **Hipótesis alternativa:**  $\mu \leq 2000$  TPD (Estadístico Gauss de una sola cola izquierda)
- **Estadístico de prueba:** 0.80
- **Valor crítico:** -1.833
- **Decisión:** No rechazar  $H_0$  = Indica que el plan de incremento de la producción se cumplirá óptimamente como se propone y se cumple el proyecto. En la UM. Contonga SA.

## CONCLUSIONES

1. El plan de minado se ha iniciado el 2022, con una producción de 1,200 tpd. e incrementar producción a 2,000 tpd a partir del mes de mayo con el incremento del aporte de la Zona Alta a un 49% de la producción anual entre los niveles 150 y 300, principalmente por el aporte de la Estructura B y también se explotará la Estructura C1 además del Stock Contonga, en la Zona Baja la explotación se centra en el Stock Contonga entre los niveles -100 y -310.
2. Para lograr el plan de producción se han incrementado las labores de preparación y desarrollos, principalmente en la Zona Alta gracias a la nueva flota de equipos que en conjunto permiten un avance sobre los 700 m/mes.  
  
Para nuestro proyecto El stock Contonga en la zona de profundización se ha dividido en 2 sectores de acuerdo al criterio de clasificación de la masa rocosa:
3. La zona Este, Norte y Sur con un  $RMR > 51$  y  $Q > 2.18$ , en este sector la roca presenta un  $RQD > 65\%$ , presenta pequeñas afluencias de agua, de manera puntual en forma de goteo.
4. La zona Oeste con un  $RMR < 50$ , en los sectores del W y parte del SW, la roca es de calidad Regular a regular B con presencia de pequeñas afluencias de agua, en forma de goteo  $Q < 5$  L/min,  $RQD < 55\%$ , Fallas principales con limos y brecha, los diferentes factores de ajuste se estima el número de estabilidad ( $N'$ ); para el avance normal de las labores asignadas para el proyecto se muestra en el siguiente cuadro.

## **RECOMENDACIONES**

- 1- El incremento de la producción debe ir acompañado de una buena gestión de los indicadores geomecánicos, es por eso que se recomienda poner énfasis en la vigilancia y control permanente en el desarrollo del proyecto y el mantenimiento de todas las labores de producción en la UM. Contonga.
- 2- El proyecto exige brindar una tarea especializada sobre la Capacitación y entrenamiento mensual al personal de línea y supervisión como parte de la herramienta de gestión de Geomecánica, esto incluirá la verificación formal del conocimiento mediante una evaluación practica de sus habilidades.
- 3- Para el buen desarrollo la tarea de supervisión y el control solo debe ser realizada por personas competentes según sus calificaciones de igual modo para efectuar las operaciones como el desatado de rocas, instalación de sostenimiento y demás actividades relacionadas con fortificación del terreno.
- 4- El proyecto de ampliación debe estar acompañado de otros proyectos como son, la perforación de taladros largos, sostenimiento de accesos en desarrollo y preparaciones, mantenimiento de equipos y servicios de agua y energía, de manera que ayuden a darle más fortaleza a la producción minera y con el planeamiento operacional continuo a corto y mediano plazo.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- APAZA, A, E. (2013). Implementación de taladros largos en vetas angostas para determinar su incidencia en la productividad, eficiencia y seguridad de las operaciones mineras – Pashsa, Mina Huarón S.A. AREQUIPA.
- BERNAL, C. (2010). Metodología de la investigación (Tercera edición ed.).
- CHANCASANAMPA, W. (2019). Diseño de la malla de perforación y voladura para incrementar la productividad de tajeos en la Compañía Minera Great Panther Coricancha S.A. [tesis de licenciamento Universidad Nacional del Centro del Perú] repositorio institucional Universidad Nacional del Centro del Perú.
- CIPRIANI, F. (2013). Transición en la aplicación del método de minado de Taladros Largos de Cuerpos a Vetas Angostas en la Mina San Rafael. Lima.
- CORREA, IPARRAGUIRRE, L. (2016). “REDUCCIÓN DE COSTOS OPERATIVOS MEDIANTE LA ESTANDARIZACIÓN DE MALLA DE PERFORACIÓN - VOLADURA, PARA LABORES HORIZONTALES: SECCIÓN 4.0 m. x 4.0 m., MINA SOCORRO - UCHUCCHACUA.”. [tesis Repositorio Universidad Nacional de Trujillo.
- DEUDOR, J. (2019). Optimización del ciclo de minado para incrementar la productividad en la mina Socorro – U.P. Uchucchacua de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A. tesis de repositorio institucional Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- ENAEEX. (s.f.). Manual de tronadura ENAEEX S.A. ENAEEX, Gerencia técnica.
- EXSA. (2004). Manual práctico de voladura (cuarta edición ed.). (EXA, Ed.)
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. (1987). Manual de perforación y voladura de rocas. Instituto Geológico y Minero de España.

ROIG MAURO, especialista en seguridad, salud y medio ambiente aplicado a minería  
riesgos asociados al método de minado “taladros largos”

RAMOS, M. (2013). PLANEAMIENTO DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN  
MINERÍA SUBTERRÁNEA Y MINIMIZACIÓN DE COSTOS EN DISPAROS  
DE MINA UCHUCCHACUA. (tesis de Repositorio)



## Anexo 2. CARTILLA GEOMECANICA

 UNIDAD MINERA CONTONGA - GEOMECANICA				
<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Sin sostenimiento o pemo ocasional                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <span style="background-color: lightblue; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Pemo sistemático espaciados de 1.40 - 1.8 m                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <span style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Malla + Pemo Sist. esp. a 1.40 m (Shotcrete 2" opcional)                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <span style="background-color: orange; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Shotcrete 2"+Pemo Sist. a 1.40 m (cimbra ligera opcional)                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <span style="background-color: red; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Cimbras espaciadas de 0.8 m a 1.50 m                 </div> </div> <div style="margin-top: 10px;">  <p>Labor Temporal Labor Permanente</p> <p>Labor temporal seccion desde 2.80 a 4.00 m. Labor permanente seccion desde 4.00 a 4.50 m</p> </div>	CONDICIÓN SUPERFICIAL	BUENA (MUY RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA) DISCONTINUIDADES RAZGOSAS, LEV. ALTERADA, MANCHAS DE COCCACION, LIGER. ABIERTA (10 a 200 MPa) (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE PICOYA)	REGULAR (RESISTENTE Y MODERADAMENTE ALTERADA) DISCONTINUIDADES LISAS, MODERADAMENTE ALTERADA, LIGERAMENTE ABIERTAS (10 a 100 MPa) (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE PICOYA)	POBRE (MODERADAMENTE RESISTENTE Y MUY ALTERADA) SUPERFICIE LULIDA O CON ESTRATIFICACIONES, MUY ALTERADA, LIGERAMENTE ABIERTA (10 a 50 MPa) - (SE INDENTA SUPERFICIALEMENTE)
 <p>LEVEMENTE FRACTURADA (LF) TRES O MENOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES MUY ESPACIADAS ENTRE SI (RQD 81 - 100) RQD = 115 - 3.3 Jm. 2 A 8 PRAOT. POR METRO CUADRADO</p>				
 <p>FRACTURADA (F) MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES RQD 61 - 80 8 A 14 PRAOT. POR METRO CUADRADO</p>				
 <p>MUY FRACTURADA (MF) MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES RQD 41 - 60 14 A 20 PRAOT. POR METRO CUADRADO</p>				
 <p>INTENSAMENTE FRACTURADA (IF) PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO, CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES. RQD 21 - 40 20 A 29 PRAOT. POR METRO CUADRADO</p>				
 <p>TRITURADA O BRECHADA (T) LIGERAMENTE TRABADA, MASA ROCOSA EXTREMADAMENTE ROTA CON MEZCLA DE FRAGMENTOS FACILMENTE DISORREGABLES, ANGULOSOS Y REDONDEADOS. RQD &lt; 21</p>				

Teléfono oficina Geomecánica: 211-70711 grupo 5547 a 5561

		<b>SAFEWORK</b> METODOLOGIA DE APLICACION UNIDAD CONTONGA SOSTENIMIENTO DE LABORES SEGUN GSI ESTANDARIZADO 2018		
INDICE G.S.I.	RMR	SOSTENIMIENTO <small>Temporal (Split set 2", 7" / Hydrotel 7") Permanente (Helicoidal 7" / Hydrotel 7")</small>	TIPO DE SOPORTE	
Levemente fracturada / Buena (LF/B)	75 - 90	Temporal Permanente	A	A
Levemente fracturada / Regular (LF/R)	65 - 75	Temporal Permanente	A	B
Fracturada / Buena (F/B)	65 - 75	Temporal Permanente	A	B
Fracturada / Regular (F/R)	55 - 65	Temporal Permanente	B	B
Muy fracturada / Regular (MF/R)	45 - 55	Temporal Permanente	B	C
Muy fracturada / Pobre (MF/P)	30 - 45	Temporal Permanente	B	D
Intensamente fracturada / Regular (IF/R)	30 - 45	Temporal Permanente	C	D
Intensamente fracturada / Pobre (IF/P)	20 - 30	Temporal Permanente	D	E
Intensamente fracturada / Muy pobre (IFMP)	< 20	Temporal Permanente	E	E
Triturada / Pobre (T/P)	< 20	Temporal Permanente	E	E
Triturada / Muy Pobre (TMP)	< 20	Temporal Permanente	E	E

1.- Para utilizar la tabla GSI, se determina en campo (in-situ) lo siguiente:

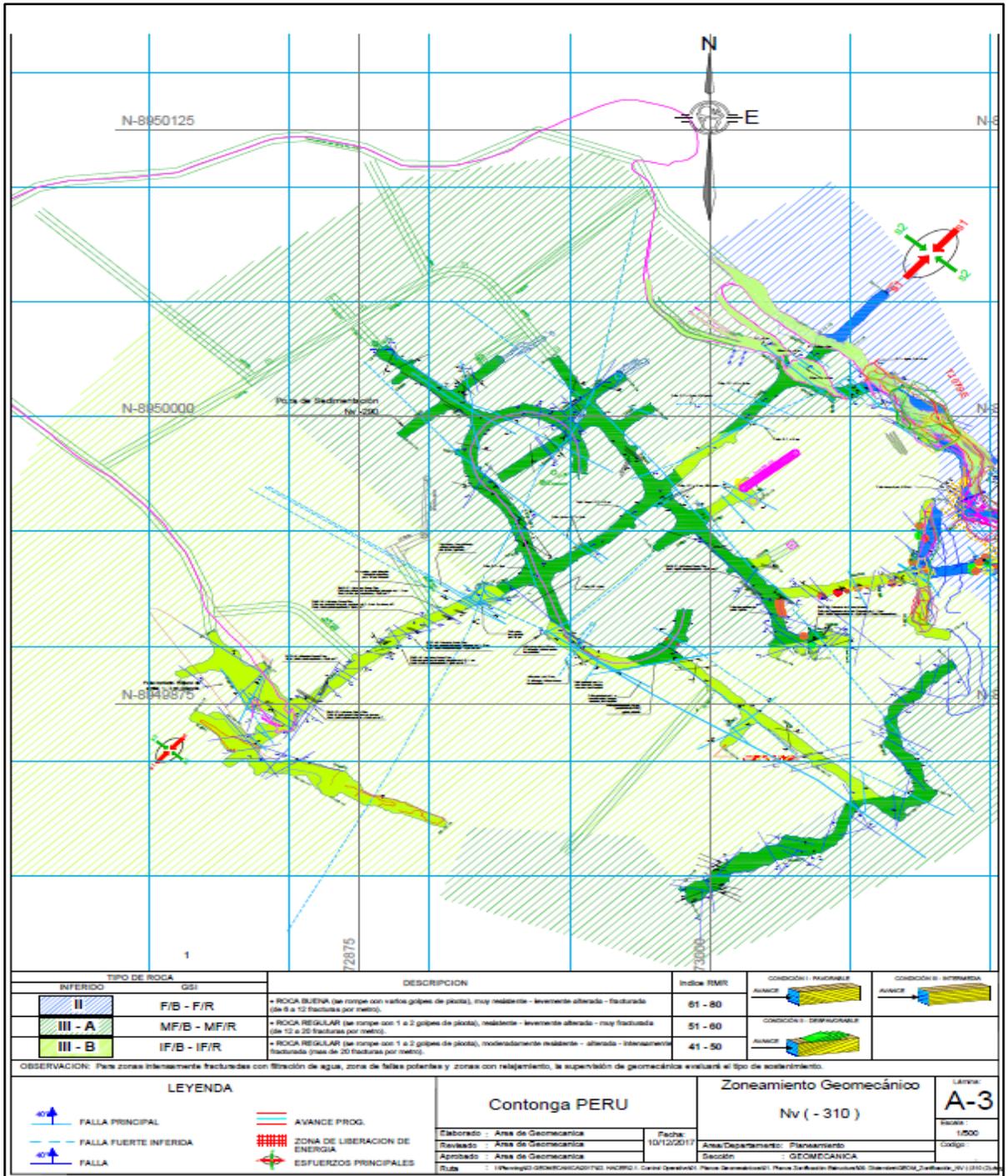
- a.- El parámetro "CONDICION ESTRUCTURAL", se medirá contando la cantidad de fracturas por metro cuadrado.
- b.- El parámetro "CONDICION SUPERFICIAL", se determinará según la resistencia de la roca mediante las cantidad de golpes a ser rota, la facilidad a ser rayada o descostrada con la navaja o si se indenta superficial o profundamente.

El área a evaluar con el GSI, deberá lavarse previamente para su fácil visualización de las fracturas, la condición de relleno de las fracturas y cualquier otra característica que debilite el macizo rocoso.

- 2.- El término "pemo" es utilizado para la descripción de los pemos Helicoidales, Pynton y Split-set. El uso de estos elementos de sostenimiento dependerá del tiempo de apertura de labor (permanente o temporal).
- 3.- Durante la instalación de la malla se debe asegurar con los pemos en forma sistemática, teniendo que emplear mini split set en tramos de malla colgada y en el traslape de la malla que será de 0.30 m.
- 4.- Se ejecutará el estándar ECO-PLA-08 "Sostenimiento en aceros a tajo" el cual indica que todo laboreo cual sea el tipo de roca se sostendrá con pemos mas malla electrosoldada o Shotcrete 2" desde 15 m antes de la comunicación a la zona mineralizada.
- 5.- Para el sostenimiento de cuñas, se deberá evaluar las dimensiones y tonelaje de éstas versus la capacidad portante y longitud de los pemos, de no ser posible sostener las cuñas con pemos, se deberá colocar cable bolting o sostenimiento pasivo ( Cimbras ).
- 6.- En presencia de factores influyentes (ej. agua, voladura deficiente, tajeos cercanos, intersección de labores, relajamiento o altos esfuerzos) se recomienda bajar la condición superficial hacia el lado derecho, dando como resultado un sostenimiento de refuerzo inmediato inferior al sostenimiento obtenido con la tabla geomecánica (ej. Malla electrosoldada o shotcrete).
- 7.- En excavaciones realizadas en litología de tipo intrusivo, propensa a relajamiento o estallidos por altos esfuerzos de campo o por influencia de espacios abiertos, el sostenimiento, será reforzado con Malla a seccion completa.
- 8.- El Cable Bolting será empleado en la caja techo de los tajeos previa evaluación Geomecánica y en caso de cuñas mayores.
- 9.- Según el DS024-2016, Artículo 213, se aplicará el concepto de "METRO AVANZADO, METRO SOSTENIDO".

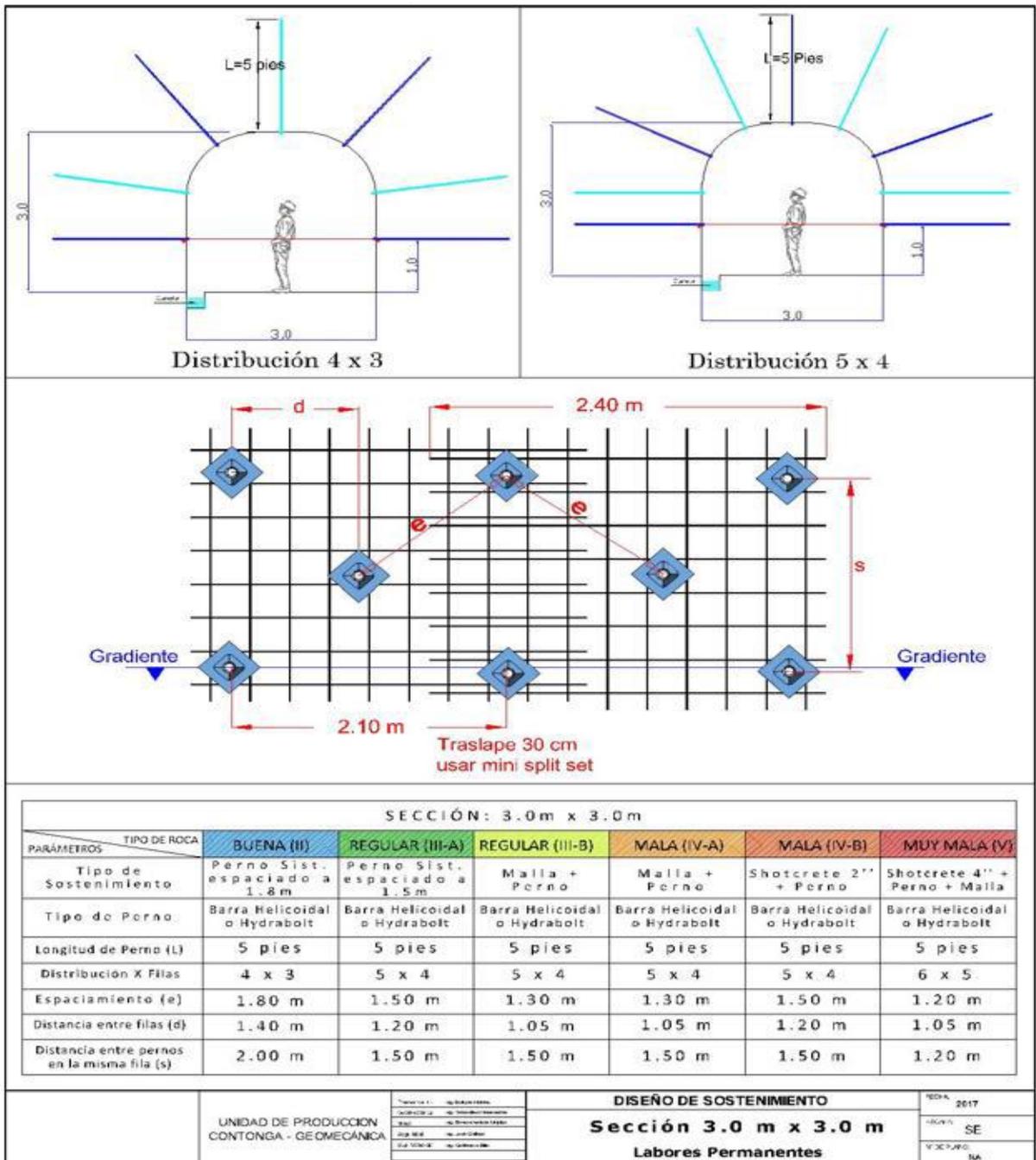
**NOTA:** La cartilla geomecánica es una guía para las operaciones mineras y puede sufrir modificaciones según el comportamiento del macizo rocoso, NO SE APLICA EN LOS SIGUIENTES CASOS:  
 Falla o Cuñas mayores, en zonas de altos esfuerzos, estallidos de roca, rehabilitación de labores antiguas (evaluación de Geomecánica).  
 En casos especiales se modificará el sostenimiento. El Geomecánico previa evaluación y estudio, sustentará mediante un informe oficial. Ejm en caso de secciones convergentes de alarma.

### Anexo 3. ZONEAMIENTO GEOMECANICO Zoneamiento Geomecánico Por Niveles

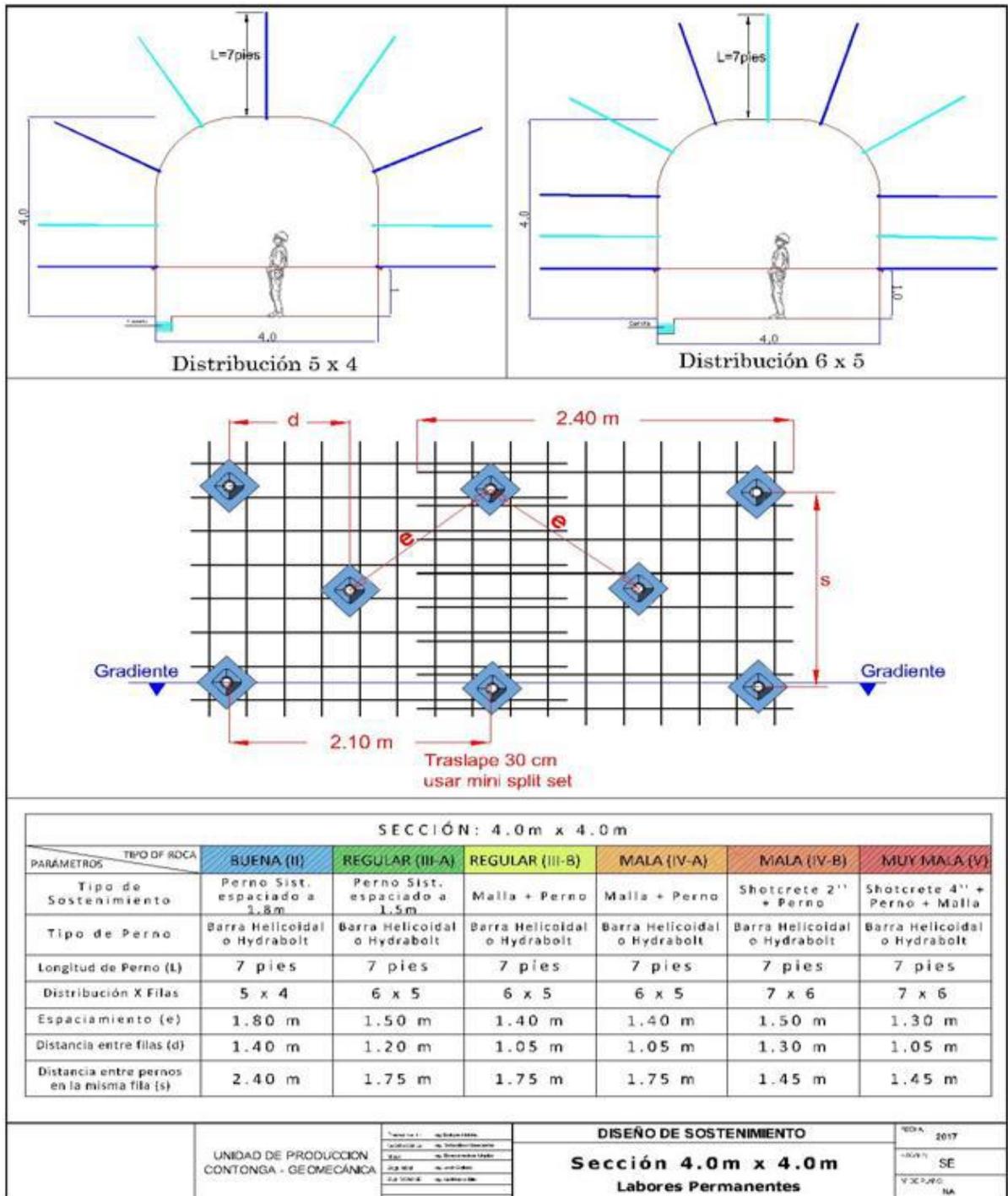


## Anexo 4. DISEÑO DE LABORES: Diseños de Sostenimiento de Labores de labor

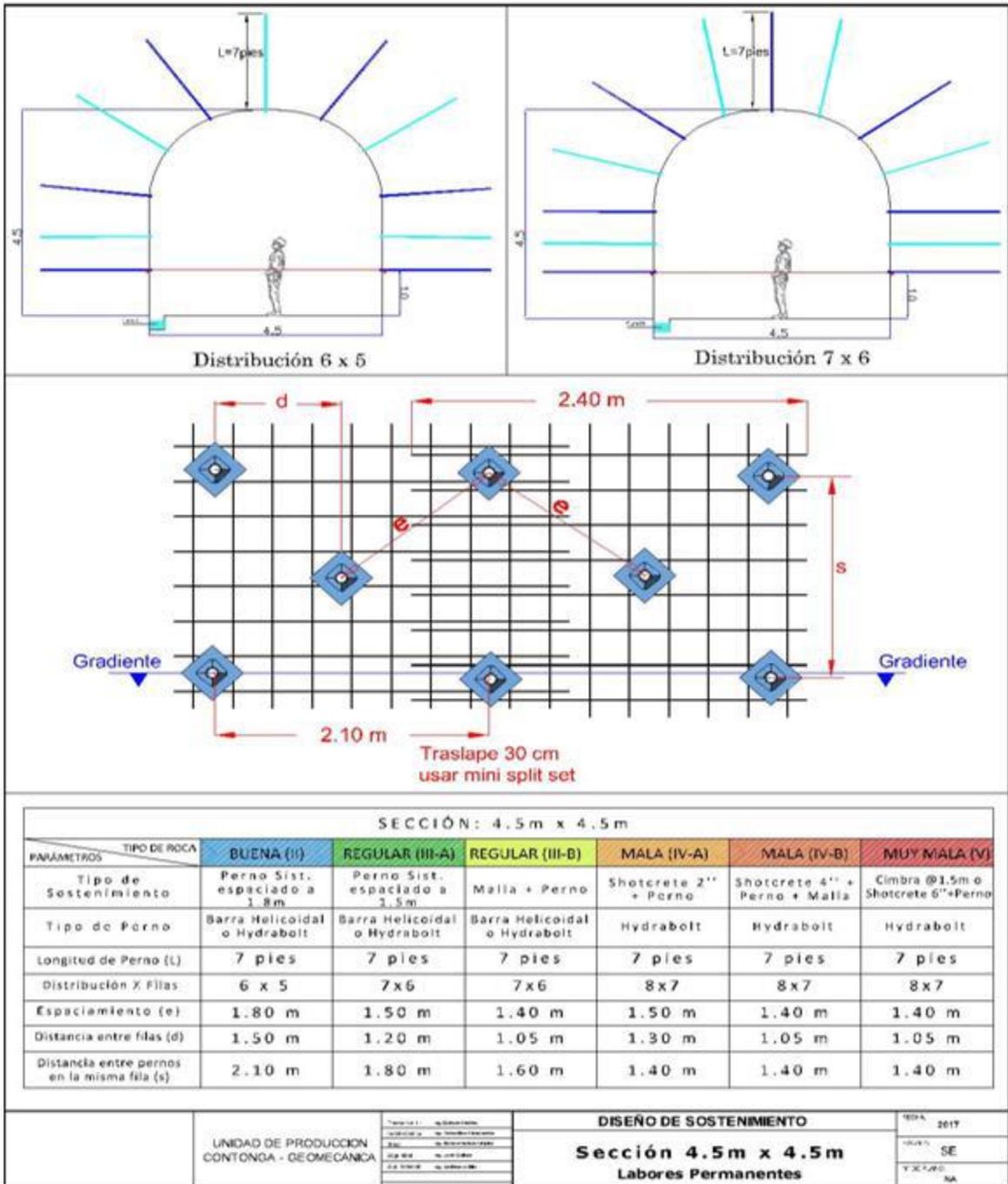
permanente 3.0 x 3.0



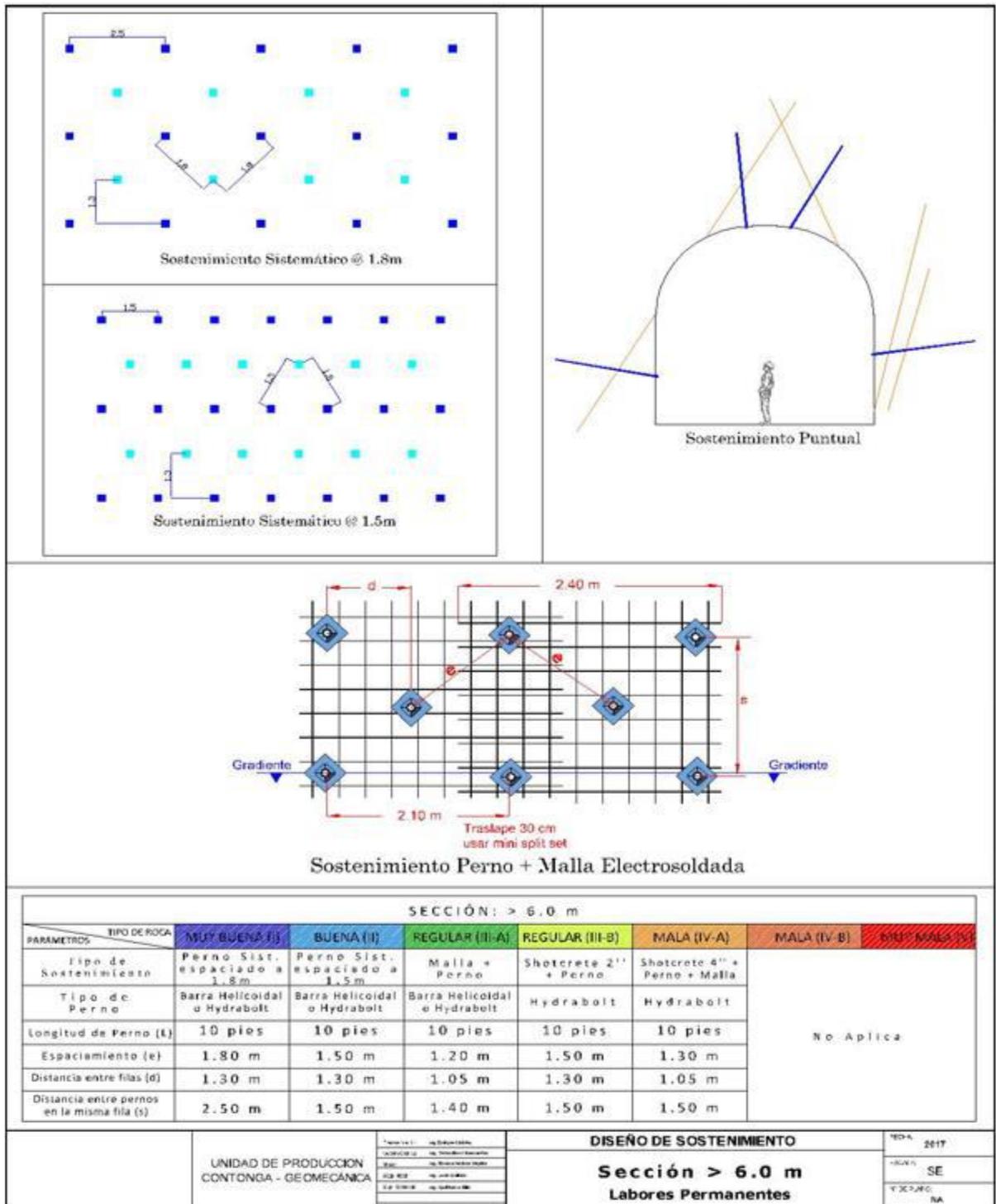
## Anexo 5. Sostenimiento de labor permanente 4.0 x 4.0



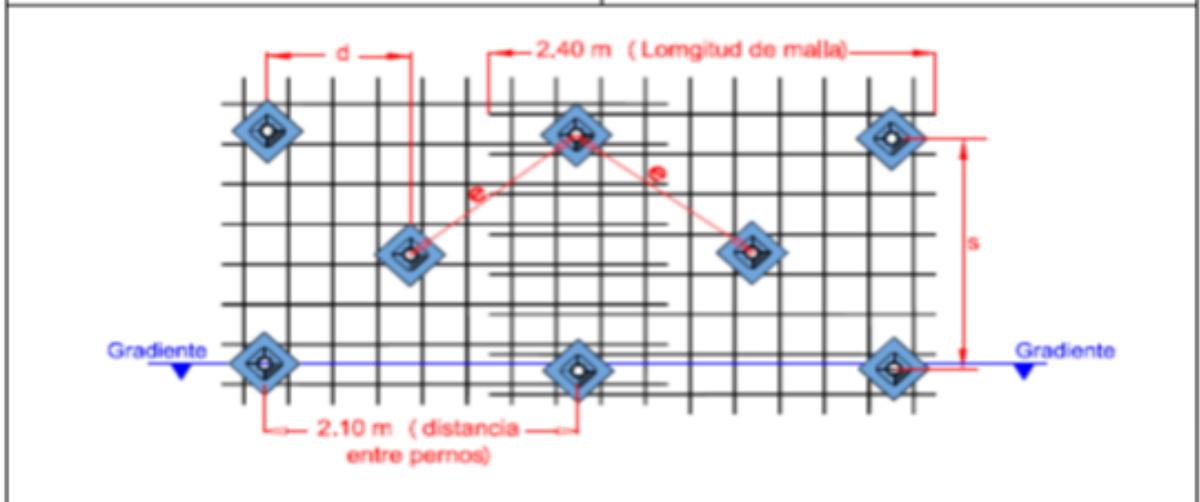
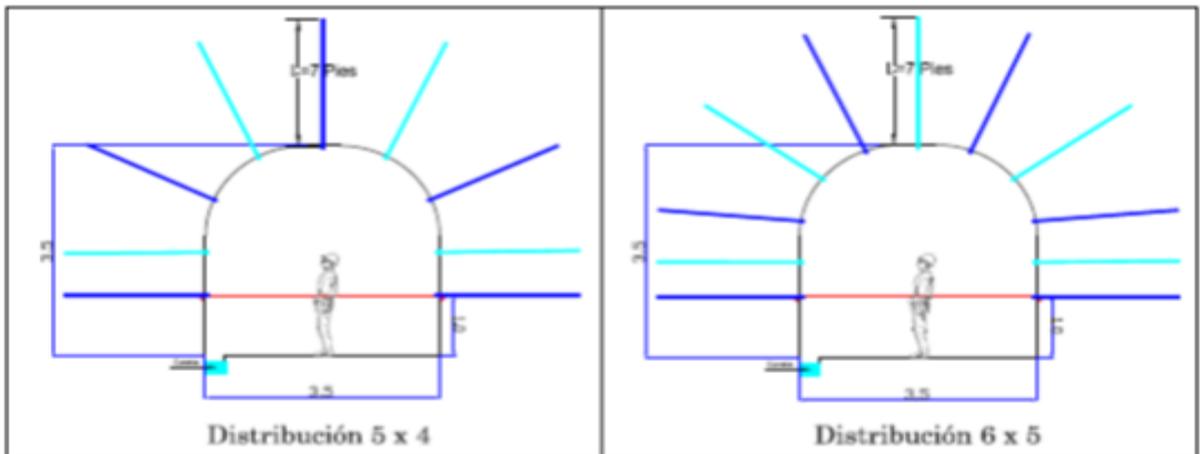
### Anexo 6. Sostenimiento de labor permanente 4.5 x 4.5



### Anexo 7. Sostenimiento de labor permanente > 6m



Anexo 8. Sostenimiento de labor temporales 3.5 x 3.5

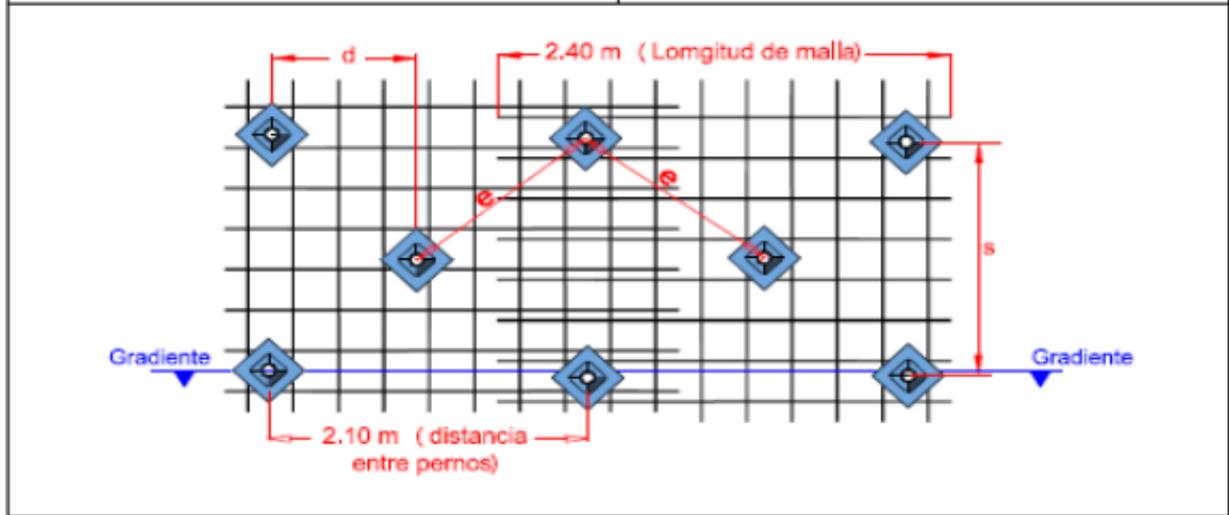
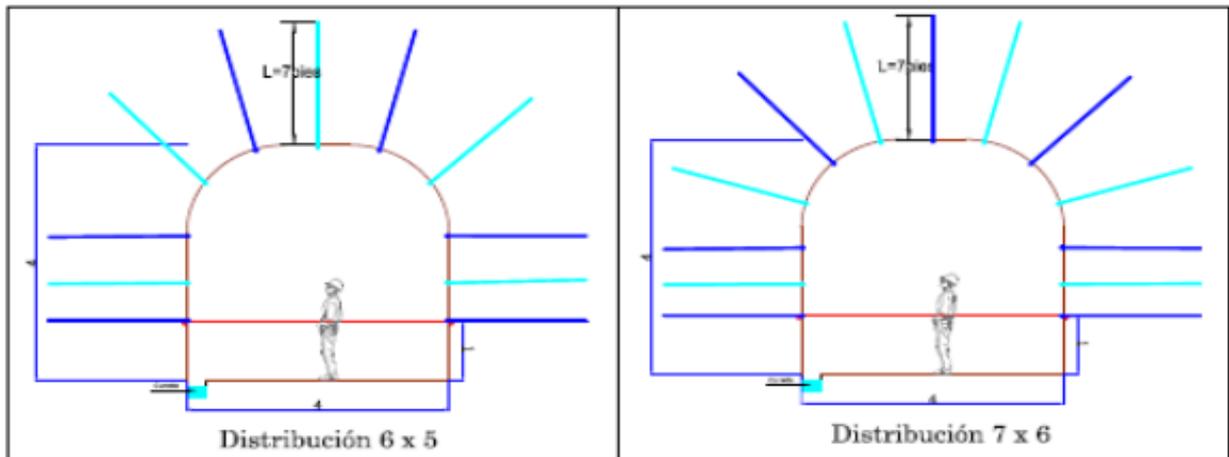


SECCIÓN: 3.5 m x 3.5 m						
TIPO DE ROCA	BUENA (I)	REGULAR (III-A)	REGULAR (III-B)	MALA (IV-A)	MALA (IV-B)	MUY MALA (V)
PARAMETROS						
Tipo de Sostentamiento	Sost. Puntual	Perno Sist. espaciado a 1.8m	Malla + Perno	Malla + Perno	Shotcrete 2'' + Perno	Shotcrete 4'' + Perno + Malla
Tipo de Perno	Split Set	Split Set	Split Set	Hydrabolt, Python o Swellex	Hydrabolt, Python o Swellex	Hydrabolt, Python o Swellex
Longitud de Perno (L)	7 pies	7 pies	7 pies	7 pies	7 pies	7 pies
Distribución X Filas	-	6x5	6 x 5	6 x 5	6 x 5	6 x 5
Espaciamiento (e)	-	1.75 m	1.30 m	1.30 m	1.30 m	1.30 m
Distancia entre filas (d)	-	1.60 m	1.05 m	1.05 m	1.05 m	1.05 m
Distancia entre pernos en la misma fila (s)	-	1.45 m	1.45 m	1.45 m	1.45 m	1.45 m

UNIDAD DE PRODUCCION CONTONDA - GEOMECÁNICA	Diseñado: [ ] Verificado: [ ] Aprobado: [ ] Autorizado: [ ]	<b>DISEÑO DE SOSTENIMIENTO</b> <b>Sección 3.5 m x 3.5 m</b> <b>Labores Temporales</b>	FECHA: 2017 ESCALA: SE PROYECTO: NA
--	--	---	---

Anexo 9. Sostentamiento de labor temporales 4.0 x 4.0

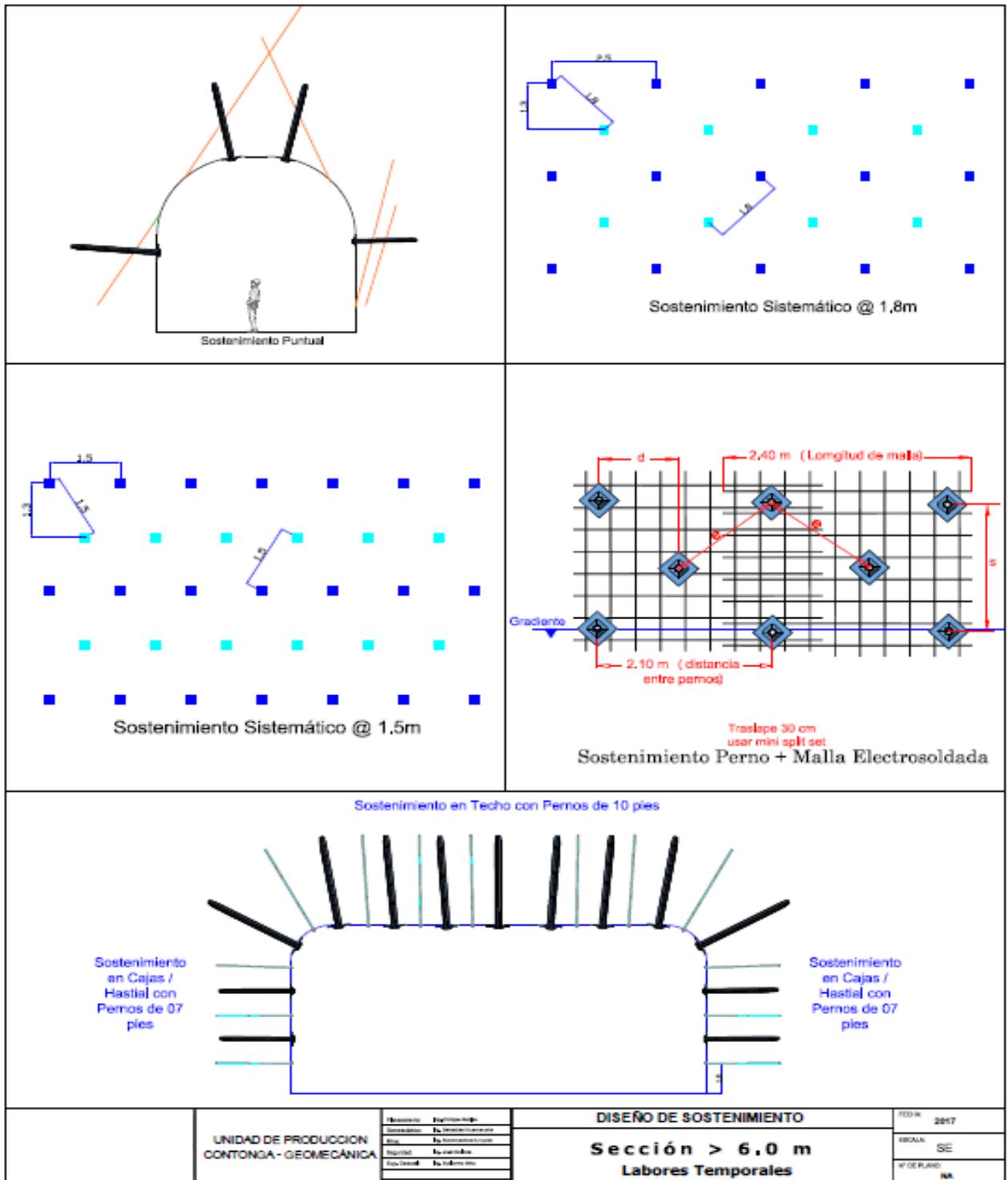


SECCIÓN: 4.0m x 4.0m						
TIPO DE ROCA	BUENA (II)	REGULAR (III-A)	REGULAR (III-B)	MALA (IV-A)	MALA (IV-B)	MUY MALA (V)
PARÁMETROS						
Tipo de Sostenimiento	Sost. Puntual	Perno Sist. espaciado a 1.8m	Malla + Perno	Malla + Perno	Shotcrete 2" + Perno	Shotcrete 4" + Perno + Malla
Tipo de Perno	Split Set	Split Set	Split Set	Hydrabolt, Python o Swellex	Hydrabolt, Python o Swellex	Hydrabolt, Python o Swellex
Longitud de Perno (L)	7 pies	7 pies	7 pies	7 pies	7 pies	7 pies
Distribución x Filas	-	6 x 5	6 x 5	6 x 5	7 x 6	7 x 6
Espaciamiento (e)	-	1.80 m	1.40 m	1.40 m	1.50 m	1.30 m
Distancia entre filas (d)	-	1.50 m	1.05 m	1.05 m	1.30 m	1.05 m
Distancia entre pernos en la misma fila (s)	-	1.90 m	1.90 m	1.90 m	1.60 m	1.60 m

UNIDAD DE PRODUCCION CONTONGA - GEOMECÁNICA	Elaborado: Inge. Roberto	<b>DISEÑO DE SOSTENIMIENTO</b>	FECHA: 2017
	Revisado: Inge. Roberto		FECHA: SE
	Revisado: Inge. Roberto		FECHA: NA

Anexo 10. Sostenimiento de labor temporales > 6m



UNIDAD DE PRODUCCION  
CONTONGA - GEOMECÁNICA

Revisado:	Geomecánica
Diseñado:	Geomecánica
Elab.:	Geomecánica
Inspección:	Geomecánica
Auto.:	Geomecánica

**DISEÑO DE SOSTENIMIENTO**

**Sección > 6.0 m**  
**Labores Temporales**

FECHA: 2017

ESCALA: SE

Nº DE PLANO: NA

**Anexo 11**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>Título: planeamiento de minado para incrementar la producción de 1200 tpd. a 2000 tpd. mediante el minado de taladros largos” en la Unidad Minera Contonga S.A.</b>				
<b>Problema</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b></p> <p><b>2. Problema General</b> ¿El planeamiento de minado empleando los taladros largos ayudará a incrementar la producción en la Unidad Minera Contonga S.A.</p> <p><b>3. Problemas Específicos</b></p> <p>1.- ¿De qué manera los taladros largos incrementan la producción de 1200 tpd?, a 2000 tpd., en la Unidad Minera Contonga S.A.?</p> <p>2.- ¿De qué manera estarán diseñados los taladros largos para incrementar la producción en la unidad minera Contonga S.A.</p> <p>3.- ¿El minado con taladros largos garantizan el incremento de la explotación preservando la seguridad de todos los colaboradores y los equipos de manera óptima en la unidad minera Contonga S.A.</p>	<p><b>1.6 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS</b></p> <p><b>1 Objetivo general</b> El planeamiento del minado subterráneo logrará incrementar la producción en tpd., del mineral con el uso de los taladros largos.</p> <p><b>2 Objetivos específicos</b></p> <p>1. Los taladros largos estarán diseñados para incrementar la producción en toneladas por día.</p> <p>2. Con el planeamiento de minado se logra un buen diseño de los taladros largos de voladura y obtener el volumen requerido de mineral.</p> <p>3. Con el minado empleando los taladros largos preservaremos la seguridad del personal y los equipos de trabajo.</p>	<p><b>3.4 FORMULACIÓN DE LA HIPOTESIS</b></p> <p><b>3.5.2 Hipótesis General</b> El planeamiento del minado aumentara la producción de 1200 tpd., a 2000 tpd. En la Unidad Minera Contonga S.A.</p> <p><b>3.5.3 Hipótesis específicas</b></p> <p>1. El minado con taladros largos, mejora el avance de explotación diaria programado por el planeamiento en la UM. Contonga S.A.</p> <p>2. La Perforación y voladura planificada, proporciona la seguridad de los trabajadores y equipos en la UM. Contonga S. A</p>	<p><b>3.6. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b></p> <p><b>Variable dependiente (Y)</b> Y = Incremento de Producción diaria.</p> <p><b>Variables independientes (X)</b> X = Reporte de perforación y voladura de producción con taladros largos.</p>	<p><b>4.2 MÉTODO DE INVESTIGACION</b></p> <p><b>Método:</b> Analítico deductivo por la descripción de los elementos técnicos y conceptos y Científico por los parámetros y modelos matemáticos utilizados.</p> <p><b>Metodología:</b> Para el desarrollo de la investigación, seguiremos las secuencias lógicas de la actividad de planeamiento, perforación y voladura del yacimiento mineral.</p>

Fuente: Elaboración propia.