



**VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

TESIS

**“INFLUENCIA DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CON
TALADROS LARGOS - BENCH & FILL EN LA
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA
VETA GISELA - MINA ANIMÓN – 2018”**

Presentado por:

Bach. Rubén NASTARES HUAMAN

Para obtener el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

PASCO – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis padres: Eladio NASTARES
CALERO y Hermelinda HUAMAN MATEO
(Q.E.P.D.) quienes con su apoyo diario me
dieron el valor para continuar y lograr esta meta.

.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a todos aquellos que, de alguna forma, han contribuido en proporcionarme información acertada y de nivel profesional para la elaboración de la presente investigación.

Así como también a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Particular Alas Peruanas, por las enseñanzas impartidas durante mi formación profesional.

RESUMEN

La investigación denominada “Influencia del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en la optimización del proceso productivo de la Veta Gisela - Mina Animón – 2018”, el interés de esta investigación es de mostrar que el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en la zona de vetas nos permita aumentar la productividad y disminuir el costo de producción de nuestras operaciones. Teniendo antecedentes de la aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en otras minas como Yauliyacu (Grupo Glencore), Vinchos (Volcan), etc. y de los buenos resultados obtenidos, es que se decide realizar la investigación para la aplicación de este método, específicamente en la Veta Gisela. En primer lugar, se evaluaron las condiciones geológicas y geomecánicas de la labor que son primordiales para la aplicación. Segundo, verificar los servicios auxiliares de las labores existentes y tercero, la capacidad de extracción de la zona de la veta Gisela, cumplido con los requisitos mencionados se procedió al desarrollo del proyecto: Diseño de minado, labores de preparación y desarrollo, mallas de perforación, limpieza y acarreo, sostenimiento y transporte de mineral a superficie. A partir de esto se obtuvo los parámetros de comparación como la productividad, avance y el costo de producción en \$/ton.

1. En resumen, al realizar el estudio de investigación se determina que los costos generados en la explotación de la Veta Gisela se dan en los costos de operación, con el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill es de \$ 41.36 por tonelada, mientras que con el método de explotación con Breasting es de \$ 62.4 por tonelada dándose una diferencia de \$ 21.04 por tonelada Siendo el método de explotación por taladros largos – Bench & Fill es el de menor costo de inversión y menos tiempo de ejecución.

Palabra clave: taladros largos, Bench & Fill, optimización de procesos, productividad.

ABSTRACT

The research called "Influence of the method of exploitation with long drills - Bench & Fill in the optimization of the production process of the Vein Gisela - Mina Animón - 2018", The interest of this research is to show that the method of exploitation with long drills - Bench & Fill in the vein zone allows us to increase productivity and decrease the production cost of our operations. Having antecedents of the application of the method of exploitation with long drills - Bench & Fill in other mines such as Yauliyacu (Glencore Group), Vinchos (Volcan), etc. and of the good results obtained, it is decided to carry out the research for the application of this method, specifically in the Gisela Vein. In the first place, the geological and geomechanical conditions of the work that are essential for the application were evaluated. Second, verify the auxiliary services of the existing work and third, the extraction capacity of the Gisela vein area, fulfilled with the mentioned requirements, proceeded to the development of the project: Mining design, preparation and development work, drilling meshes, cleaning and transportation, support and transport of mineral to surface. From this, the comparison parameters were obtained, such as productivity, progress and production cost in \$ / ton.

1. In summary, when conducting the research study it is determined that the costs generated in the operation of the Gisela Vein are given in operating costs, with the method of operation with long drills - Bench & Fill is \$ 41.36 per ton , while with the exploitation method with Breasting it is of \$ 62.4 per ton giving a difference of \$ 21.04 per ton Being the method of exploitation by long drills - Bench & Fill is the one of lower cost of investment and less time of execution.

Keyword: long drills, Bench & Fill, process optimization, productivi

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURA.....	xiii
ÍNDICE DE CUADROS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE TABLA	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xix

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	21
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.2.1. Espacial.	21
1.2.1.1. Ubicación	21
1.2.1.2. Accesibilidad.....	22
1.2.1.3. Clima.....	23

1.2.1.4. Geología Local.....	24
1.2.1.5. Geología Regional	25
1.2.1.6. Geología Económica.....	26
1.2.2. Temporal.	28
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	28
1.3.1. Problema General	29
1.3.2. Problemas Específicos.....	29
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
1.4.1. Objetivo General.	29
1.4.2. Objetivos Específicos	29
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
1.5.1. Hipótesis General.	30
1.5.2. Hipótesis Específicos	30
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	30
1.6.1. Variable independiente.....	30
1.6.2. Variable dependiente	30
1.6.3. Operacionalización de Variables.....	31
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	32
1.7.1. Tipo de investigación	32
1.7.2. Nivel de investigación	32
1.7.3. Método de investigación	32
1.7.4. Diseño de investigación.....	32

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	33
1.8.1. Población	33
1.8.2. Muestra.....	33
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	34
1.9.1. Para recolectar datos.....	34
1.9.2. Para analizar información.....	34
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	35
1.10.1. Justificación.....	35
1.10.2. Importancia.....	35
1.11. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	35

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	37
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	37
2.1.2. Antecedentes Internacional	38
2.2. BASES TEÓRICAS.	39
2.2.1. Clasificación geomecánica	39
2.2.1.1. Índice de calidad de la roca (RQD).....	39
2.2.1.2. Clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR).	40
2.2.2. Propiedades de la roca	41
2.2.2.1. Porosidad.....	41
2.2.2.2. Densidad y peso específico.....	42

2.2.2.3. Velocidad de ondas sísmicas.	42
2.2.2.4. Resistencia a la compresión.	42
2.2.3. Método de explotación	42
2.2.3.1. Factores que influyen en la selección del método de explotación ..	43
2.2.4. Taladros largos - Bench & Fill.	44
2.2.4.1. Labores de preparación con taladros largos - Bench & Fill.....	45
2.2.4.2. Secuencia de explotación.....	46
2.2.4.3. Perforación y voladura.....	46
2.2.4.4. Relleno	47
2.2.5. “Ventajas y desventajas del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill.....	47
2.2.5.1. Ventajas.....	47
2.2.5.2. Desventajas	48
2.3. Definición de términos básicos.....	48

CAPÍTULO III

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO.....	51
3.2. ANALISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES	51
3.2.1. Descripción geomecánica de la Mina Animón.....	51
3.2.2. Evaluación geomecánica de las estructuras mineralizadas.	52
3.2.3. Recursos minerales.....	52
3.2.3.1. Inventario de recursos minerales	53
3.2.3.2. Inventario de recursos minerales por tipo de estructura	54

3.2.3.3. Inventario de reservas	54
3.2.3.4. Inventario de reservas por tipo de estructura	55
3.2.4. Labores de desarrollo y preparación	55
3.2.5. Tipo de excavaciones	56
3.2.6. Método de explotación por taladros largos “Bench & Fill” en la Mina Animón para la optimización del proceso productivo de la veta Gisela ...	59
3.2.7. Ciclo de minado en tajos	61
3.2.8. Costos de las operaciones unitarias (ciclo de minado)	70
3.3. RESULTADOS COMPARATIVOS QUE EXISTEN ENTRE MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CON TALADROS LARGOS – BENCH & FILL Y BREASTING	72
3.3.1. Cálculo de avance entre taladros largos - Bench & Fill y Breasting	72
3.3.2. Cálculo de Productividad por tramo entre el método de explotación con taladros largos – Bench & Fill y Breasting	73
3.3.3. Cálculo de costos por tramo entre taladros largos - Bench and Fill y Breasting	74
3.3.4. Cálculo de costos generales (\$/tn) entre taladros largos - Bench & Fill y Breasting.	75
3.4. PRUEBA DE NORMALIDAD	76
3.4.1. Longitud de perforación	77
3.4.2. Productividad	79
3.4.3. Costo por tramo	81

CAPÍTULO IV

4.1. PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS	84
4.1.1. Prueba de Hipótesis General	84
4.1.2. Prueba de Hipótesis Específica	88

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS	95
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	101

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Ubicación y acceso hacia la Unidad Minera Animón	23
Figura 2. Plano geológico regional	26
Figura 3. Distribución espacial de las principales estructuras mineralizadas	28
Figura 4. Investigación experimental	33
Figura 5. Método de explotación Bench and Fill	44
Figura 6. Nivel superior e inferior Bench and Fill	45
Figura 7. Diagrama de voladura	47
Figura 8. Componentes principales Mina Animón	62
Figura 9. Diseño de explotación	64
Figura 10. Malla de perforación de taladros a usar	65
Figura 11. Equipo de perforación utilizado	66
Figura 12. Diseño de carga para los taladros	68
Figura 13. Relleno detrítico del tajo explotado	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Operacionalización de variables	31
Cuadro 2. Clasificación Geomecánica de Bieniawski	41
Cuadro 3. Datos geomecánicas para labores permanentes	58
Cuadro 4. Datos geomecánicas para labores temporales	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Costos de las operaciones unitarias	71
Gráfico 2. Promedio de perforación entre taladros largos - Bench & Fill y Breasting	73
Gráfico 3. Promedio de productividad entre taladros largos – Bench & Fill y Breasting	74
Gráfico 4. Promedio de costos entre taladros largos – Bench & Fill y Breasting	75
Gráfico 5. Costos generales (\$/tn) entre taladros largos Bench and Fill y Breasting	76
Gráfico 7. Curva de Gauss para hipótesis general	87
Gráfico 8. Curva de Gauss para hipótesis 1	90
Gráfico 9. Curva de Gauss para hipótesis 2	94

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Calidad de Roca	40
Tabla 2. Evaluación geomecánica de las estructuras mineralizadas	52
Tabla 3. Inventario de recursos minerales de la mina Animón	53
Tabla 4. Inventario de recursos minerales por tipo de estructura	54
Tabla 5. Inventario de reservas minerales de la mina Animón	54
Tabla 6. Inventario de reservas por tipo de estructuras	55
Tabla 7. Mineral económicamente explotable de la mina Animón	60
Tabla 8. Parámetros de diseño de explotación con taladros largos - Bench & Fill	61
Tabla 9. Datos obtenidos en la investigación	67
Tabla 10. Costos de las operaciones unitarias	70
Tabla 11. Resultados de la investigación realizada en los 36 tramos (longitud de perforación)	72
Tabla 12. Resultados de la investigación realizada en los 36 tramos (productividad)	73
Tabla 13. Resultados en la investigación realizada en los 36 tramos (costos)	74
Tabla 14. Costos generales (\$/tn) entre taladros largos Bench and Fill y Breasting	75
Tabla 15. Datos de perforación obtenidos en la investigación	78
Tabla 16. Prueba de normalidad (longitud de perforación)	79
Tabla 17. Comparación con el valor de significancia	79
Tabla 18. Datos de productividad obtenidos en la investigación	80
Tabla 19. Prueba de normalidad (productividad)	81
Tabla 20. Comparación con el valor de significancia	81
Tabla 21. Datos de costos por tramo obtenidos en la investigación	82
Tabla 22. Prueba de normalidad (costo por tramo)	83
Tabla 23. Comparación con el valor de significancia	83

Tabla 24. Datos para la contratación de Hipótesis	84
Tabla 25. Resumen de procesamiento de casos	85
Tabla 26. Descripción de datos	86
Tabla 27. Correlación de variables Breasting y taladros largos – Bench & Fill (longitud)	86
Tabla 28. Prueba de T para muestras emparejadas	87
Tabla 29. Resumen de procesamiento de casos	88
Tabla 30. Descripción de datos	89
Tabla 31. Correlación de variables Breasting y taladros largos – Bench & Fill (Productividad)	90
Tabla 32. Prueba de T para muestras emparejadas	90
Tabla 33. Resumen de procesamiento de casos	91
Tabla 34. Descripción de datos	92
Tabla 35. Correlación de variables Breasting y taladros largos - Bench & Fill (Costo por tramo)	93
Tabla 36. Prueba de T para muestras emparejadas	93

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia	102
Anexo 2. Validación de datos	103
Anexo 3. Reporte fotográfico de perforación	105
Anexo 4. Proceso de carguío de taladros	105
Anexo 5. Resultado de la voladura por sección	106
Anexo 6. Tabla geomecánica de la unidad minera Animón	107
Anexo 7. Veta Guisela	108
Anexo 8. Tabla de t student	109

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la Mina Animón, es básicamente reducir la accidentabilidad y en mejorar la productividad, de acuerdo a los planes de corto, mediano y largo plazo.

“El método de explotación con taladros largos - Bench & Fill tiene como propósito en explotar el mineral a partir de sub niveles de perforación mediante disparos realizados en forma vertical, con la realización de taladros largos negativos perforados desde el nivel superior, realizando un relleno continuo conforme al avance de la explotación, manteniendo constante el pie del talud hacia la cara libre, cuya finalidad es de controlar la estabilidad de la caja techo y caja piso en toda su extensión del tajo”.

Este método de explotación es favorable en cuanto a la seguridad del personal ya que minimiza la exposición a la hora de ejecutarse la excavación del tajo, debido a que todo el ciclo de minado se realiza de forma mecanizada y bajo un techo seguro.

Con el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill conseguimos una mayor productividad, menor exposición del personal y menor costo de operaciones. Por esta razón se desarrolló la presente investigación compuesto por los siguientes capítulos:

El Capítulo I, definimos el problema de investigación; en donde se muestra el planteamiento y formulación del problema, objetivos de investigación, hipótesis, técnicas de recolección de datos y el procesamiento de información seguido de la justificación e importancia.

El Capítulo II, información teórica sustentado en bibliografías actualizadas y finalmente definición de términos básicos utilizados en la investigación.

El Capítulo III, donde se muestra el resumen de análisis y Comparaciones, también la prueba de normalidad de las variables.

El Capítulo IV, se realiza las contrastaciones de las hipótesis.

El Capítulo V, se presenta los resultados obtenidos para su comparación.

Finalizando con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los respectivos anexos del presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Debido a los altos costos que son experimentados durante la explotación de “la mina Animón que se da por el método de explotación con Breasting, dicha empresa se ve en la necesidad de buscar métodos de explotación alternativos técnicamente factibles a la realidad del yacimiento y calidad de rocas. Es así como se plantea la aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en los sectores y zonas con rocas de mejor calidad de la Mina Animón”.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Espacial.

La investigación se ha desarrollado en la Mina Animón, que es una de las unidades mineras productoras de Volcán Compañía Minera S.A.A.

1.2.1.1. Ubicación

“La Mina Animón se ubica en el distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco, en el flanco oriental de la

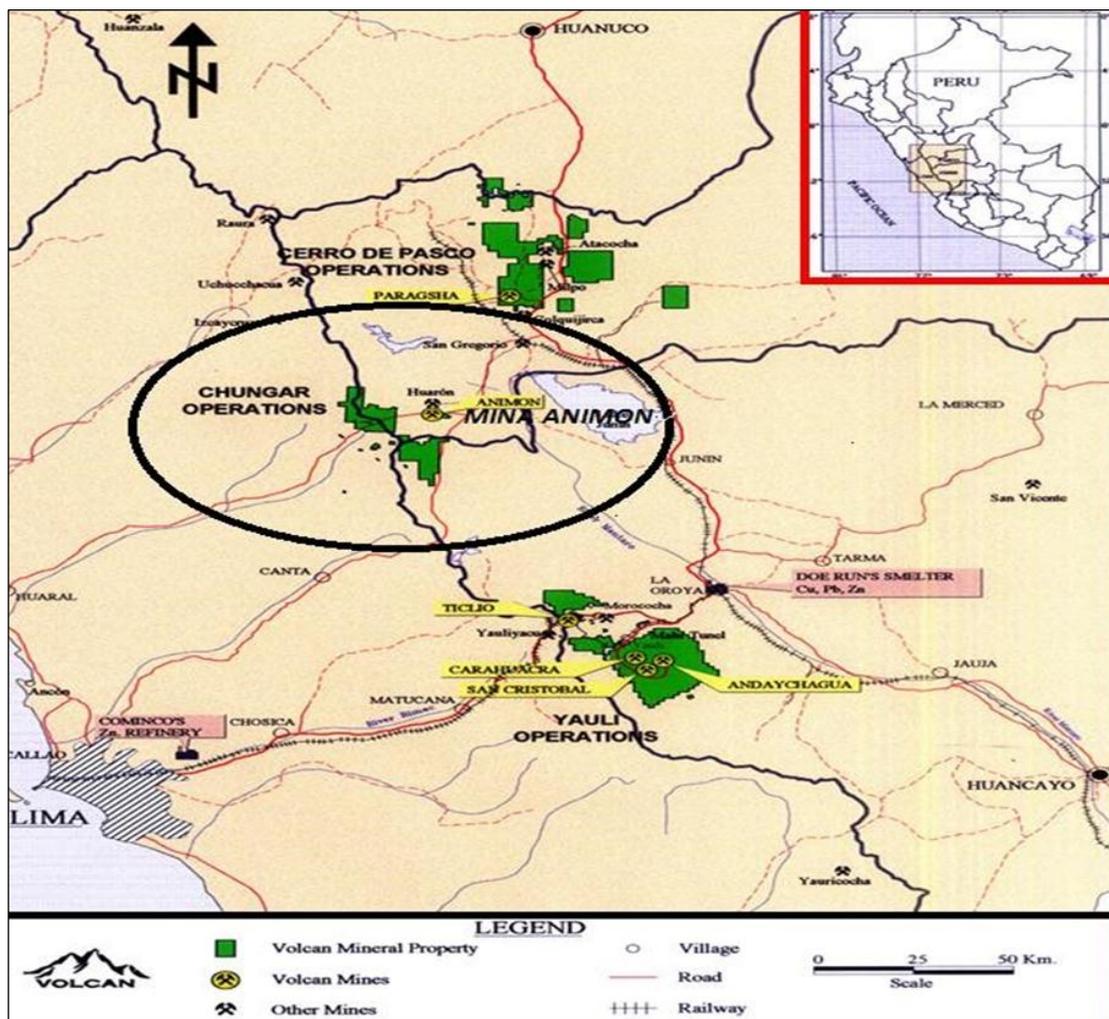
cordillera occidental a una altitud de 4600 m.s.n.m.” (Wikipedia, 2018)

“Limita por el norte con la Cia. Minera Huaron, por el este con el caserío La Cruzada, al oeste con la Comunidad de Quimacocha y la Laguna Shegue y al sur limita con la laguna Huaroncocha” (Wikipedia, 2018).

1.2.1.2. Accesibilidad

Los accesos principales a la Mina Animón son:

- “Por la carretera central Lima – Oroya – cruce Villa de Pasco, mediante una carretera asfaltada de 285 Km y desde este punto a Animón hay 43 Km en carretera afirmada, haciendo un total de 328 Km.” (Wikipedia, 2018)
- Lima – Canta – Animón, 219 Km en un tiempo de recorrido de 5 horas aproximadamente.
- Lima – Huaral – Animón, 225 Km en un tiempo de recorrido de 5 horas., como se muestra en la Figura 1.



Fuente: Área de Planeamiento - Mina Animón

Figura 1. Ubicación y acceso hacia la Unidad Minera Animón

1.2.1.3. Clima

“Para la clasificación del clima usaremos los dos elementos meteorológicos más importantes los cuales son: Temperatura y Precipitación. En las partes altas de Cerro de Pasco y Animón, donde las altitudes varían de 4,000 a 4,500 msnm, el clima es frío y seco debido a las precipitaciones y caída de nieve que se da en la Cordillera Occidental y Oriental” (Wikipedia, 2018).

1.2.1.4. Geología Local

“Geomorfológicamente, la Mina Animón está emplazada dentro de rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Casapalca Capas Rojas distinguen dos formaciones: Inferior y Superior” (Mina Animón, 2018).

A. Formación Inferior

“Estada formada por tres unidades, son las siguientes:

- **Unidad Inferior:** Formado por margas y areniscas, se ubica en la parte central y profunda del anticlinal con una potencia de 800 metros.
- **Unidad Media:** Aflora en el Flanco Este del anticlinal es continua por varios kilómetros, se distingue tres horizontes con potencia 485 metros, se divide en los siguientes horizontes:

Horizonte Base: Conformado por el Conglomerado Bernabé, potencia 40m.” (Mina Animón, 2018)

“Horizonte Central: Conformado por Areniscas y margas rojas, potencia 420 metros” (Mina Animón, 2018)

“Horizonte Techo: Conformado por el Chert Calcáreo, potencia 25 metros” (Mina Animón, 2018)

- **Unidad Superior:** “Aflora en el Flanco Este del anticlinal es continua por varios kilómetros, se distingue tres horizontes con potencia 485 metros, se divide en los siguientes horizontes: En la base tiene 5 niveles de conglomerados que alcanza un grosor de 80 metros, sigue

una secuencia de Areniscas moradas y niveles Calcáreos, tiene un grosor total de 300 metros” (Mina Animón, 2018).

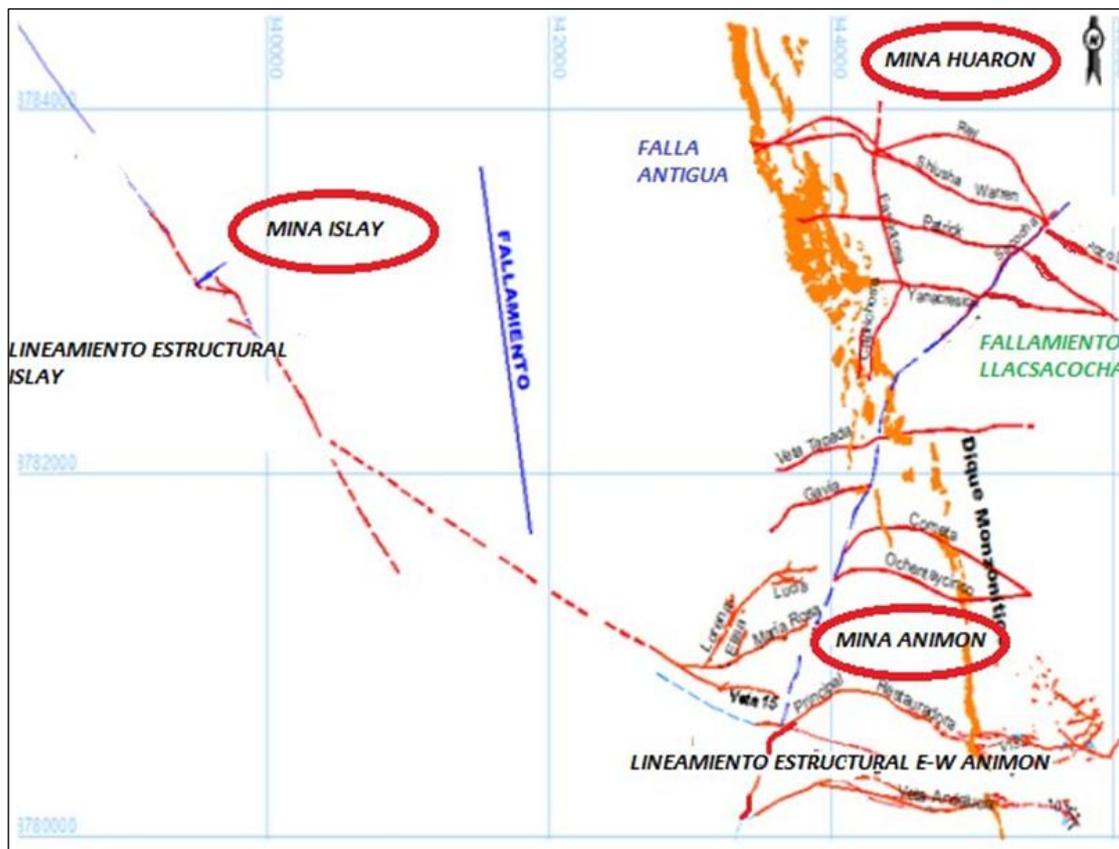
B. Formación Superior

“Tiene un grosor de 800 metros, es la única masa rocosa presente en ambos flancos del anticlinal.” (Mina Animón, 2018).

1.2.1.5. Geología Regional

“Geológicamente Animón forma un yacimiento dentro de una realidad estructural donde cronológicamente citamos tres lineamientos; el lineamiento estructural E-W de Animón, el dique de intrusivo NW-SE y la falla Llacsacocha NE-SW. Este conjunto estructural que data de la orogenia andina habría ocurrido en el Terciario (mioceno) y habría desarrollado la mineralización desde dos focos sub paralelos, el foco más conspicuo de Huarón y el foco menor ubicado en el lineamiento EW de Animón” (Mina Animón, 2018).

“En general el depósito hidrotermal de Animón-Huarón ha generado mayormente estructuras de orden filoniano distribuidos en un área irregular de cinco kilómetros en el sentido N-S y siete Km en el sentido E-W. La mineralización polimetálica desarrollada es un arreglo clásico de Pb-Zn-Cu-Ag. La Figura 2, se muestra el plano estructural regional” (Mina Animón-Huaron, 2018).



Fuente: Área de Planeamiento Mina Animón

Figura 2. Plano geológico regional

1.2.1.6. Geología Económica

“La mineralización polimetálica más importante de Mina Animón se encuentra alojada en un sistema de fracturas tensionales desarrolladas en el sector Este donde se ubica la veta Principal, y en segundo lugar la veta Andalucía además de otras menores que localmente forman arreglos sigmoideos mayormente con la primera. El otro ámbito de mineralización importante en Animón se ubica en el sector oeste donde destacan dos vetas de similar orientación control y envergadura, la veta María Rosa y la veta Ramal 85, entre las cuales se

desarrollaron otras de evidente generación tensional como son veta Lorena, veta Elva, veta Milagros” (Mina Animón, 2018).

“La veta más importante de Mina Animón es veta Principal, de rumbo E-W y buzamiento de 65 a 75 grados al norte, con casi 2km de largo, 600 m reconocidos de profundización actual y potencia que va desde 0.50 m hasta 12 metros de ancho, presenta clavos subsecuentes de excelente relleno mineral que también varía en su longitud presentando en la parte central y profunda el sector más desarrollado de mineral masivo de esfalerita y en el sector, este dominio de mineralización en carbonatos con valores interesantes de Pb-Ag.” (Mina Animón, 2018)

“La segunda veta más importante de Mina Animón es veta Janeth, de rumbo E-W y buzamiento de 65 grados al sur, con casi 900m de largo, y 400 m de profundización actual y potencia que va desde 0.50 m hasta 7 metros de ancho, presenta relleno mineral de esfalerita galena, ganga de carbonatos piritita y algo de cuarzo. Actualmente se ha desarrollado cuatro niveles en la zona intermedia de la mina. Por su posición intermedia su contribución en la producción es importante en valores de plomo, plata” (Mina Animón, 2018). Ver Figura 3.

1.3.1. Problema General

¿Cómo influye el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en la optimización del proceso productivo de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018?

1.3.2. Problemas Específicos

- A. ¿Cómo influye el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en la productividad de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018?
- B. ¿Cómo influye el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en los costos de producción de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018?

1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General.

Determinar cómo influye el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en la optimización del proceso productivo de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018.

1.4.2. Objetivos Específicos

- A. Establecer cómo influye el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en la productividad de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018.

- B. Establecer cómo influye el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en los costos de producción de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018.

1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Hipótesis General.

La aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill influye en la optimización del proceso productivo de la Veta Gisela - Mina Animón – 2018.

1.5.2. Hipótesis Específicos

- A. La aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill influye en la productividad de la Veta Gisela - Mina Animón – 2018.
- B. La aplicación del método de perforación con taladros largos - Bench & Fill influye en los costos de producción de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018.

1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Variable independiente

Método de explotación con taladros largos - Bench & Fill.

1.6.2. Variable dependiente

Optimización del proceso productivo.

1.6.3. Operacionalización de Variables

La Operacionalización de la variable independiente y dependiente, se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición de Campo	Dimensión	Indicadores
METODO DE EXPLOTACION CON TALADROS LARGOS BENCH & FILL	Es un método de explotación de gran volumen por medio de equipos que realizan perforaciones con diámetros variables de 64 mm hasta 127 mm de longitud de 8 metros hasta 30 metros realizan con equipos electrohidráulicos denominados jumbos diseñados para la perforación de taladros largos nos permite demostrar los costos de explotación US\$/Ton. Atraves del metodo de explotacion taladros largos-Bench & fill en la Mina Animon 2018	Con el apoyo de todo el personal de la guardia, para explicar los problemas más comunes que existe sobre todo en la perforación, como son desviación de taladros, corrección de taladros y repaso de taladros, que se presentaban en el nuevo método empleado. Finalmente se da a conocer el análisis, resultados y las soluciones a dichas causas que generan las deficiencias en la perforación así como también las elevadas demoras operativas que existen en las operaciones del método de explotación con taladros largos-Bench & Fill y con ello lograr su optimización.	condicion geologica	Geometria del yacimiento del mineral
				Distribución de leyes
			diseño de minado	Reservas de mineral
				Malla
				Perforacion
				Voladura

Variable	Definición Conceptual	Definición de Campo	Dimensión	Indicadores
PROCESO PRODUCTIVO	La optimización del proceso productivo consiste en el análisis detallado de las actividades. Es el resultado de un Metodo de Explotación con resultados medibles en la Optimización de Recursos nos permite demostrar los costos de explotación US\$/Ton. para evaluar la producción en la Mina Animon.	El cambio acelerado en las operaciones de minado por nuevos procesos, está jugando un papel trascendental en la minería moderna; la optimización y el control de procesos cada vez se incrementan en la búsqueda de operaciones unitarias limitantes o críticas; el análisis de estas situaciones se da en la productividad y los costos en la Mina Animon.	Productividad	Tonelaje
				Volumen
			Costo de producción	\$/Tn.

1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo Aplicada, según Zorrilla (1993) define como “la investigación aplicada depende de los descubrimientos y adelantos de la investigación y se ratifica con ellos, se caracteriza por el interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos”.

1.7.2. Nivel de investigación

Es de nivel **Descriptivo Correlacional**. Zorrilla (1993) define a esta investigación como “Es aquel tipo de estudio que busca medir el grado de relación que existe entre dos o más conceptos o variables”.

1.7.3. Método de investigación

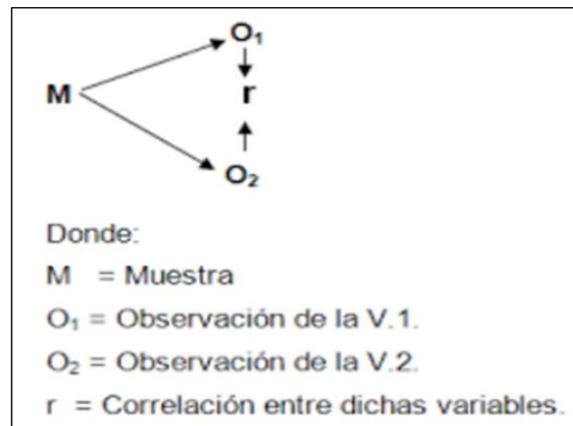
Se utilizó el **Método Científico** como método general. Angelica Arrollo Morales (1997) define como “Es el conjunto de reglas razonadas para la práctica del trabajo científico. Es el medio conocido más seguro para llegar a la verdad científica porque permite pensar objetiva, sistemática, crítica, verificable y creadoramente los problemas propios de la Ciencia”.

1.7.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es Experimental, Zorrilla (1993) define como: “La manipulación de una o más variables independientes para medir el efecto que genera la variable independiente sobre la variable dependiente”, (ver *figura 4*) en este caso siendo la variable manipulable Malla de explotación Bench and Fill con taladros largos

su efecto en la Optimización del proceso productivo de la Veta Gisela

- Mina Animón



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Investigación experimental

1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA

1.8.1. Población

Nuestra población de estudio fueron todas las vetas de la Mina Animón conformadas por: Veta Karina, Veta Gisela, Veta Ramal piso 3 y Veta Split Carmen.

1.8.2. Muestra

Se eligió como muestra la Veta Gisela de la Mina Animón por ser una muestra no probabilística. Según Hernández Sampieri (2010) señala: “En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación, el procedimiento no es mecánico ni con base a fórmulas de probabilidad”.

1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1. Para recolectar datos

La técnica que se utilizó para la recolección de información suficiente y deseada fue mediante el análisis de control de parámetros de funcionamiento del sistema que es objeto de la investigación, para ello se usaron los siguientes instrumentos:

- Lista de cotejos
- Datos estadísticos
- Información bibliográfica.
- Informes de labor.
- Planos satelitales (mapas, estudios geomecánicas, fichas técnicas).

1.9.2. Para analizar información

La información obtenida a través de los instrumentos será procesada con la ayuda de programas como:

- SPSS para los análisis estadísticos
- Word para elaboración de informes, etc.
- El Excel para realizar los cálculos.
- Auto Cad para realizar los dibujos.

Estos resultados serán presentados en forma resumida para su posterior análisis y discusión.

1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1. Justificación

“Debido a los altos costos experimentados en la Mina Animón generados por el método de explotación con Breasting, dicha empresa se ve en la necesidad de buscar métodos alternativos técnicamente factibles a la realidad del yacimiento. Es así como se plantea la aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill en los sectores, zonas con rocas de mejor calidad de la mina y así poder mejorar la productividad en sus operaciones”.

1.10.2. Importancia

El presente trabajo está orientado a comprobar como el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill “Proporciona un incremento de producción para mantener los márgenes operativos que requiere la Empresa dada la caída de precios de los metales en el mercado internacional, se ha elaborado el programa de producción considerando la centralización de los tajos y la mecanización de las operaciones unitarias, dichas medidas nos permitirán incrementar la producción y la reducción de costo de minado”.

1.11. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Al momento de la realización la investigación de la tesis se presentaron las limitaciones siguientes:

- El ingreso a las labores es restringido, por ser zonas de riesgo.
- La difícil obtención de información de la compañía esto se debe a que es información confidencial.

- Falta de personal capacitado en el trabajo
- Tiempo limitado para realizar la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.1.1. Antecedentes nacionales

A. (Tovar, 2005) “Cambio de método de Cut and Fill de explotación en el stope 120 de la compañía minera Atacocha s.a.” “Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú. En su conclusión: El método sub Level Stopping es un método de explotación masivo apto para la minería actual en el Perú, El yacimiento de minera Atacocha presenta la morfología adecuada para la mecanización y explotación a volumen considerable teniendo buenos resultados hacia los beneficios dispuestos por la empresa en estudio con la aplicación de Taladros largos”.

B. Mena, (2012) “**Planeamiento de minado subterráneo en vetas angostas**” “Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú. En su conclusión: En esta etapa se realizarán labores horizontales y

verticales (cortadas, estocadas, chimeneas) cuyos objetivos son: llegar a las proyecciones de las vetas para su posterior desarrollo, así mismo de ejecutar cámaras diamantinas de donde se realizarán taladros diamantinos que confirmarán o descartarán la presencia de vetas en las proyecciones dadas las labores de exploración, para el diseño del tipo de método de explotación en labores de desarrollo y tajos de explotación”.

2.1.2. Antecedentes Internacional

- A. Jorquera (2015). “Método de explotación bench & fill y su aplicación en minera Michilla”. “Tesis de grado, Universidad de Chile. En su conclusión: De acuerdo a la metodología planteada, se estima el costo mina para el Bench & Fill sin tomar en cuenta los costos distribuibles de otros departamentos. Es así como se obtiene un costo mina de 34,3 US\$/ton asociados al método. Al tomar en cuenta el plan minero proporcionado, se obtiene un costo total de desarrollo para el sector de 18,46 [MUS\$], siendo comparable de manera favorable con el cut & fill post room and pillar (46,5 [US\$/ton] y 31,2 [MUS\$] respectivamente). Es así como se concluye que el método de Bench & Fill resulta ser atractivo de acuerdo a los objetivos planteados, proporcionando menores costos que el actual Cut & Fill y a su vez mejorando la seguridad del personal presente en la mina”.
- B. Rivero (2008), “Evaluación Geomecánica de Estrategias de Socavación en Minería Subterránea”. “Tesis de grado, Universidad de Chile menciona que: consiste en realizar una evaluación comparativa relativa, desde el punto de vista geotécnico, entre diferentes

estrategias de socavación. Esto se desarrolla en el marco del proyecto Mina Chuquicamata subterránea, que se encuentra actualmente en su etapa de Ingeniería Conceptual. Estado Bolívar. Su conclusión La muestra C-1 arrojó valores de resistencia a la compresión altos, y las muestras C-2 y C-3 arrojaron valores de resistencia media, según las normas UNE 22-175 y la clasificación de Deere y Miller”.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. Clasificación geomecánica

“El macizo rocoso es un medio discontinuo, complejo, con un comportamiento geomecánico que puede ser estudiado y clasificado en función de su aptitud para distintas aplicaciones”. (Lopez J. , 2009)

“Las clasificaciones geomecánicas aportan índices de calidad relacionados con parámetros geomecánicas del macizo, permitiendo describir numéricamente la calidad del mismo”. (Lopez J. , 2009)

2.2.1.1. Índice de calidad de la roca (RQD).

“En 1967, Deere propuso un índice cuantitativo de la calidad de la roca basado en la recuperación de los núcleos con perforación diamantina, llamado índice de calidad de la roca (Rock Quality Designation), el cual se identifica por RQD y se define como el porcentaje representativo de la sumatoria de longitudes de tramos de núcleos de barrenos de diamante que se recuperan en longitudes enteras \geq a 100 mm, dividida entre la longitud total barrenada. En la Tabla 1, se observa los valores

que se asume para el RMR según la calidad de la roca”.
(Agreda, 1996)

Tabla 1. Calidad de Roca

Clas e	Calidad de Roca	RMR
I	Muy buena	81 - 100
II	Buena	61 - 80
III	Regular	41 - 60
IV	Mala	21 - 40
V	Muy Mala	menor a 20

Fuente: Resistencia de Materiales de Bieniawski.

2.2.1.2. Clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR).

“El sistema de clasificación geomecánica (RMR) es independiente de la estructura a construir y se obtiene sumando los porcentajes o ratings de cinco parámetros cuyas valoraciones máximas”. (Bieniawski, 1989)

Según Bieniawski (1989) son:

- Resistencia compresiva uniaxial de la matriz rocosa
- Grado de fracturación del macizo (RQD)
- Espaciado de las discontinuidades
- Estado de las discontinuidades
- Condiciones hidrogeológicas

“El RMR se obtiene de la suma total de los cinco parámetros enumerados anteriormente, cuyos valores para determinar la calidad de roca” (Ames, 2012), se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación Geomecánica de Bieniawski

A. PARÁMETROS DE CLASIFICACIÓN									
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	Ensayo de Carga Puntual	> 10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	Compresión Simple (Mpa)		
		Ensayo de Compresión Simple	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Valoración			15	12	7	4	2	1	0
2	RQD (%)		90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
	Valoración		20	17	13	8	3		
3	Espaciamiento de las discontinuidades		> 2.0 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Valoración		20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades (ver B)		Muy rugosas, discontinuas, sin separaciones, pared de roca inalterada.	Ligeramente rugosas, aberturas < 1mm y pared ligeramente alterada.	Ligeramente rugosas, aberturas < 1mm y pared altamente alterada.	Superficies de falla o rellenos < 5 mm o aberturas 1-5 mm, continuas.	Relleno blando > 5 mm o abertura > 5 mm, continua.		
			Valoración		30	25	20	10	0
5	Agua subterránea	Flujo por 10m de long. de túnel (l/min) (presión de agua en la Junta) (Esfuerzo principal mayor)	Nulo	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125		
		Condición general	Seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteo	Flujo		
	Valoración		15	10	7	4	0		
B. PAUTAS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO DE DISCONTINUIDADES									
Longitud de discontinuidades (persistencia)			< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m		
Valoración			6	4	2	1	0		
Separación (abertura)			Nulo	< 0.1 mm	0.1 - 1.0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm		
Valoración			6	5	4	1	0		
Rugosidad			Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Liso	Muy liso		
Valoración			6	5	3	1	0		
Relleno			Nulo	Relleno duro < 5mm	Relleno duro > 5mm	Relleno suave < 5mm	Relleno suave > 5mm		
Valoración			6	4	2	2	0		
Meteorización			Nulo	Ligeramente meteorizada	Moderada meteorización	Altamente meteorizada	Descompuesto		
Valoración			6	5	3	1	0		
C. ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES RESPECTO A LA EXCAVACIÓN									
Dirección y buzamiento			Muy favorable	Favorable	Medio	Desfavorable	Muy desfavorable		
Valoración	Túneles y Minas		0	-2	-5	-10	-12		
	Fundaciones		0	-2	-7	-15	-25		
	Taludes		0	-5	-25	-50	-60		

Fuente: Resistencia de Materiales de Bieniawski.

2.2.2. Propiedades de la roca

Para el desarrollo del modelo geotécnico, es necesario determinar los parámetros geotécnicos del macizo rocoso que son:

2.2.2.1. Porosidad.

“La porosidad (n) de un material representa un porcentaje que relaciona el volumen que ocupan los poros en un volumen unitario de la roca. En las rocas sedimentarias la porosidad puede oscilar entre 0% a 90% y disminuye con la profundidad

dependiendo del material cementante. En rocas ígneas y metamórficas la porosidad es menor al 2%, y aumenta con la meteorización (desgaste) hasta un 20% o más. Las rocas ígneas intrusivas son las menos porosas” (Rivero, 2008).

2.2.2.2. Densidad y peso específico.

“La densidad corresponde a la masa (el peso corresponde al peso específico) por unidad de volumen, pueden relacionarse con la mineralogía y constitución de los granos que forman la roca. El rango de la variabilidad del peso específico de las rocas es mucho mayor que el de los suelos” (ATR Contratista, 2008).

2.2.2.3. Velocidad de ondas sísmicas.

“Un método para determinar el grado de figuración o meteorización de la roca utiliza la velocidad de ondas longitudinales y ondas transversales o de corte” (Taípe, 2008, p.65).

2.2.2.4. Resistencia a la compresión.

“Parámetro geotécnico más citado, se determina directamente mediante ensayos de compresión no confinada en testigos cilíndricos, e indirectamente mediante el ensayo de carga puntual” (Lopez J. , 2009).

2.2.3. Método de explotación

“Es una forma geométrica generada y usada para explotar un yacimiento, dividiendo el cuerpo mineralizado en sectores aptos para el laboreo minero.

Tienen como objetivo la extracción del mineral de una manera óptima y que la comercialización proporcione la utilidad esperada” (Taípe, 2004; p. 26).

“El método de explotación reúne un conjunto de operaciones que permite realizar el ciclo de minado, para ello es de importancia el funcionamiento de los servicios como: ventilación, drenaje, suministro de energía eléctrica, agua y aire” (Lopez, Lopez, Ortiz, & Pernia, 2011).

“La explotación tiene tres operaciones mineras básicas: apertura de mina (desarrollo y preparación), infraestructura de la mina o preparación, explotación de la mina” (Ames, 2012).

2.2.3.1. Factores que influyen en la selección del método de explotación

En la elección del método de explotación intervienen fundamentalmente los siguientes factores:

A. Características geográficas,

“Los aspectos más importantes dentro de este factor son:

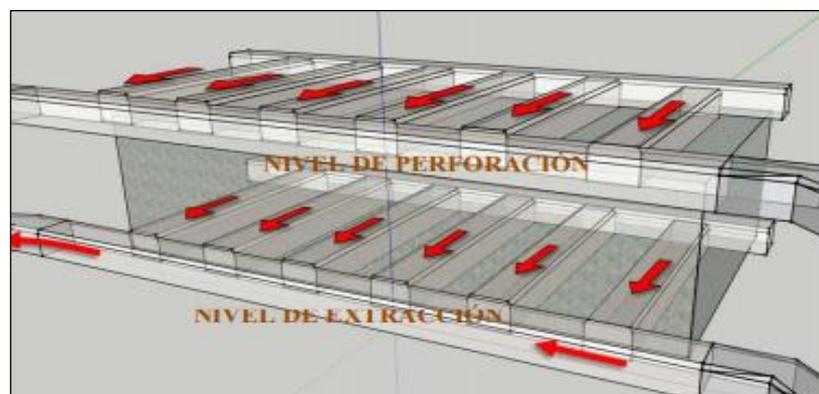
- Profundidad
- Clima
- Forma del yacimiento y cuerpo mineralizado
- Potencia, si se trata de una veta o manto
- Manteo, si se trata de una veta o manto
- Diseminación, respecto de la superficie
- Profundidad respecto a la superficie
- Dimensiones del yacimiento, cubicación

“Esta variedad del método es aplicada en vetas de geometría vertical o casi vertical cuyas dimensiones son suficientes y la roca tenga una competencia que nos permitan la explotación de la estructura a través de banqueo. La secuencia para la extracción es en retroceso y seguida por la implementación del relleno en avance” (Taípe, 2008).

2.2.4.1. Labores de preparación con taladros largos - Bench & Fill.

“Las labores mineras requeridas para la explotación de una estructura mineralizada del yacimiento son: vías de transporte, accesos, ventilación, etc. Consta de dos niveles: nivel superior, es la zona de perforación de los taladros largos. El nivel inferior, es la zona de limpieza y extracción del mineral” (Ames, 2012), como se muestra en Figura 6.

“**Nivel superior de perforación:** El propósito de este nivel es la operación de los equipos de perforación para que realicen las perforaciones descendentes. En este caso su orientación es paralela al nivel de extracción, y sus parámetros de diseño son los mismos para el nivel inferior de extracción” (Hoek & Brown, 1985).



Fuente: Manual de Diseño y Evaluación de Explotaciones Mineras

Figura 6. Nivel superior e inferior Bench and Fill

2.2.4.2. Secuencia de explotación

El orden de explotación es de forma ascendente hacia los niveles superiores.

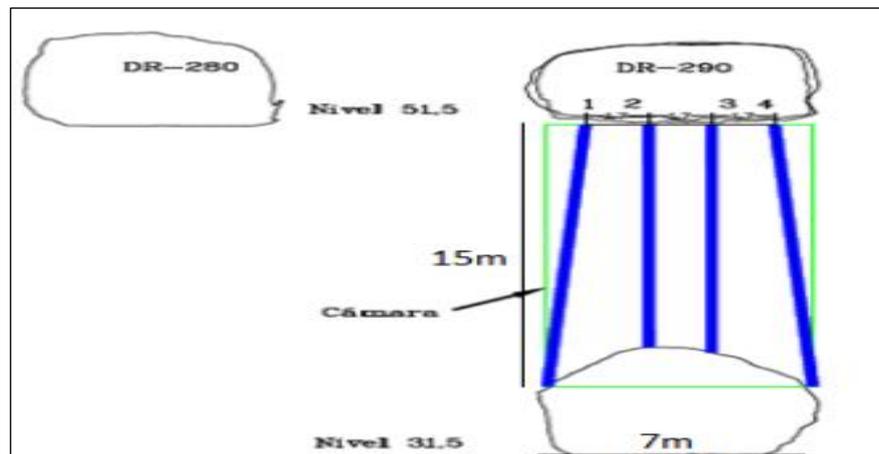
- “Las labores de preparación están conformadas por los subniveles de perforación y extracción diseñadas para reconocer longitudinalmente la potencia y la longitud de las estructuras, siguiendo la estructura mineralizada, acción que ayudara a delimitar los futuros tajos, de tal forma que durante la perforación y la voladura se pueda controlar la estabilidad del tajo” (EXSA, 2014).
- “La sección estándar de los subniveles es de 3.5m x 4.0m, el ancho de los subniveles puede variar en los casos en que la veta tenga mayor potencia” (Ames, 2012).

“Los subniveles sirven para explotar sistemáticamente el mineral existente en cada banco mediante taladros verticales paralelos al buzamiento de la veta y voladuras parciales de 4.5 a 6.0m de longitud hasta unos 20m de largo, luego restituir la estabilidad de los espacios abiertos con relleno detrítico proveniente de las labores de desarrollo” (Taípe, 2008).

2.2.4.3. Perforación y voladura

“En el proceso de perforación para el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill se realiza de forma descendente, haciendo uso de un equipo jumbo simba (mostrado en el Anexo 3), es diseñado para la perforación de los taladros

largos con diámetro de perforación de 70 mm, la voladura de los taladros perforados se basa en la metodología de Ash, estableciendo parámetros para el burden y espaciamiento de los taladros cargados” (Bieniawski, 1989), como se muestra en la Figura 7.



Fuente: López Jimeno Carlos Ramón, 2005.

Figura 7. Diagrama de voladura

2.2.4.4. Relleno

“El uso del relleno en la explotación con taladros largos – Bench & Fill es un componente importante que proporciona un grado de estabilidad de las cajas y seguridad, que permite desarrollar los trabajos de manera sostenible” (Hoek & Brown, 1985).

2.2.5. “Ventajas y desventajas del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill

2.2.5.1. Ventajas

- i. La recuperación es cercana al 100%.

- ii. Es altamente selectivo, lo que significa que se pueden explotar secciones de alta ley y dejar zonas de baja ley sin explotar.
- iii. Es un método seguro.
- iv. Puede alcanzar un alto grado de mecanización.
- v. Se adecua a yacimientos con propiedades físico-mecánicas incompetentes” (Hoek & Brown, 1985).

2.2.5.2. Desventajas

- i. Costo de explotación normal.
- ii. Rendimiento de la producción es alto
- iii. Tipo de relleno detrítico
- iv. Poco consumo de materiales de fortificación.

2.3. Definición de términos básicos

Producción

“En términos mineros consiste en el aporte de mineral programado mensual que se debe abastecer de mina para ser tratado en planta” (Hoek & Brown, 1985).

Recuperación

“Cantidad de mineral recuperado por unidad de volumen o cantidad de mineral extraído expresamente en porcentaje”.

$$KT = \frac{P_{tot} \times (1 - D)}{P_{res}} \times 100$$

Donde:

- KT = Recuperación de reservas (%)
- Ptot = Total de mineral extraído (TM)
- Pres = Reservas de mineral extraído (TM)
- D = Dilución (%)” (Lopez J. , 2009)

Dilución

“Es la disminución de la ley del mineral de un yacimiento por mezcla con las rocas de caja, existe la siguiente relación:

$$D = \frac{(a - p)}{a} \times 100$$

Donde:

D = Dilución (%)

a = Ancho de minado (m)

p = Potencia de la veta, cuerpo, etc.” (Bernaola, Castilla, & Herrera, 2013)

Valor del mineral:

“Es valor por tonelada in situ, según las leyes de los ensayos” (Wikipedia,2018).

Costo de explotación:

“Es valor de una actividad o proceso (\$ o S/.) por unidad de volumen o tonelada” (Wikipedia,2018).

Rendimiento:

“Es la proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados” (Wikipedia,2018).

Productividad

“La productividad en minería es sinónimo de mecanización, reemplazando la labor manual con máquinas sofisticadas. Así mismo este término es un indicador de gestión (TM/hombre-gdia) que mide la producción en TM y los recursos utilizados (hombre-gdia), también esta productividad debe estar enmarcada en valores (US\$)” (Contratista & S.A.C., Enero 2008).

“Tenemos 2 tipos de productividad:

- Productividad Física (Producción/Recursos)

- Productividad Real (Valor de Producción/ Valor de Recursos)”

Estándar

Norma o patrón a seguir en un determinado trabajo.

Beneficio/Costo (B/C)

“Es el cociente que mide la gestión de una operación minera, basada en las ganancias o utilidades que se obtienen entre los costos que participan” (Agreda, 1996).

CAPÍTULO III

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Para la determinación de la validez y confiabilidad se usó los reportes de campos las cuales estuvieron abalados por los técnicos expertos en el tema como el Ing. Helder QUINTEROS FUENTESRIVERA superintendente de la Mina Animón, estos reportes de campo fueron autorizados para el uso de los datos obtenidos en la ejecución de la investigación, según documento adjunto en el Anexo 2.

3.2. ANALISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

Continuación se muestra todo el proceso realizado durante la ejecución del estudio.

3.2.1. Descripción geomecánica de la Mina Animón

“Mina Animón realizo el estudio geomecánico orientado a conocer las condiciones geomecánicas del ámbito de la concesión donde se encuentra la mina para determinar el método de explotación y el sistema de sostenimiento de la mina, con el fin de buscar los mejores estándares del minado subterráneo que sean seguro y eficiente” (EXSA, 2014).

“La zona de estudio esta emplazada en una secuencia alternada de rocas sedimentarias, principalmente de limo arcillas calcáreas, estas presentan gran heterogeneidad en cuanto a sus propiedades geológicas.

En Animón la roca es muy incompetente”, de acuerdo a las evaluaciones geomecánicas, se presenta rocas de muy mala calidad, donde hacen que la principal preocupación sea el riesgo de caída de rocas, derrumbes y/o asentamientos de gran magnitud” (Bieniawski, 1989).

3.2.2. Evaluación geomecánica de las estructuras mineralizadas.

“La mina Animón cuenta con las siguientes vetas que son explotadas como se muestra en la Tabla 2 designadas para cada método de explotación”.

Tabla 2. Evaluación geomecánica de las estructuras mineralizadas

Taladros largos - Bench & Fill					
Veta	Gisela	Ramal Pso 03 Principal	Split Carmen	Andahuea 120	Split 215 Principal
Buzamiento	70°-90°	80°-90°	70°-80°	70°-85°	65°-75°
Calidad de Roca Veta	DE-IVB y DE-IVA	DE-IVA	DE-IVB y DE-IVA	DE-IVB y DE-IVA	DE-IVB y DE-IVA
Calidad de Roca Cajas	DE-IVA y DE-III B	DE-III B y DE-IVA	DE-IVA y III B	DE-IVB, DE-IVA y DE-III B	DE-IVB, DE-IVA y DE-III B
Sostentamiento Sub Nivel	Shotcrete2°+Pernos Hy7+Malla+Shotcrete1°				
Dimensiones de Banco ESS	Altura Banco	8.5m	8.5m	8.5m	8.5m
	Long. Banco	12m	12-16m	10m	10m
Breasting					
Veta	Principal	Veta Andahuea 120 Techo	Ofeña	Carmen	Lourdes
Buzamiento	70°-90°	65°-90°	45°-65°	50°-70°	50°-65°
Calidad de Roca Veta	DE-V, DE-IVB y DE-IVA	DE-IVB y DE-IVA	DE-IVB y DE-IVA	DE-IVB y DE-IVA	DE-IVB y DE-IVA
Calidad de Roca Cajas	DE-IVB y DE-III A	DE-IVB y DE-IVA	DE-IVB y DE-IVA	DE-IVB y DE-IVA	DE-IVB y DE-III A
Sostentamiento	Shotcrete2°+Pernos Hy7+Malla+Shotcrete1°	Shotcrete2°+Pernos Hy7	Shotcrete2°+Pernos Hy7	Shotcrete2°+Pernos Hy7	Shotcrete2°+Pernos Hy7

Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

3.2.3. Recursos minerales

“La estimación de recursos es buscar la mejor estimación de ley y tonelaje de las estructuras mineralizadas y en el proceso, determinar los errores probables de la estimación con cierto nivel de confianza. La estimación dependerá de la calidad, cantidad y distribución espacial de

las muestras, así como también del grado de continuidad de la mineralización” (Lopez J. , 2009).

“La estimación de recursos se inicia con la recopilación de los datos provenientes del muestreo de las perforaciones diamantinas de exploración y/o del muestreo de los canales en las galerías de explotación” (Lopez J. , 2009).

“Durante este proceso se consideran factores importantes como la alteración, litología y los controles estructurales que nos ayudarán a la identificación de dominios importantes para realizar una estimación adecuada” (Lopez J. , 2009).

“Luego de realizada la estimación, la clasificación de recursos se realiza utilizando el criterio de la malla de perforación” (Lopez J. , 2009).

3.2.3.1. Inventario de recursos minerales

“ Los recursos minerales estimados en la Mina Animón al 31 de diciembre de 2016, en toneladas métricas; así como las leyes de cada mineral” (Ames, 2012), se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Inventario de recursos minerales de la mina Animón

Categoría	TM Recursos A.V (m)	A.V (m)	% Zn	% Pb	% Cu	OzAg
MEDIDO	3,337,528	3.18	9.92	2.91	0.28	3.6
INDICADO	4,793,082	3.17	8.46	2.65	0.25	3.2
INFERIDO	12,734,595	2.19	6.88	2.12	0.18	2.57

Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

- 337,528 t de mineral medido contas de leyes de: 9.92 % de Zn, 2.91 % de Pb, 0.28 % de Cu y 3.60 oz/t de Ag,

- 793,082 t de mineral indicado con leyes de: 8.46 % de Zn, 2.65 % de Pb, 0.25 % de Cu y 3.20 oz/t de Ag
- 12 743,595 t de mineral inferido con leyes de 6.88 % de Zn, 2.12 % de Pb, 0.18 % de Cu y 2.57 oz/t de Ag.”

3.2.3.2. Inventario de recursos minerales por tipo de estructura

“ Los recursos minerales, medidos e indicados, estimados en la Mina Animón provienen de dos tipos de estructuras” (Ames, 2012). Vetas y cuerpos como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Inventario de recursos minerales por tipo de estructura

Tipo de estructura	Tonelaje (tn)	Distribución (%)
Veta	7,804,746	96%
Cuerpo	325,864	4%
Total	8,130,610	100%

Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

Donde las vetas representan un 96% con 7 804,746 tn, los cuerpos un 4% con 325,864 tn.

3.2.3.3. Inventario de reservas

“Las reservas minerales estimadas en la Mina Animón al 31 de diciembre de 2016 se muestran en la Tabla 5”.

Tabla 5. Inventario de reservas minerales de la mina Animón

Categoría	TMD (t)	A.V(m)	A.M(m)	ZN (%)	PB (%)	CU (%)	AG (oz/t)	DIL (%)	V.P.T (US\$/t)
Probado	3,663,318	3.22	4.02	6.13	1.74	0.17	2.21	40%	121.11
Probable	5,985,034	3.36	4.25	5.00	1.55	0.15	1.93	43%	138.75
TOTAL	9,648,352	3.31	4.16	5.43	1.63	0.16	2.04	42%	132.05

Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

- “663,318 tn de mineral probado con leyes de 6.13 % de Zn, 1.74 % de Pb, 0.17 % de Cu y 2.21 oz/t de Ag.” (Mina Animón, 2018)
- “5 985,034 t de mineral probable con leyes de 5.00 % de Zn, 1.55 % de Pb, 0.15 % de Cu y 1.93 oz/t de Ag.” (Mina Animón, 2018)
- “Esto hace un total de 9 648,352 t de reservas con leyes de 5.43% de Zn, 1.63% de Pb, 0.16% de Cu y 2.04 oz/t de Ag.” (Mina Animón, 2018)

3.2.3.4. Inventario de reservas por tipo de estructura

Las reservas minerales estimadas en la Mina Animón provienen de dos tipos de estructuras: Vetas y cuerpos como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Inventario de reservas por tipo de estructuras

Tipo de estructura	Tonelaje (tn)	Distribución (%)
Veta	9,295.770	96%
Cuerpo	352.582	4%
TOTAL	9,648.352	100%

Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

Las vetas representan un 96% con 9 295,770 tn y los cuerpos un 4% con 352,582 tn.”

3.2.4. Labores de desarrollo y preparación

3.2.4.1. Labores de desarrollo

“Se realizará para la explotación de mineral contenido en el yacimiento, consiste en trabajos previos para definir los accesos a

las reservas minerales para llegar al mineral desde la superficie. Se desarrolla la mina mediante una rampa negativa de 4.50 m x 4.0 m de sección, a lo largo de la mineralización en forma paralela distanciados a 50 m en promedio con respecto a la veta, con el objetivo de acceder a los niveles inferiores con gradiente de +13% o -13%. A partir de la rampa se realiza una labor tipo crucero de 4.5 m x 4.0 m con una gradiente de 1% y una longitud promedio de 50 m, de los cuales se desprenden los bypass de 4.5 m x 4.0 m de sección” (Agreda, 1996).

3.2.4.2.Labores de preparación,

“Los trabajos de preparación consisten en diseñar en el terreno la forma de cómo extraer el mineral mediante un método de explotación con taladros largos - Bench and Fill, para este caso generalmente se preparan subniveles y accesos desde los cruceros y bypass respectivamente. Desde los cruceros en cada nivel se ejecutan los subniveles sobre veta a todo el ancho de la estructura mineralizada que permiten realizar los ciclos de minado como son perforación, voladura, limpieza del mineral y el relleno detrítico mostrados en el Anexo 7” (ATR Contratista, 2008).

3.2.5. Tipo de excavaciones

“Las excavaciones se dividen en dos tipos: excavaciones permanentes y excavaciones temporales”.

3.2.5.1. Excavaciones permanentes

“Dentro de este grupo de excavaciones se han considerado, por ejemplo: Rampas, talleres de mantenimiento, estaciones de bombeo, comedores, polvorines, etc.” (Ames, 2012)

“En lo posible estas excavaciones deben ser orientadas de forma perpendicular según las direcciones preferenciales de avance mencionadas anteriormente. En este tipo de excavaciones debe instalarse un sostenimiento también permanente, que sea capaz de soportar cargas adicionales, debidas a los cambios de las condiciones de esfuerzos a lo largo de la vida de la mina. Las excavaciones permanentes deben ubicarse preferentemente en la caja piso alejado, por un tema de estabilidad y calidad de roca” (Carranza, 2015).

“Para establecer el tipo de sostenimiento para diferentes aberturas, en el Cuadro 3, se muestran los datos geomecánicos que nos permitieron determinar las labores permanentes a llevarse a cabo en secciones de 4.0 m a 6.0 m. Las distintas variables adversas que afectan a la roca nos llevaron a evaluar cuál sería el sostenimiento apropiado para la Mina Animón, se consideró muchos parámetros para un adecuado diseño de sostenimiento, definiendo que la solución está en la propia roca, optamos por los elementos que trabajan dinámicamente dentro del macizo rocoso; estos fueron el Shotcrete y los pernos de compresión, con mucha ventajas técnico-económico favorables para nuestro requerimiento; el Shotcrete se utiliza como

elemento preventivo de soporte para el control de la relajación inicial del macizo rocoso, mientras que el perno como elemento definitivo de soporte. Considerando la clasificación de la masa rocosa del yacimiento de acuerdo a la tabla GSI como se muestra en el Anexo 6” (Lopez, Lopez, Ortiz, & Pernia, 2011).

Cuadro 3. Datos geomecánicos para labores permanentes

TABLAS GEOMECAICAS Y TIPO DE SOSTENIMIENTO - MINA ANIMON						
Codigo de Colores	Grado de Estabilidad	Tipo de Roca	Descripcion	Valuacion Indice Q		SOSTENIMIENTO
				De	A	
Blanco	Estable - Muy Estable	II - III	Extrem. - Muy E	400	40	Según Seccion de Excavacion
Amarillo (A)	Estable	IV	Buena	40	10	Según Seccion de Excavacion
Verde (B)	Med. Estable - Estable	V	Regular	10	4	Según Seccion de Excavacion
Violeta (C)	Inestable - Med. Inestable	VI	Mala	4	1	Según Seccion de Excavacion
Beige (D)	Inestable	VII	Muy Mala	1	0.1	Según Seccion de Excavacion
Marron (E)	Inestable - Muy Inestable	VII	Extremad. Mala	0.1	0.01	Según Seccion de Excavacion
Celeste (F)	Muy Inestable	IX	Excepcional Ma	0.01	0.001	Según Seccion de Excavacion

LABORES PERMANENTES SECCION 4.0 A 6.0 m.	
A	Pernos de Compresion 7' sistematicos a 2.0 x 2.0m (De requerir instalar Malla Elect.)
B	Shotcrete Estructural 2" + Pernos de Compresion 7' sistematicos a 2.0 x 2.0m ó Malla Elect. + Pernos de Compresion a 2.0 x 1.50m
C	Shotcrete Estructural 2" + Pernos de Compresion 7' sistematicos a 1.70 x 1.70m
D	Shotcrete Estructural 2" + Pernos de Compresion 7' sistematicos a 1.50 x 1.50m
E	Shotcrete Estructural 2" + Malla Elect.+ Pernos de Compresion 7' sistematicos a 1.3 x 1.3m + Sh.2"
F	Shotcrete Estructural 2" + Malla Elect.+ Pernos de Compresion 7' sistematicos a 1.30 x 1.30m + Sh. 2" ó Cimbras de 6"x6"x20" (De requerir shotcrete preventivo)

LEYENDA	
Pernos de Friccion	Split Set
Pernos de fricción - Compresión	Hydrabolt ó Swellex
Shotcrete Estructural	Con Fibra Metalica de 20 Kg/m3
Malla	Malla Electro soldada de Cocada 4" x 4"
Spilling Bar	Hydrabolt Instalados en la corona del frente de avance con angulo de 15° a 20°
Cribing	Anillados de puntales de diametro minimo de 6"
Cimbras	Con vigas de 4"x4"x 13 libras por pie ó de 6"x6"x20" libras por pie. Dependiendo de la seccion

Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

3.2.5.2. Labores temporales

“Para el caso de estas labores asociadas al minado como acceso y tajos en roca estéril o en mineral los datos

geomecánicas se muestran en el Cuadro 4, datos que nos han permitido definir las labores temporales a ejecutarse en secciones de 4.5 m a 6.0 m y de 10.0 m a 20.0 m.” (EXSA, 2014)

Cuadro 4. Datos geomecánicas para labores temporales

TABLAS GEOMECAICAS Y TIPO DE SOSTENIMIENTO - MINA ANIMON						
Codigo de Colores	Grado de Estabilidad	Tipo de Roca	Descripcion	Valuacion Indice Q		SOSTENIMIENTO
				De	A	
Blanco	Estable - Muy Estable	II - III	Extrem. - Muy E	400	40	Según Sección de Excavacion
Amarillo (A)	Estable	IV	Buena	40	10	Según Sección de Excavacion
Verde (B)	Med. Estable - Estable	V	Regular	10	4	Según Sección de Excavacion
Violeta (C)	Inestable - Med. Inestable	VI	Mala	4	1	Según Sección de Excavacion
Beige (D)	Inestable	VII	Muy Mala	1	0.1	Según Sección de Excavacion
Marron (E)	Inestable - Muy Inestable	VII	Extremad. Mala	0.1	0.01	Según Sección de Excavacion
Celeste (F)	Muy inestable	IX	Excepcional Ma	0.01	0.001	Según Sección de Excavacion

LABORES TEMPORALES SECCION 4.5 A 6.0 m.

A	Pernos de Friccion 7" sistematicos a 2.0 x 2.0m
B	Shotcrete Estructural 1.5" + Pernos de Fricción 7" sistematicos a 2.0 x 2.0m o Malla Elect. + Pernos de Compresion a 2.0 x1.50m
C	Shotcrete Estructural 2" + Pernos de Fricción 7" sistematicos a 1.70 x 1.70m
D	Shotcrete Estructural 2" + Pernos de Compresion 7" sistematicos a 1.50 x 1.50m (Adicionar drenes con pernos de Friccion)
E	Shotcrete Estructural 2" + Pernos de Compresion 7" sistematicos a 1.30 x 1.30m + Sh.1"
F	Shotcrete Estructural 2" + Malla Elect.+ Pernos de Compresion 7" sistematicos a 1.30 x 1.30m + Sh. 2", (De requerir Cimbra 1.5 x 1.5)

LABORES TEMPORALES SECCION 10.0 A 20.0 m.

A	Shotcrete Estructural 1.5" + Pernos de Compresion 7" sistematicos a 2.0 x 2.0m o Malla Elect. + Pernos de Compresion a 2.0 x1.50m
B	Shotcrete Estructural 2" + Pernos de Compresion 7" sistematicos a 1.70 x 1.70m
C	Shotcrete Estructural 2" + Pernos de Compresion 7" sistematicos a 1.30 x 1.30m
D	Shotcrete Estructural 2" + Pernos de Compresion 7" sistematicos a 1.30 x 1.30m + Shotcrete Estructural de 1" (Adicionar drenes con pernos de Friccion)
E	Shotcrete Estructural 2" + Malla Elect. + Pernos de Compresion 7" sistematicos a 1.30 x 1.30m + Sh.2" (De requerir instalar castillos de Cribing ó Jack Pot)
F	Shotcrete Estructural 2" + Malla Elect.+ Pernos de Compresion 7" sistematicos a 1.10 x 1.10m + Sh. 2", (De requerir instalar castillos de Cribing ó Jack Pot)

LEVENDA

Pernos de Fricción	Split Set
Pernos de fricción - Compresión	Hydrabolt ó Swellex
Shotcrete Estructural	Con Fibra Metalica de 20 Kg/m3
Malla	Malla Electro soldada de Cocada 4" x 4"
Spilling Bar	Hydrabolt Instalados en la corona del frente de avance con angulo de 15° a 20°
Cribing	Anillados de puntales de diametro minimo de 6"
Cimbras	Con vigas de 4"x4"x13 libras por pie ó de 6"x6"x20" libras por pie. Dependiendo de la seccion

Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

3.2.6. Método de explotación por taladros largos “Bench & Fill” en la Mina Animón para la optimización del proceso productivo de la veta Gisela

“El mineral económico explotable en la Mina Animón al 31 de diciembre de 2016, asciende a un total de 18, 573 tn” (Ames, 2012), como se indica en la Tabla 7.

Tabla 7. Mineral económicamente explotable de la mina Animón

Tipo de estructura	Tonelaje (tn)	Distribución (%)
Veta	17,869.000	96%
Cuerpo	704.000	4%
TOTAL	18,573.000	100%

Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

“Por tal motivo según la condición estructural de la masa rocosa de la Mina Animón y la geología estructural de las distintas vetas mineralizadas que son relleno de fallas geológicas, las direcciones preferenciales del avance normalmente están alineados en forma paralela a algunas de las principales discontinuidades, adoptando una dirección que significa condiciones desfavorables para la estabilidad de las labores, en la Tabla 8 muestra las dimensiones actuales de minado por taladros largos – Bench & Fill en la Mina Animón” (Agreda, 1996).

Tabla 8. Parámetros de diseño de explotación con taladros largos - Bench & Fill

Número de Corte por tajo (Acceso 58 m)	unid	6
UNIDAD BASICA DE EXPLOTACION		
BENCH AND FILL		
Longitud de Tajeo (Promedio)	m	150
Altura de Banco	m	8.5
Ancho de Minado (Promedio)	m	4
Densidad del desmonte	t/m ³	2.45
Densidad de Mineral	t/m ³	3.46
INFRAESTRUCTURA		
Rampa de Accesibilidad y Extracción	m ²	4.5x4.5
Cámaras Carguío	m ²	4.0x4.0
DESARROLLO		
Rampa Operativa	m ²	4.0x4.5
Cruceros	m ²	4.0x4.5
Cámaras Bombeo	m ²	4.0x4.5
Chimeneas Ventilación – Servicios	φ	2.4
PREPARACION		
Accesos (Rp-Basculante)	m ²	4.0x4.0
EXPLOTACION		
Sub niveles	m ²	3.5x4.0
RENDIMIENTOS DE AVANCE		
Rampa de Accesibilidad y Extracción	m/mes	60
Rampa de Operación +/- 13%	m/mes	60
Labores de Acceso	m/mes	60
Sub Niveles	m/mes	60
Chimenea-Ventilación-Desmonte (RB)	m/mes	120
SISTEMA LABORAL		
Sistema de trabajo	d x d	14 x 7
Turnos por día	turno	2
Total de Guardias (A-B-C)	turno	3
Días por año	d	365
Horas por turno (Ley Laboral)	h/turno	10.5
Tiempos muertos y otros	%	0.65
Horas efectivas de trabajo (Personal)	h/turno	6.83
DISTANCIAS PROMEDIOS		
Distancia de Acarreo LHD	m	150
Distancia de Acarreo para Relleno Detrítico	m	350
Distancia de transporte de Mineral interior Mina - Pique Esperanza - Tolva (Planta)	m	1,800
Distancia de transporte Pique Timmers - Tolva (Planta)	m	2,580
Distancia de transporte Pique Timmers - Tolva (Planta)	m	890
VELOCIDADES		
Equipo LHD vacío	km/h	12
Equipo LHD cargado	km/h	10
Camiones vacío interior mina	km/h	20
Camiones cargado interior mina	km/h	15
Mixer Vacío	km/h	12
Mixer Cargado	km/h	10

Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

3.2.7. Ciclo de minado en tajos

“Para el desarrollo de las operaciones diarias de la mina Animón se tomó en cuenta como base la ubicación de los componentes principales

de la mina como son: Rampa Mirko, Rampa Terry, Pique Esperanza, Pique Jacob Timmer” (Ames, 2012), la cuales son mostradas en la Figura 8.



Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

Figura 8. Componentes principales Mina Animón

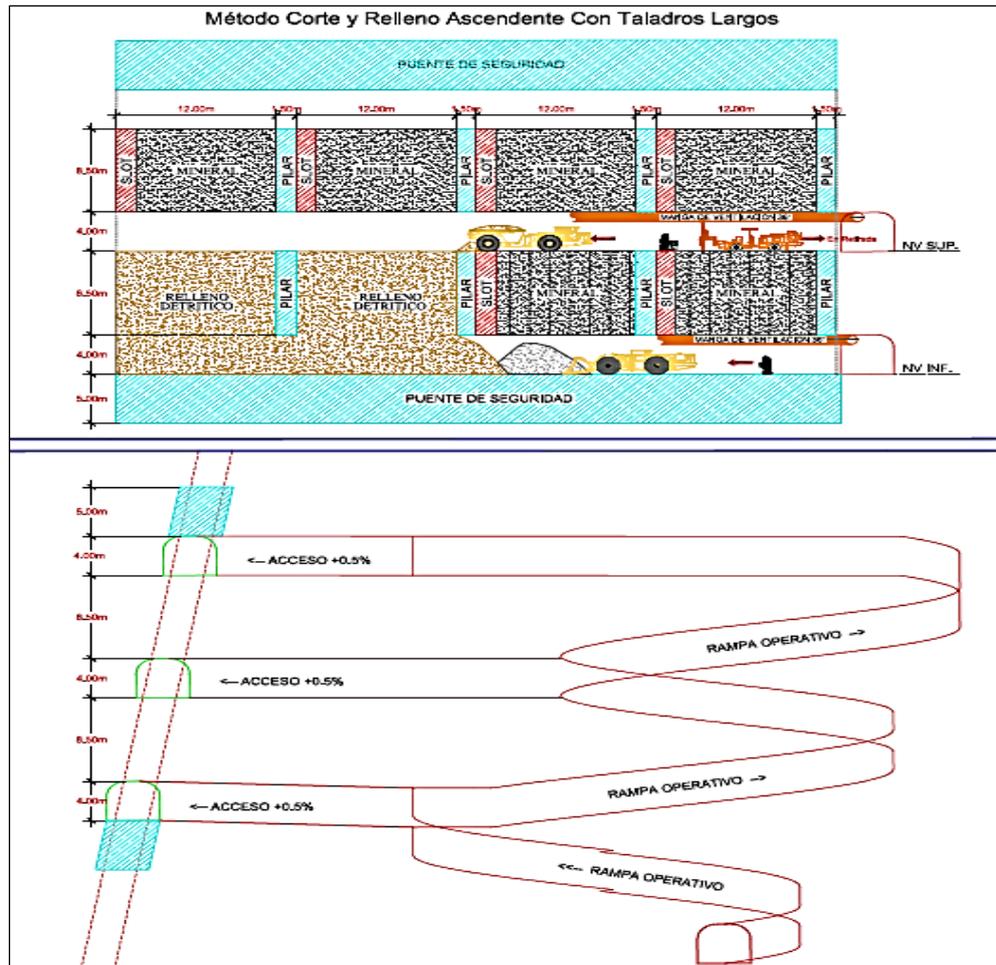
“Las labores de preparación están conformadas por los accesos a la estructura con una sección de 4.0m x 4.0m, para el Breasting y una sección de 4.0m x 4.5m para taladros largos - Bench & Fill” (Ames, 2012).

“Las labores de preparación establecidas para el método de explotación con taladros largos – Bench & Fill, se encuentran distribuidos a 80 metros hacia el Subnivel en mineral y funcionan como límites de cada tajo, asimismo para bancos de 8.5m en altura la longitud de estos accesos es de 90m” (Agreda, 1996).

“El diseño de la Mina contempla una Rampa principal de profundización de 4.5 x 4.5 m, con -13% de gradiente, y para definir los bancos de 9.0 m., se desprenden subniveles niveles intermedios definidos por un crucero y By Pass de 4.5 x 4.5m del cual se realizan accesos de 4.0 x 4.0 m con una gradiente de +1%, -15% y +15% de gradiente, formando de esta manera 2 bancos y tres subniveles” (Agreda, 1996).

“Estos accesos se encuentran distribuidos a 80 metros hacia el Subnivel en mineral y funcionan como límites de cada tajo, así mismo para bancos de 10m en altura la longitud de estos accesos es de 90m.

Desde los By Pass se ejecutan chimeneas Raise Boren con un diámetro de 2.1m., para Ventilación y 1.8m., para echaderos y servicios” (Arocutipa, 2015), estos procesos se muestran en la Figura 9.



Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

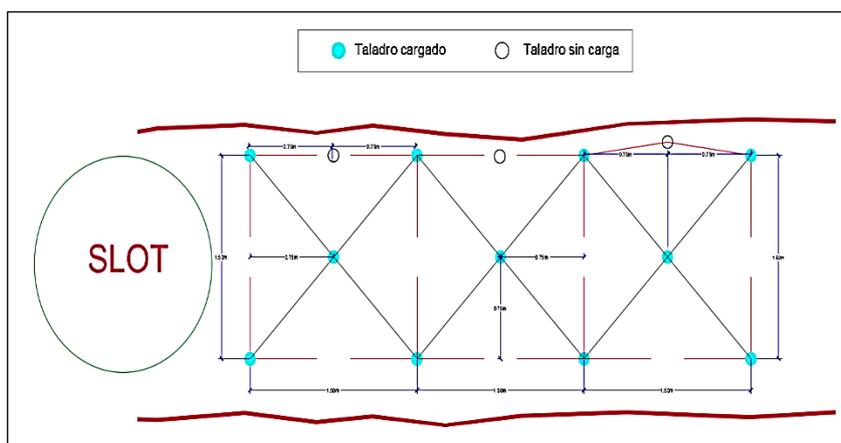
Figura 9. Diseño de explotación

3.2.7.1. Perforación

“La perforación se realiza principalmente con jumbo Raptor 44 diseñado para la perforación de taladros largos descendentes paralelos y como complementos, utilizando barras de 4 pies de longitud. Con diámetro de broca de 70 mm con alcance para 14 metros de longitud de banco por la calidad de roca del mineral de los tajos, donde se presentan fracturas y geodas que afectan la desviación de los taladros. En la perforación de la chimenea Slot de

la cara libre del tajo de sección 1.20 x 1.20 m, se debe usar la barra guía” (Contratista & S.A.C., Enero 2008).

(Tubo-tac) “antes de la broca, para minimizar las desviaciones y cruces de taladros. Usar brocas rimadoras de 127mm de diámetro en la cara libre” (Agreda, 1996). La malla de perforación se muestra en la Figura 10.



Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

Figura 10. Malla de perforación de taladros a usar

“Para realizar la perforación para frentes de avance lineal, se utilizan equipos Atlas Copco; Jumbos Boomer”. Ver Figura 11.



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Equipo de perforación utilizado

“Para el análisis del método de explotación con taladros largos - Bench and Fill, se realizaron las pruebas en 36 tramos, cuyos valores obtenidos en cada método de explotación, en lo referente a longitud de perforación, productividad y costo por tramo” (Contratista & S.A.C., Enero 2008), se indican en la Tabla 9.

Tabla 9. Datos obtenidos en la investigación

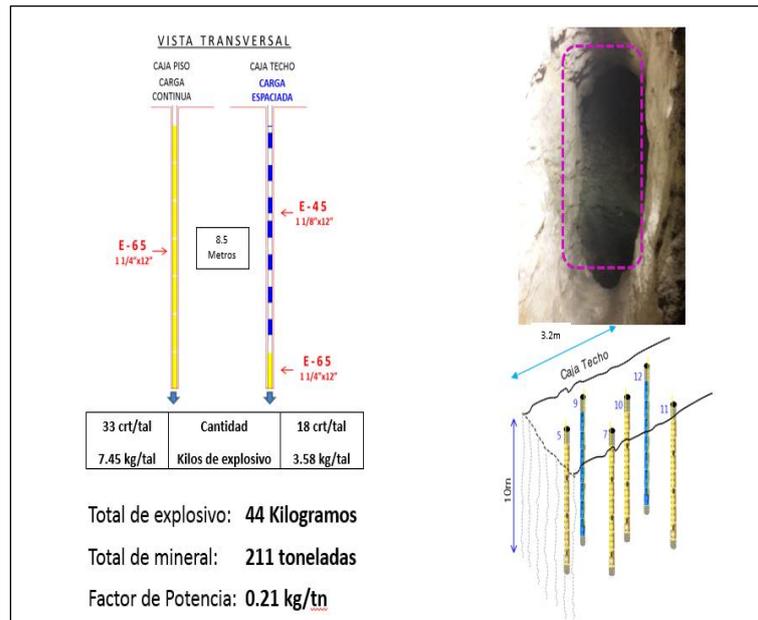
N° de muestras	Método de explotación					
	Breasting			Taladros largos - Bench & Fill		
	Longitud de perforación (m)	Productividad (Tn)	Costo por tramo (\$)	Longitud de perforación (m)	Productividad (Tn)	Costo por tramo (\$)
1	3.00	150	151.35	11.95	821	3177.39
2	2.98	145	152.43	11.98	821	3177.43
5	3.00	150	152.35	11.94	823	3177.36
6	3.00	150	152.43	11.98	802	3177.09
7	2.98	145	152.43	11.97	826	3177.34
8	2.98	145	151.35	12.00	834	3177.21
9	3.00	150	152.43	11.99	825	3177.45
10	2.98	150	152.43	11.95	836	3177.18
11	3.00	145	152.43	11.94	829	3177.19
12	3.00	145	151.35	11.99	822	3177.66
13	2.98	150	151.35	11.97	819	3177.12
14	2.98	145	151.35	11.98	840	3177.24
15	2.98	145	152.43	11.94	837	3177.33
16	3.00	145	152.43	11.92	810	3177.39
17	3.00	150	152.43	11.98	835	3177.11
18	3.00	145	151.35	12.00	820	3177.43
19	2.98	150	151.35	12.00	828	3177.32
20	2.98	145	152.43	11.98	831	3177.74
21	3.00	150	152.43	11.95	819	3177.46
22	2.98	145	152.43	11.93	834	3177.09
23	3.00	150	151.35	11.98	829	3177.17
24	3.00	145	151.35	11.97	822	3177.81
25	2.98	150	151.35	11.99	834	3177.33
26	3.00	145	151.35	11.96	836	3177.27
27	2.98	150	152.43	11.94	819	3177.04
28	2.98	150	151.35	11.98	825	3177.14
29	3.00	145	151.35	11.96	828	3177.26
30	2.98	145	152.43	11.97	833	3177.41
31	3.00	145	151.35	11.96	809	3177.34
32	2.98	150	151.35	11.96	818	3177.09
33	2.98	150	152.43	11.99	836	3177.24
34	2.00	150	152.43	12.00	824	3177.39
35	2.98	145	151.35	11.95	832	3177.49
36	3.00	150	152.43	11.98	827	3177.51

Fuente: Elaboración propia

3.2.7.2. Voladura

“Para realizar el carguío de los taladros largos como se muestra en el (Anexo 4) se deberá realizar el levantamiento y medición de cada taladro perforado para realizar el diseño de carguío real tanto de carga como la secuencia de salida de la voladura, cuando son taladros con comunicación a un nivel inferior se procederá a colocar un taco igual a la distancia de burden, luego se realiza el primado del taladro con Exanel de periodo largo de

acuerdo al secuencia miento de salida, se realiza el llenado de la columna explosiva con el EMULEX de 65%” de 1¼" x 12" “finalmente el taco superior será igual al burden, para luego ser llenado con detritus esto se muestra en la Figura 12” (Ames, 2012).



Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

Figura 12. Diseño de carga para los taladros

“Después de realizar la voladura se procede a realiza la ventilación del tajo, la evacuación de los gases es por las chimeneas que conectan de nivel a nivel llegando a los circuitos principales definidos por el área de ventilación y los cuales llegan hasta superficie, manteniendo con aire fresco los caminos de tránsito de personal” (EXSA, 2014).

3.2.7.3. Limpieza, acarreo y transporte de mineral

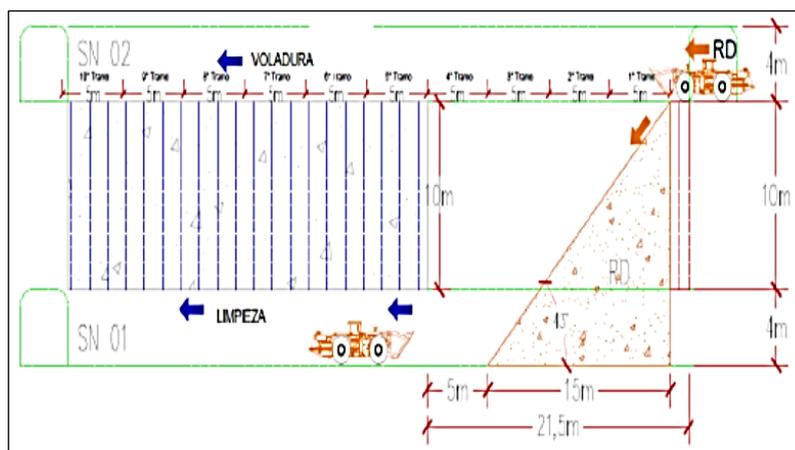
“La limpieza y extracción de mineral del tajo se realiza utilizando Scooptram diésel CAT R1600 de 6.0 yardas

cúbicas de capacidad con telemando, y en los puntos de carguío despachan a volquetes de 25 tn, que transportan al mineral en interior mina hacia el Pique Esperanza nivel 310 o J. Timmers del nivel 150” (Arocutipa, 2015).

“Una vez terminado la limpieza del mineral se procede a realizar el relleno del tajo con relleno detrítico proveniente principalmente de las labores de desarrollos y preparaciones para continuar con la explotación del yacimiento” (Arocutipa, 2015).

3.2.7.4. Relleno

“Se coloca la berma de seguridad luego se procede a realizar el relleno del tajo con desmonte producto de las labores de desarrollo con Scooptram de 6.0 yardas cubicas de capacidad con telemando o Dumper con pistón inyector de 20 tn luego de realizado la limpieza del segundo tramo disparado formando un talud de 45° (ángulo de reposo) una vez concluida la explotación de todos los tramos se completará el relleno en un 95%” (Agreda, 1996), de la excavación mostrado en la Figura 13.



Fuente: Departamento de planeamiento - Mina Animón

Figura 13. Relleno detrítico del tajo explotado

3.2.8. Costos de las operaciones unitarias (ciclo de minado)

“El costo de operación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill obtenidos es de 20.48 US\$/Tn, cuyo resumen de costos de operaciones” (Agreda, 1996) se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10. Resumen de costos de las operaciones con taladros largos

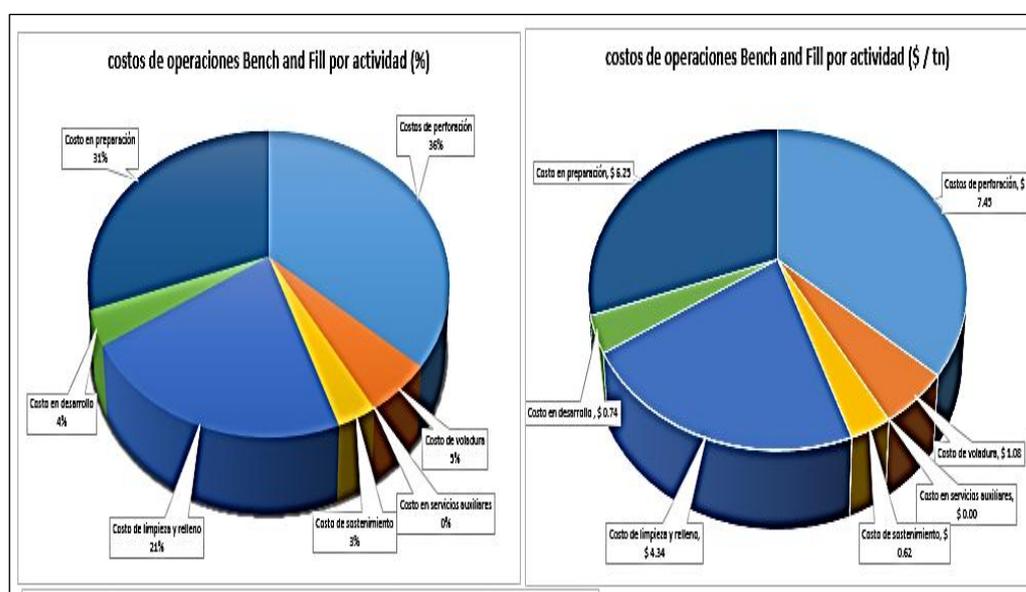
Resumen de costos de operaciones con taladros largos - Bench and Fill actividad (\$ / tn, % /actividad)		
Costos de perforación	7.45	36.38%
Costo de voladura	1.08	5.27%
Costo en servicios auxiliares	0	0.00%
Costo de sostenimiento	0.62	3.03%
Costo de limpieza y relleno	4.34	21.19%
Costo en desarrollo	0.74	3.61%
Costo en preparación	6.25	30.52%
Total	20.48	100.00%

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 1 se muestra:

- “La perforación es de mayor porcentaje (7.45 US\$/tn que representa el 36.38 % del total), este costo es debido al PU de la empresa especializada que cobra por sus servicios”.

- Los costos de voladura son de (1.08 US\$/tn que representa el 5.27% del total).
- En sostenimiento se tiene en ambos métodos similitudes en su costo (0.62 US\$/tn representa el 3.03% del total).
- El costo de limpieza refleja la velocidad y el dinamismo de los taladros largos, es de (4.34 US\$/tn que representa el 21.19% del total).
- El costo en desarrollo es de (0.74 US\$/tn que representa el 3.61% del total).
- La etapa de preparación con (6.25 US\$/tn que representa el 30.52% del total) esto es porque la longitud que se está minando es de 250 m.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Costos de las operaciones unitarias

3.3. RESULTADOS COMPARATIVOS QUE EXISTEN ENTRE MÉTODO DE EXPLOTACIÓN CON TALADROS LARGOS – BENCH & FILL Y BREASTING

3.3.1. Cálculo de avance entre taladros largos - Bench & Fill y Breasting

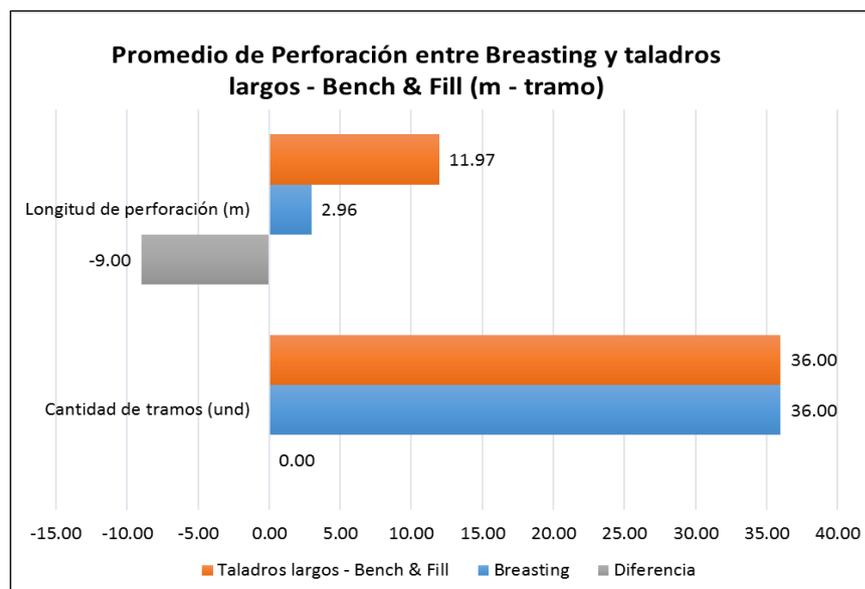
Los datos promedios de avance por tramo que se obtuvieron durante la investigación se observan en la Tabla 11.

Tabla 11. Resultados de la investigación realizada en los 36 tramos (longitud de perforación)

Descripción	Método de explotación		
	Breasting	Taladros largos - Bench & Fill	Diferencia
Cantidad de tramos (und)	36.00	36.00	0.00
Longitud de perforación (m)	2.96	11.97	-9.00

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2 se muestra el promedio de avance que se tiene, la longitud de perforación con el método de explotación con Breasting es de 2.96 m por tramo mientras que con el método de explotación con taladros largos - Bench and Fill es de 11.97 m teniendo una diferencia de 9 m por tramo ejecutado, esto representa un incremento de 304 % más con respecto al método Breasting.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Promedio de perforación entre taladros largos - Bench & Fill y Breasting

3.3.2. Cálculo de Productividad por tramo entre el método de explotación con taladros largos – Bench & Fill y Breasting

La Tabla 12 nos muestra los datos promedios de productividad por tramo que se obtuvieron durante la investigación.

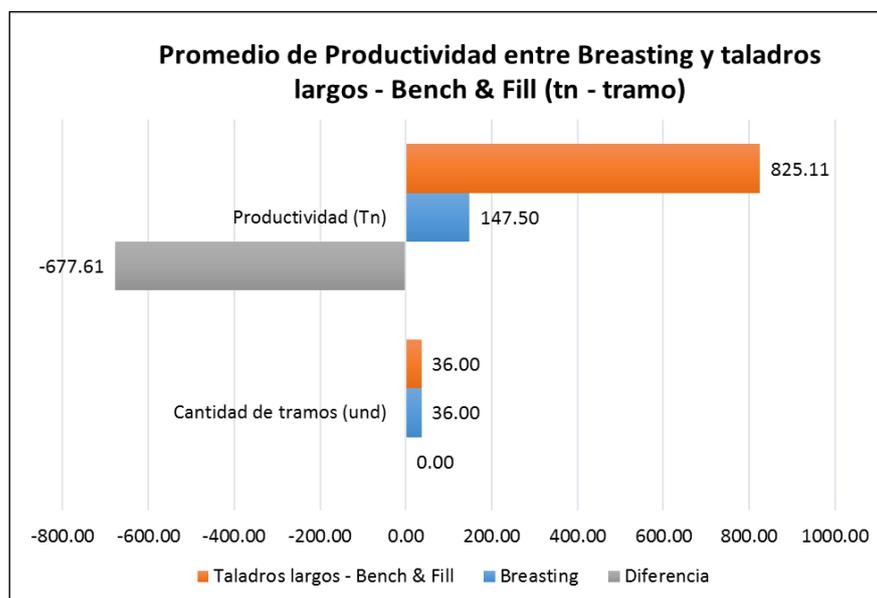
Tabla 12. Resultados de la investigación realizada en los 36 tramos (productividad)

Descripción	Método de explotación		
	Breasting	Taladros largos - Bench & Fill	Diferencia
Cantidad de tramos (und)	36.00	36.00	0.00
Productividad (Tn)	147.50	825.11	-677.61

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 3 se muestra el promedio de productividad que se generó, con el método de explotación con Breasting es de 147.50 tn por tramo mientras que con el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill es de 825.11 tn teniendo una diferencia de 677.61 tn por tramo

ejecutado, la cual representa un incremento de 459 % más con respecto al método Breasting



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. Promedio de productividad entre taladros largos – Bench & Fill y Breasting

3.3.3. Cálculo de costos por tramo entre taladros largos - Bench and Fill y Breasting

Los datos promedios de los costos por tramo que se obtuvieron durante la investigación son mostrados en la Tabla 13.

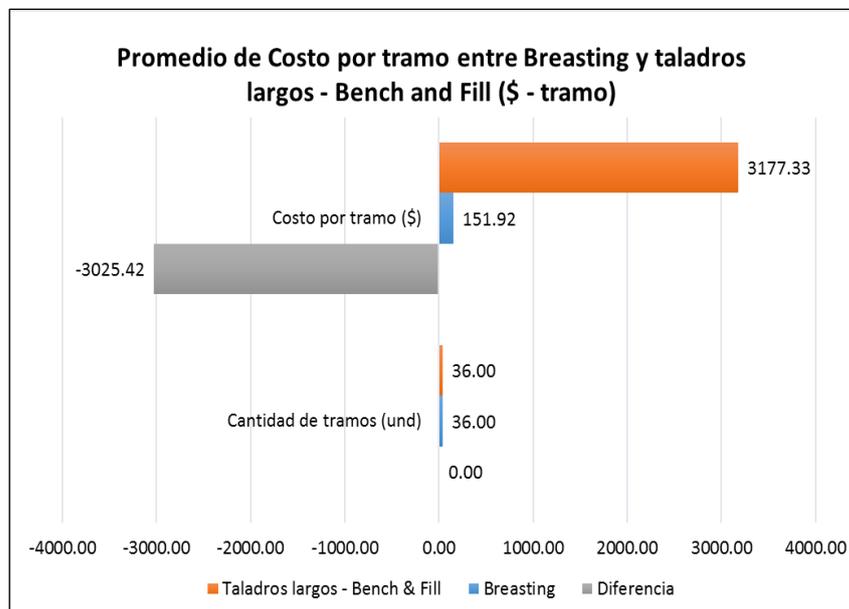
Tabla 13. Resultados en la investigación realizada en los 36 tramos (costos)

Descripción	Método de explotación		
	Breasting	Taladros largos - Bench & Fill	Diferencia
Cantidad de tramos (und)	36.00	36.00	0.00
Costo por tramo (\$)	151.92	3177.33	-3025.42

Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 4 se muestra el promedio de costo que se generó, “Con el método de explotación con Breasting es de \$ 151.92 por tramo mientras que con el método de explotación con taladros largos – Bench

& Fill es de \$ 3177.33 teniendo una diferencia de \$ 3025.42 por tramo ejecutado”(Mina Animón, 2018).



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. Promedio de costos entre taladros largos – Bench & Fill y Breasting

3.3.4. Cálculo de costos generales (\$/tn) entre taladros largos - Bench & Fill y Breasting.

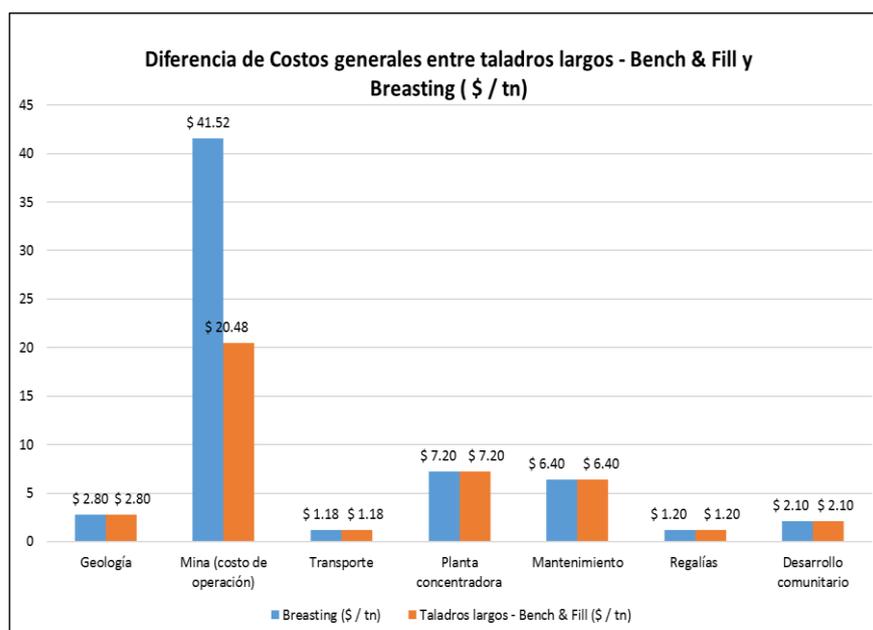
En la Tabla 14 se muestra la diferencia de costos generales entre el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill y Breasting.

Tabla 14. Costos generales (\$/tn) entre taladros largos Bench and Fill y Breasting

Descripción	Método de explotación	
	Taladros largos - Bench & Fill (\$ / tn)	Breasting (\$ / tn)
Geología	2.8	2.8
Mina (costo de operación)	20.48	41.52
Transporte	1.18	1.18
Planta concentradora	7.2	7.2
Mantenimiento	6.4	6.4
Regalías	1.2	1.2
Desarrollo comunitario	2.1	2.1
Costo total de producción	41.36	62.4

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 5 se observa que los mayores costos generados en la explotación de la Veta Gisela se dan en los costos de operación, con el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill es de \$ 41.36 por tonelada, mientras que con el método de explotación con Breasting es de \$ 62.4 por tonelada dándose una diferencia de \$ 21.04 por tonelada.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5. Costos generales (\$/tn) entre taladros largos Bench and Fill y Breasting

3.4. PRUEBA DE NORMALIDAD

Para el análisis de datos del antes y después, se realizaron 36 muestras de longitud de perforación, productividad y costos obtenidos en la Mina Animón.

La prueba de normalidad se hizo en base a Shapiro – Wilk debido a contar con muestras menores de 50 y con la ayuda del software SPSS versión 25 donde se evaluaron los ítems siguientes:

3.4.1. Longitud de perforación

Los datos de 36 muestras de longitud de perforación con los dos métodos de explotación obtenidos durante la investigación son mostrados en la Tabla 15.

Tabla 15. Datos de perforación obtenidos en la investigación

N° de muestras	Método de explotación	
	Breasting	Taladros largos - Bench & Fill
	Longitud de perforación (m)	Longitud de perforación (m)
1	3.00	11.95
2	2.98	11.98
3	2.98	11.90
4	3.00	11.92
5	3.00	11.94
6	3.00	11.98
7	2.98	11.97
8	2.98	12.00
9	3.00	11.99
10	2.98	11.95
11	3.00	11.94
12	3.00	11.99
13	2.98	11.97
14	2.98	11.98
15	2.98	11.94
16	3.00	11.92
17	3.00	11.98
18	3.00	12.00
19	2.98	12.00
20	2.98	11.98
21	3.00	11.95
22	2.98	11.93
23	3.00	11.98
24	3.00	11.97
25	2.98	11.99
26	3.00	11.96
27	2.98	11.94
28	2.98	11.98
29	3.00	11.96
30	2.98	11.97
31	3.00	11.96
32	2.98	11.96
33	2.98	11.99
34	2.00	12.00
35	2.98	11.95
36	3.00	11.98

Fuente: Elaboración propia SPSS

Son 36 pruebas de longitud de perforación realizadas durante la investigación que fueron procesados con la ayuda del SPSS software estadístico como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Prueba de normalidad (longitud de perforación)

Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Breasting Longitud de perforación (m)	0.515	36	0.000	0.195	36	0.208
Taladros largos - Bench & Fill Longitud de perforación (m)	0.165	36	0.015	0.943	36	0.061

Fuente: Elaboración propia SPSS

Los valores son mayores al valor de significancia (como se observa en la Tabla 17), por lo que se acepta que los datos de la longitud de Perforación antes y después provienen de una distribución normal.

Tabla 17. Comparación con el valor de significancia

Normalidad		
0.208	>	0.05
0.061	>	0.05

Fuente: Elaboración propia SPSS

3.4.2. Productividad

Los datos de 36 muestra de productividad con los dos métodos de explotación obtenidos durante la investigación son mostrados en la Tabla 18.

Tabla 18. Datos de productividad obtenidos en la investigación

N° de muestras	Método de explotación	
	Breasting	Taladros largos - Bench & Fill
	Productividad (Tn)	Productividad (Tn)
1	150	821
2	145	821
3	145	811
4	150	809
5	150	823
6	150	802
7	145	826
8	145	834
9	150	825
10	150	836
11	145	829
12	145	822
13	150	819
14	145	840
15	145	837
16	145	810
17	150	835
18	145	820
19	150	828
20	145	831
21	150	819
22	145	834
23	150	829
24	145	822
25	150	834
26	145	836
27	150	819
28	150	825
29	145	828
30	145	833
31	145	809
32	150	818
33	150	836
34	150	824
35	145	832
36	150	827

Fuente: Elaboración propia SPSS

Son 36 pruebas de productividad realizadas durante la investigación que fueron procesados con la ayuda del SPSS software estadístico como se muestra en la Tabla 19.

Tabla 19. Prueba de normalidad (productividad)

Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	E estadístico	gl	Sig.	E estadístico	gl	Sig.
Breasting Productividad (Tn)	0.338	36	0.000	0.638	36	0.065
Taladros largos - Bench & Fill Productividad (Tn)	0.087	36	.200*	0.954	36	0.143

Fuente: Elaboración propia SPSS

Los valores son mayores al valor de significancia (como se muestra en la Tabla 20), se acepta que los datos de productividad antes y después provienen de una distribución normal.

Tabla 20. Comparación con el valor de significancia

Normalidad		
0.065	>	0.05
0.143	>	0.05

Fuente: Elaboración propia SPSS

3.4.3. Costo por tramo

Los datos de 36 muestras de los costos por tramo con los dos métodos de explotación obtenidos durante la investigación son mostrados en la Tabla 21.

Tabla 21. Datos de costos por tramo obtenidos en la investigación

N° de muestras	Método de explotación	
	Breasting	Taladros largos - Bench & Fill
	Costo por tramo (\$)	Costo por tramo (\$)
1	151.35	3177.39
2	152.43	3177.43
3	151.35	3177.41
4	152.43	3177.56
5	152.35	3177.36
6	152.43	3177.09
7	152.43	3177.34
8	151.35	3177.21
9	152.43	3177.45
10	152.43	3177.18
11	152.43	3177.19
12	151.35	3177.66
13	151.35	3177.12
14	151.35	3177.24
15	152.43	3177.33
16	152.43	3177.39
17	152.43	3177.11
18	151.35	3177.43
19	151.35	3177.32
20	152.43	3177.74
21	152.43	3177.46
22	152.43	3177.09
23	151.35	3177.17
24	151.35	3177.81
25	151.35	3177.33
26	151.35	3177.27
27	152.43	3177.04
28	151.35	3177.14
29	151.35	3177.26
30	152.43	3177.41
31	151.35	3177.34
32	151.35	3177.09
33	152.43	3177.24
34	152.43	3177.39
35	151.35	3177.49
36	152.43	3177.51

Fuente: Elaboración propia SPSS

Son 36 pruebas de costos por tramo realizadas durante la investigación que fueron procesados con la ayuda del SPSS software estadístico como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Prueba de normalidad (costo por tramo)

Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Breasting Costo por tramo (\$)	0.326	36	0.000	0.641	36	0.141
Taladros largos - Bench & Fill Costo por tramo (\$)	0.079	36	.200*	0.958	36	0.182

Fuente: Elaboración propia SPSS

Los valores son mayores al valor de significancia (como se observa en la Tabla 23), se acepta que los datos de costo por tramos antes y después provienen de una distribución normal.

Tabla 23. Comparación con el valor de significancia

Normalidad		
0.141	>	0.05
0.182	>	0.05

Fuente: Elaboración propia SPSS

CAPÍTULO IV

4.1. PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Para la prueba de hipótesis se tuvo en cuenta los siguientes parámetros que se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24. Datos para la contratación de Hipótesis

Margen de error	Confiabilidad	Valor Critico	Grado de libertad
0.05	95%	(+/-) 1.6896	35

Fuente: Elaboración propia

Se ha utilizado la tabla de Shapiro Wilk, porque solo se analizará 36 muestras.

4.1.1. Prueba de Hipótesis General

Para la prueba de hipótesis se tendrá en cuenta la relación que existe entre la variable independiente con la variable dependiente.

- **Hipótesis Alterna**

“La aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill influye en la optimización del proceso productivo de la Veta Gisela - Mina Animón – 2018”.

- **Hipótesis Nula**

“La aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill no influye en la optimización del proceso productivo de la Veta Gisela - Mina Animón – 2018”.

La Tabla 25 muestra que no existe ningún dato perdido de los 36 casos evaluadas.

Tabla 25. Resumen de procesamiento de casos

Descripción	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Breasting Longitud de perforación (m)	36	100.0%	0	0.0%	36	100.0%
Taladros largos - Bench & Fill Longitud de perforación (m)	36	100.0%	0	0.0%	36	100.0%

Fuente: Elaboración propia SPSS

“Los resultados estadísticos obtenidos con el programa SPSS, se muestran en la Tabla 26, donde el promedio de longitud de perforación con el método de explotación Breasting es de 2.9 m y con el método de explotación de taladros largos – Bench & Fill es de 11.9 m.”

Tabla 26. Descripción de datos

Descripción	Estadístico	Desv. Error		
Breasting Longitud de perforación (m)	Media	2.9622	0.02754	
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior Limite superior	2.9063 3.0181	
	Media recortada al 5%	2.9894		
	Mediana	2.9800		
	Varianza	0.027		
	Desv. Desviación	0.16525		
	Mínimo	2.00		
	Máximo	3.00		
	Rango	1.00		
	Rango intercuartil	0.02		
	Asimetría	-5.965	0.393	
	Curtosis	35.714	0.768	
	Taladros largos - Bench and Fill Longitud de perforación (m)	Media	11.9653	0.00421
		95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior Limite superior	11.9567 11.9738
Media recortada al 5%		11.9665		
Mediana		11.9700		
Varianza		0.001		
Desv. Desviación		0.02524		
Mínimo		11.90		
Máximo		12.00		
Rango		0.10		
Rango intercuartil		0.03		
Asimetría		-0.627	0.393	
Curtosis		-0.129	0.768	

Fuente: Elaboración propia SPSS

También se obtuvo la variable de Pearson $r = -0.239$ que corresponde a una correlación negativa baja, según se puede apreciar en la Tabla 27

Tabla 27. Correlación de variables Breasting y taladros largos – Bench & Fill (longitud)

Descripción	Correlación	Breasting Longitud de perforación (m)	Taladros largos - Bench & Fill Longitud de perforación (m)
Breasting Longitud de perforación (m)	Correlación de Pearson	1	-0.239
	Sig. (bilateral)		0.161
	N	36	36
Taladros largos - Bench & Fill Longitud de perforación (m)	Correlación de Pearson	-0.239	1
	Sig. (bilateral)	0.161	
	N	36	36

Fuente: Elaboración propia SPSS

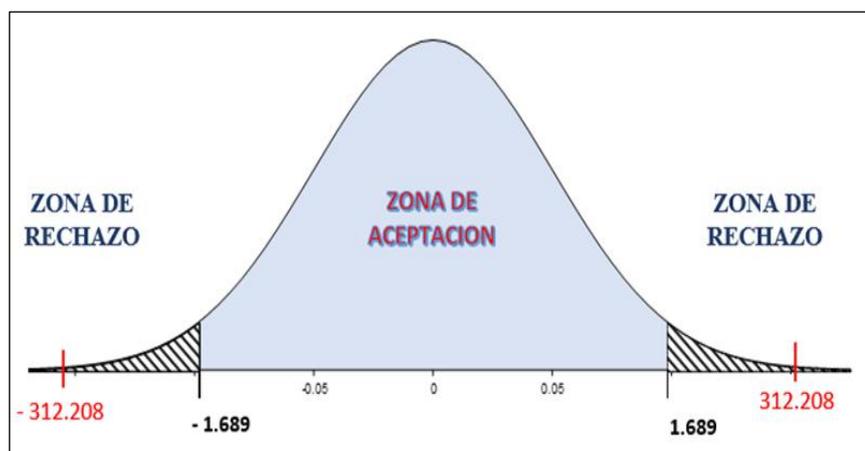
Finalmente se realizó la prueba de T para muestras relacionadas, estos resultados se aprecian en la Tabla 28.

Tabla 28. Prueba de T para muestras emparejadas

Descripción	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior				Superior
Breasting Longitud de perforación Par 1 (m) - Taladros largos - Bench and Fill Longitud de perforación (m)	-9.003	0.173	0.029	-9.062	-8.945	-312.208	35	0.000

Fuente: Elaboración propia SPSS

Analizando en la Campana de Gauss, mostrado en el Gráfico 6, mediante la tabla de cuantiles, se obtuvieron los valores de: $t = -312.208$ con 35 grados de libertad y un valor crítico ± 1.6896 , obtenidos de la tabla t student adjuntado en el Anexo 8.



Fuente: Elaboración propia SPSS

Gráfico 6. Curva de Gauss para hipótesis general

Conclusión: El valor obtenido: $t = -312.208$ está en el área de rechazo por lo tanto se descarta la hipótesis nula, concluyendo con la aceptación de la hipótesis alterna: “La aplicación del método de explotación con

taladros largos - Bench & Fill influye en la optimización del proceso productivo de la Veta Gisela - Mina Animón – 2018”.

4.1.2. Prueba de Hipótesis Específica

- **Hipótesis específica 1**

La relación que existe entre la variable independiente con la dimensión 1 de la variable dependiente.

- **Hipótesis Alterna**

“La aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill influye en la productividad de la Veta Gisela - Mina Animón – 2018.

- **Hipótesis Nula**

“La aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill no influye en la productividad de la Veta Gisela - Mina Animón – 2018.

A continuación, La Tabla 29 muestra que no existe ningún dato perdido de los 36 casos evaluados.

Tabla 29. Resumen de procesamiento de casos

Descripción	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Breasting Productividad (Tn)	36	100.0%	0	0.0%	36	100.0%
Taladros largos - Bench & Fill Productividad (Tn)	36	100.0%	0	0.0%	36	100.0%

Fuente: Elaboración propia SPSS

Los resultados estadísticos obtenidos con el programa SPSS, se muestran en la Tabla 30, donde el promedio de productividad con el método de explotación Breasting es de 147.5 tn y con el método de explotación de taladros largos – Bench & Fill es de 825.1 tn.

Tabla 30. Descripción de datos

Descripción	Estadístico	Desv. Error		
Breasting Productividad (Tn)	Media	147.50	0.423	
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	146.64	
		Limite superior	148.36	
	Media recortada al 5%		147.50	
	Mediana		147.50	
	Varianza		6.479	
	Desv. Desviación		2.535	
	Mínimo		145	
	Máximo		150	
	Rango		5	
	Rango intercuartil		5	
	Asimetría		0.000	0.393
	Curtosis		2.121	0.768
	Taladros largos - Bench & Fill Productividad (Tn)	Media	825.11	1.537
95% de intervalo de confianza para la media		Limite inferior	821.99	
		Limite superior	828.23	
Media recortada al 5%			825.47	
Mediana			825.50	
Varianza			85.073	
Desv. Desviación			9.224	
Mínimo			802	
Máximo			840	
Rango			38	
Rango intercuartil			15	
Asimetría			-0.587	0.393
Curtosis			-0.147	0.768

Fuente: Elaboración propia SPSS

También se obtuvo la variable de Pearson $r = -0.141$ que corresponde a una correlación negativa muy baja, según se puede apreciar en la Tabla 31.

Tabla 31. Correlación de variables Breasting y taladros largos – Bench & Fill (Productividad)

Descripción	Correlación	Breasting Productividad (Tn)	Taladros largos - Bench & Fill Productividad (Tn)
Breasting Productividad (Tn)	Correlación de Pearson	1	-0.141
	Sig. (bilateral)		0.414
	N	36	36
Taladros largos - Bench & Fill Productividad (Tn)	Correlación de Pearson	-0.141	1
	Sig. (bilateral)	0.414	
	N	36	36

Fuente: Elaboración propia SPSS

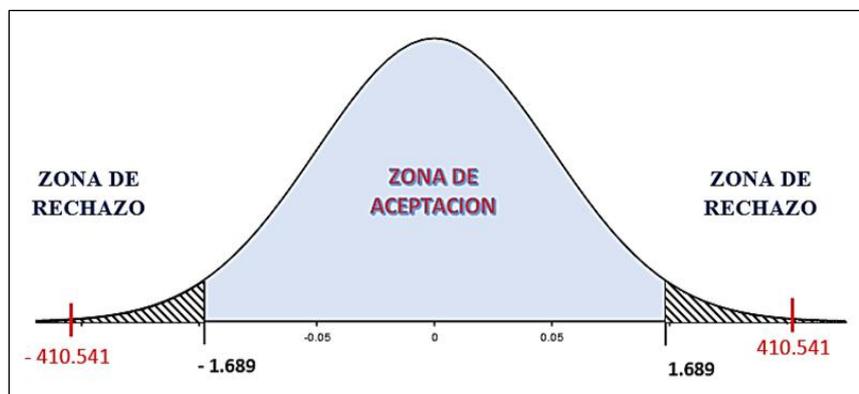
Finalmente se realizó la prueba de T para muestras relacionadas, estos resultados se aprecian en la Tabla 32

Tabla 32. Prueba de T para muestras emparejadas

Descripción	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Breasting Productividad (Tn) - Taladros largos - Bench & Fill Productividad (Tn)	-677.611	9.903	1.651	-680.962	-674.260	-410.541	35	0.000

Fuente: Elaboración propia SPSS

Analizando en la Campana de Gauss del Gráfico 7, mediante la tabla de cuantiles, se obtuvieron los valores de: $t = -410.541$ con 35 grados de libertad y un valor crítico ± 1.6896 . obtenidos de la tabla t student adjuntado en el Anexo 8.



Fuente: Elaboración propia SPSS

Gráfico 7. Curva de Gauss para hipótesis 1

Conclusión: El valor obtenido $t = -410.541$ está en el área de rechazo por lo tanto se descarta la hipótesis nula, concluyendo con la aceptación de la hipótesis alterna: “La aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill influye en la productividad de la Veta Gisela - Mina Animón – 2018”

- **Hipótesis específica 2**

Se muestra la relación entre la variable independiente con la dimensión 2 de la variable dependiente.

- **Hipótesis Alterna**

“La aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill influye en los costos de producción de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018”.

- **Hipótesis Nula**

“La aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill no influye en los costos de producción de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018”.

Luego A continuación, La Tabla 33 muestra que no existe ningún dato perdido de los 36 casos evaluados.

Tabla 33. Resumen de procesamiento de casos

Descripción	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Breasting Costo por tramo (\$)	36	100.0%	0	0.0%	36	100.0%
Taladros largos - Bench and Fill Costo por tramo (\$)	36	100.0%	0	0.0%	36	100.0%

Fuente: Elaboración propia SPSS

Los resultados estadísticos obtenidos con el programa SPSS, se muestran en la Tabla 34, donde el promedio de costo con el método de explotación Breasting es de 151.9 \$ y con el método de explotación de taladros largos – Bench & Fill es de 3177.3 \$.

Tabla 34. Descripción de datos

Descripción	Estadístico	Desv. Error		
Breasting Costo por tramo (\$)	Media	151.9178	0.09081	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	151.7334	
		Límite superior	152.1021	
	Media recortada al 5%	151.9209		
	Mediana	152.3900		
	Varianza	0.297		
	Desv. Desviación	0.54484		
	Mínimo	151.35		
	Máximo	152.43		
	Rango	1.08		
	Rango intercuartil	1.08		
	Asimetría	-0.114	0.393	
	Curtois	-2.105	0.768	
Taladros largos - Bench and Fill Costo por tramo (\$)	Media	3177.3331	0.03068	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3177.2708	
		Límite superior	3177.3953	
	Media recortada al 5%	3177.3233		
	Mediana	3177.3350		
	Varianza	0.034		
	Desv. Desviación	0.18411		
	Mínimo	3177.04		
	Máximo	3177.81		
	Rango	0.77		
	Rango intercuartil	0.25		
	Asimetría	0.619	0.393	
	Curtois	0.309	0.768	

Fuente: Elaboración propia SPSS

También se obtuvo la variable de Pearson $r = -0.06$ que corresponde a una correlación negativa muy baja, según se puede apreciar en la Tabla 35

Tabla 35. Correlación de variables Breasting y taladros largos - Bench & Fill (Costo por tramo)

Descripción	Correlación	Breasting Ganancia por tramo (\$)	Taladros largos - Bench and Fill Costo por tramo (\$)
Breasting Costo por tramo (\$)	Correlación de Pearson	1	-0.060
	Sig. (bilateral)		0.972
	N	36	36
Taladros largos - Bench & Fill Costo por tramo (\$)	Correlación de Pearson	-0.060	1
	Sig. (bilateral)	0.972	
	N	36	36

Fuente: Elaboración propia SPSS

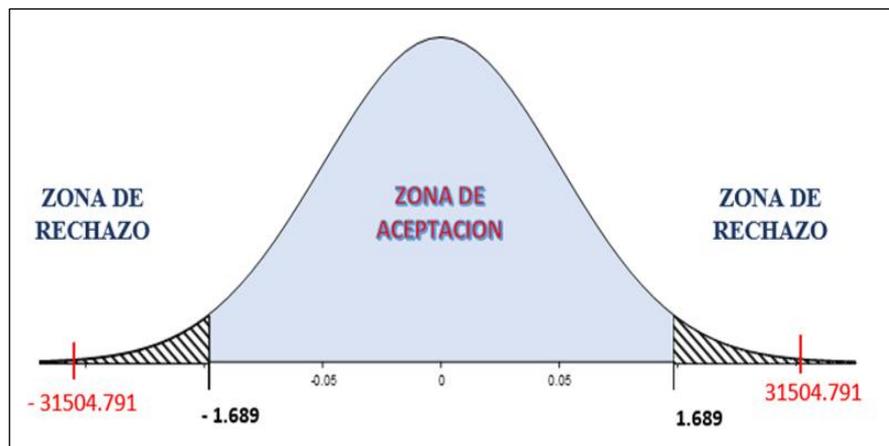
Finalmente se realizó la prueba de T para muestras relacionadas, estos resultados se aprecian en la Tabla 36.

Tabla 36. Prueba de T para muestras emparejadas

Descripción	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Breasting costos por tramo (\$) - Taladros largos - Bench and Fill costo por tramo (\$)	-3025.415	0.576	0.096	-3025.610	-3025.220	-31504.791	35	0.000

Fuente: Elaboración propia SPSS

Analizando en la Campana de Gauss Grafico N° 8 mediante la tabla de cuantiles, se obtuvieron los valores de: $t = -31504.791$ con 35 grados de libertad y un valor crítico ± 1.6896 , obtenidos de la tabla t student adjuntado en el Anexo 8.



Fuente: Elaboración propia SPSS

Gráfico 8. Curva de Gauss para hipótesis 2

Conclusión: El valor obtenido: $t = -31504.791$ está en el área de rechazo por lo tanto se descarta la hipótesis nula, concluyendo con la aceptación de la hipótesis alterna: “La aplicación del método de explotación con taladros largos - Bench & Fill influye en los costos de producción de la Veta Gisela - Mina Animón -2018.”

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El método de explotación con taladros largos Bench & Fill muestra resultados relevantes y contundentes en la optimización del proceso productivo de la veta Gisela como se muestra a continuación: un incremento de 304 % de avance en promedio (longitud de perforación de 2.96 m a 11.97 m por tramo), 459 % más promedio de productividad (147.50 tn a 825.11 tn por tramo). Siendo el método de explotación por taladros largos – Bench & Fill es el de menor costo de inversión y menos tiempo de ejecución. con respecto al método Breasting.

Jorquera (2015). En su tesis “Método de explotación bench & fill y su aplicación en minera Michilla” de la Universidad de Chile menciona que, “de acuerdo a la metodología planteada, se estima el costo por tonelada Bench & Fill fue de 34,3 US\$/ton asociados al método. Al tomar en cuenta el plan minero proporcionado, se obtiene un costo total de desarrollo para el sector de 18,46 [MUS\$], siendo comparable de manera favorable con el cut & fill post room and pillar (46,5 [US\$/ton] y 31,2

[MUS\$] respectivamente). la cual en esta investigación se obtuvo resultados similares ya que con el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill fue de 20.48 US\$/ton en comparación con el método de explotación con Breasting de 41.52 US\$/ton en costo de operaciones, los costos generales fueron de 41.36 US\$/ton con el método de explotación de taladros largos - Bench & Fill y 62.4 US\$/ton y con el método de explotación con Breasting respectivamente. Es así como se concluye que el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill resulta ser atractivo de acuerdo a los objetivos planteados, proporcionando menores costos que el actual Breasting y a su vez mejorando la seguridad del personal presente en la mina”.

CONCLUSIONES

1. “Se concluye que el método de explotación propuesto con taladros largos – Bench & Fill a comparación con el método de explotación con Breasting, refleja un incremento promedio de avance de un 30.4%”. (9 m más que la longitud de perforación anterior de 2.96 m).
2. “Con el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill se incrementó en promedio la productividad en un 459 % por tramo ejecutado (677.61 tn más que el anterior de 147.50 Tn)”.
3. “Los costos generados en la explotación de la Veta Gisela se dan en los costos de operación, con el método de explotación con taladros largos - Bench & Fill es de \$ 41.36 por tonelada, mientras que con el método de explotación con Breasting es de \$ 62.4 por tonelada dándose una diferencia de \$ 21.04 por tonelada Siendo el método de explotación por taladros largos – Bench & Fill es el de menor costo de inversión y menos tiempo de ejecución”.

RECOMENDACIONES

1. “El método de minado por Taladros largos – Bench & Fill es un método que requiere velocidad en el ciclo de minado en la limpieza y relleno para asegurar su estabilidad”.
2. “Se debe realizar evaluaciones in situ del comportamiento de las excavaciones cercanas a dicho tajo conforme avance su explotación, debido que van ser afectados en su estabilidad por reordenamiento de esfuerzos”.
3. “El método de explotación por taladros largos - Bench & Fill presenta oportunidades de mejoras, por el mismo hecho de su reducción de costos en su etapa de explotación, se recomienda seguir trabajando para poder reducir costos en las operaciones unitarias, lo cual se logrará realizando seguimientos en sus ciclos de operaciones”.
4. “Para los siguientes subniveles de explotación. Existen labores que no tenían centrada la veta en la galería, por lo que se recomienda excavar los subniveles teniendo en cuenta que la veta en lo posible debe quedar al centro de la galería, para facilitar la perforación de taladros largos”.
5. “Modificar diseños de la malla de perforación y marcar el baricentro a 1.50 m, para reducir la desviación de los taladros y así mejorar la granulometría de la voladura”.

BIBLIOGRAFÍA

- Agreda, C. (1996). *Operaciones mineras Unitarias de perforacion y voladura de rocas*.
- Ames, V. (2012). *Perforacion y Volaadura de Rocas I*.
- Arocutipa, F. (2015). *Tesis titulado: "Alternativa de Construcción de Chimeneas con el Sistema Plataforma y Escalera Metálica P.E.M Vs. Convencional con puntales de madera, E.E. AESA S.A.C Mina San Rafael"*. Arequipa, Perú.: Facultad de Geología, Geofísica y Minas Escuela Profesional de Ingeniería de Minas. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- ATR Contratista, S. (2008). *Gestion de Seguridad y salud*.
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforación y voladura de rocas en minería*.
- Bieniawski. (1989). *Sistema de clasificación geomecánica (RMR)*. Obtenido de <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/mecanica-de-rocas/clasificacion-rmr/>
- Carranza, J. (2015). *Tesis: "Mejoramiento en el diseño de chimeneas en minería subterránea con el uso del sistema P.E.M. en la unidad de producción minera Troy S.A.C"*. Perú.
- Contratista, A., & S.A.C. (Enero 2008). *Especificaciones técnicas en la ejecución de chimeneas con el sistema PEM*.
- EXSA. (2014). *Manual Practico de Voladura*. Lima.
- Hoek, & Brown. (1985). *Excavaciones subterranas de roca*. Me Graw Hill.

- Jorquera, M. (2015). *Tesis: "Método de explotación bench & fill y su aplicación en minera Michilla"*. Universidad de Chile.
- Lopez, C., Lopez, E., Ortiz, F., & Pernia, J. (2011). *Manual de Perforacion y Voladura de Rocas*. Instituto Geologico Minero España.
- Lopez, J. (2009). *Manual de perforacion y voladura de rocas*.
- Marcañaupa, R. y. (2012). *Tesis titulado: "Implementación de chimeneas con el sistema de plataformas y escaleras metálicas en la unidad de producción Mallay en la Cía. de minas Buenaventura S.A.A"* . Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Rivero, V. (2008). *"Evaluación Geomecánica de Estrategias de Socavación en Minería Subterránea"* . Tesis de grado, Universidad de Chile.
- Taípe, A. (2003). *Convención minera "Especificación Técnicas De Chimeneas Con El Sistema P.E.M."*. *Se mostró que la ejecución de chimeneas con el sistema P.E.M.*
- Taípe, A. (2004). *Encuentro nacional de contratistas Mineros. "Calidad y seguridad para una mejor productividad"*.
- Taípe, A. (2008). *Chimeneas con el sistema PEM*.
- Victor, A., & Gilmar, L. (2006). *Perforacion y voladura de rocas*.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

"INFLUENCIA DEL METODO DE EXPLOTACION CON TALADROS LARGOS - BENCH & FILL EN LA OPTIMIZACION DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA VETA GISELA - MINA ANIMON - 2018"

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES			MUESTRA	DISEÑO
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE	DIMENSION	INDICADORES		
¿Cómo influye el método de explotación con taladros largos-bench & fill en la optimización del proceso productivo en la Veta Gisela - Mina Animón - 2018?	Determinar cómo influye el método de explotación con taladros largos-bench & fill en la optimización del proceso productivo en la Veta Gisela - Mina Animón - 2018	La aplicación del método de explotación con taladros largos-bench & fill influye en la optimización del proceso productivo en la Veta Gisela - Mina Animón - 2018	METODO DE EXPLOTACION CON TALADROS LARGOS-BENCH AND FILL	Condición Geologica	Analisis geomecanico	Población: Veta Karina, Veta Gisela, Veta Ramal Piso 3 y Veta Split Carmen	Metodo: Aplicada
					Geometria del yacimiento del mineral		
					Distribucion de leyes		
				Diseño de minado	Reservas del mineral		
					Malla		
					Perforacion (m)		
					Voladura		
Problema Especificos	Objetivo Especificos	Hipotesis Especificos	DEPENDIENTE				
¿Cómo influye el método de explotación con taladros largos-bench & fill en la productividad de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018?	Establecer cómo influye el método de explotación con taladros largos-bench & fill en la productividad de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018	La aplicación del método de explotación con taladros largos-bench & fill influye en la productividad de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018	PROCESO PRODUCTIVO	Productividad	Tonelaje	Muestra: Veta Gisela	Nivel de Investigación: Descriptivo - explicativo
					Volumen		
¿Cómo influye el método de explotación con taladros largos-bench & fill en los costos de producción de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018?	Establecer cómo influye el método de explotación con taladros largos-bench & fill en los costos de producción de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018	La aplicación del método de explotación con taladros largos-bench & fill influye en los costos de producción de la Veta Gisela - Mina Animón - 2018		Costos	\$/ Tn		

Fuente : Elaboración propia

Anexo 2. Validación de datos

FORMATO DE VALIDACION POR EXPERTOS

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto): QUINTEROS FUENTES RIVERA HELDER
 1.2. Grado Académico:
- 1.3. Profesión: INGENIERO DE MINAS
 1.4. Institución donde labora: G. M. CH.
 1.5. Cargo que desempeña: SUPERINTENDENTE DE MINA
 1.6. Denominación del Instrumento:
INILUACIÓN DEL PÉTRIDO DE EXPLOTACIÓN CON TALADROS LARGOS -
BENCH AND FILE EN LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL VFR 6150
 1.7. Autor del instrumento: RUBEN NASTARES HUAMAN

II. VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
		1	2	3	4	5
1. CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión					X
2. OBJETIVIDAD	Están expresados en conductas observables, medibles				X	
3. CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría				X	
4. COHERENCIA	Existe relación de los contenidos con los indicadores de la variable				X	
5. PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados				X	
6. SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento				X	
SUMATORIA PARCIAL					5	1
SUMATORIA TOTAL		06				

III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

3.1. Valoración total cuantitativa: 06

3.2. Opinión: FAVORABLE DEBE MEJORAR
NO FAVORABLE

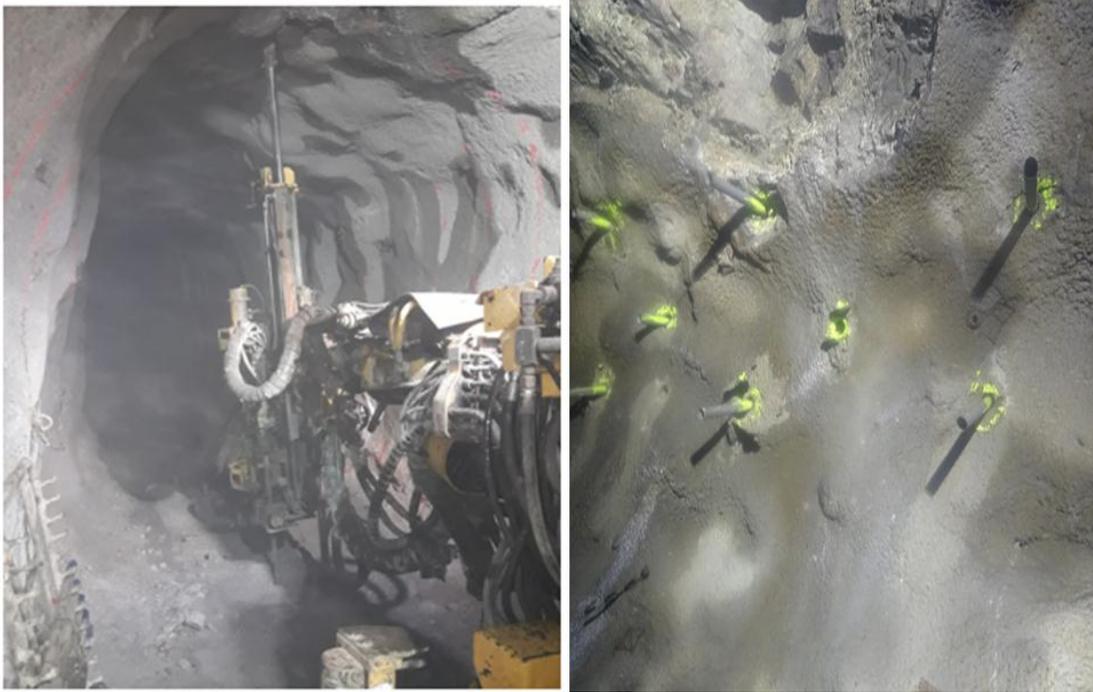
3.3. Observaciones:

Cerro de Pasco, 10 de Diciembre de 2018


Firma

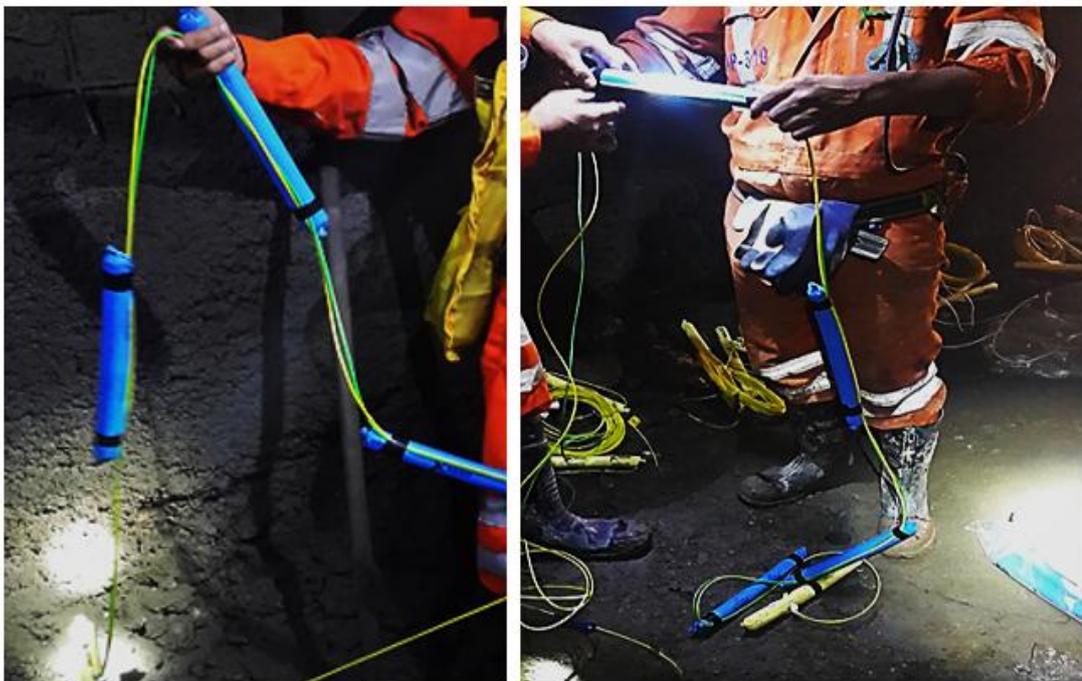
Fuente: Superintendencia Mina Animón

Anexo 3. Reporte fotográfico de perforación



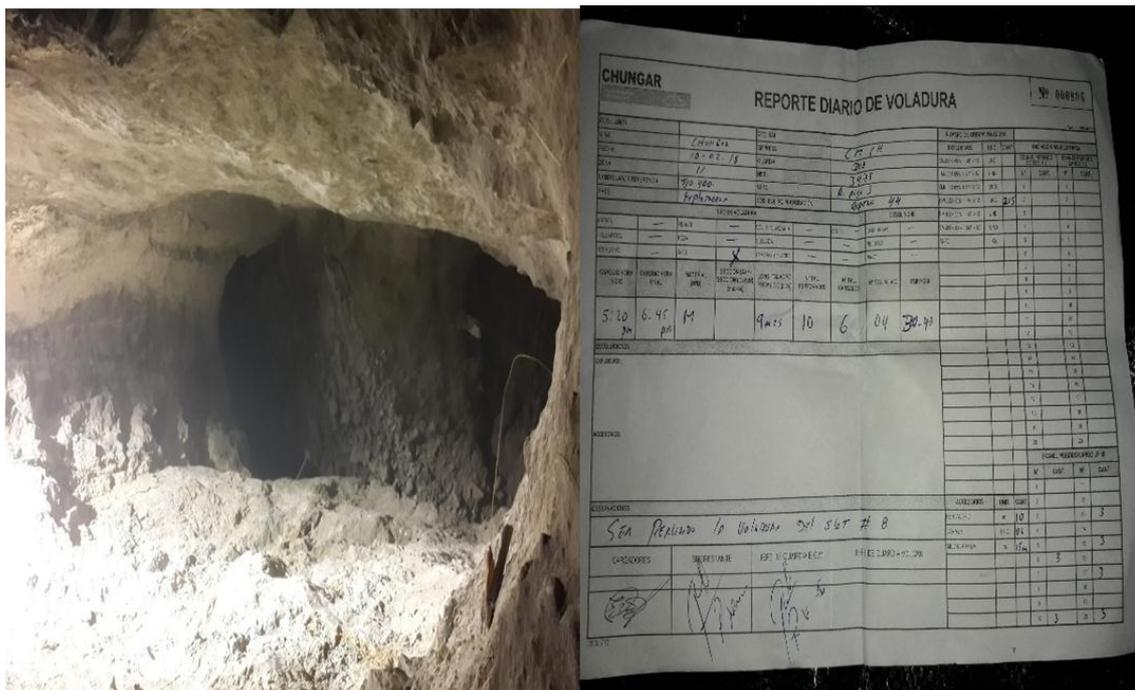
Fuente elaboración propia

Anexo 4. Proceso de carguío de taladros



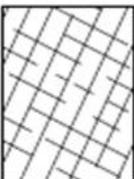
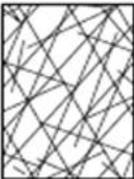
Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Resultado de la voladura por sección



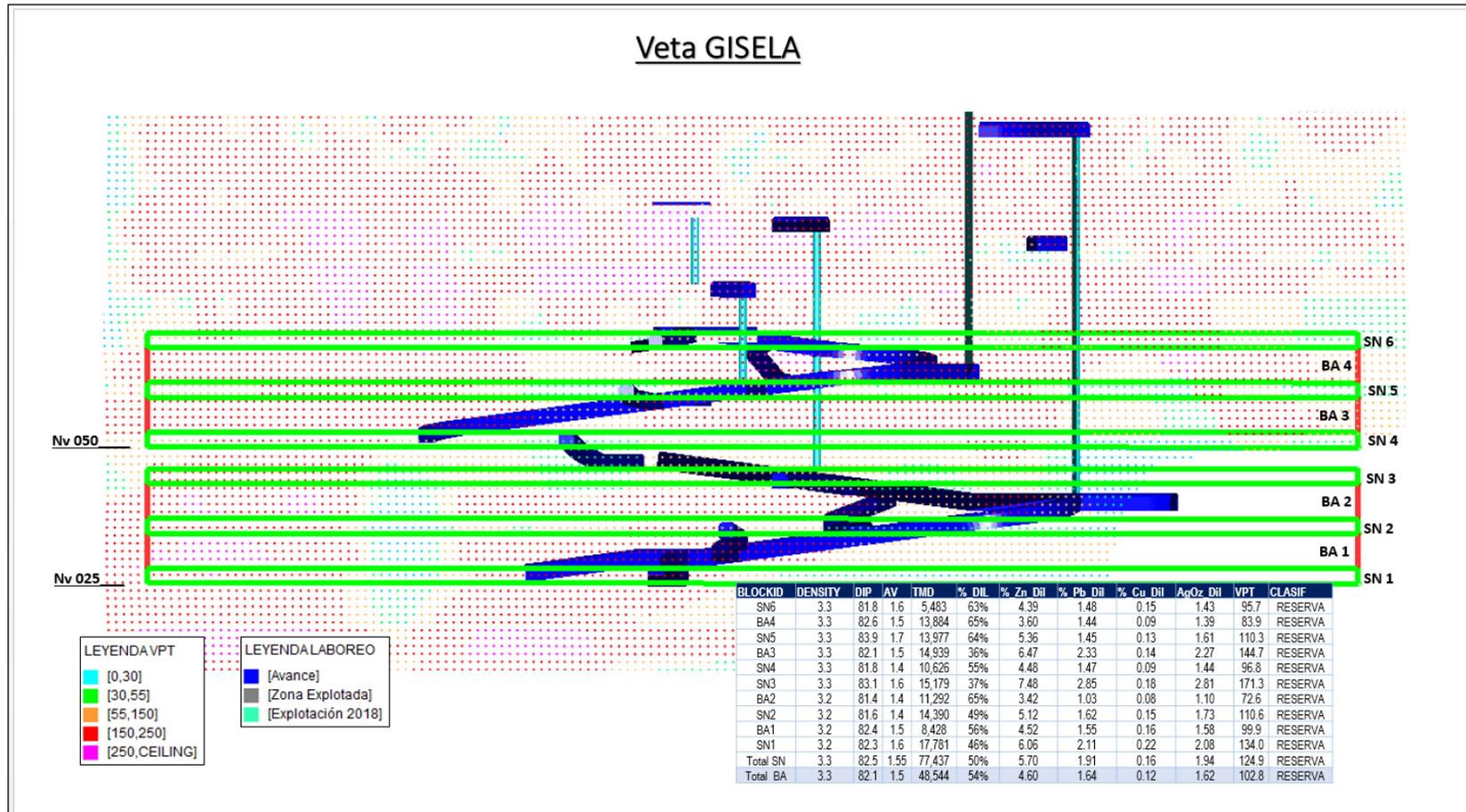
Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Tabla geomecánica de la unidad minera Animón

SOSTENIMIENTO SEGUN GSI (MODIFICADO) Y RMR LABOR TEMPORAL. SECCION 3.5 A 6.0 mts.			
A	PERNO DE FRICCION 7" OCASIONALES O SIST. 2.0 X 2.0 m.		
B	SHOTCRETE ESTRUCTURAL 1.5" - PERNOS DE FRICCION 7" SIST. 2.0 X 2.0 m. O MALLA + PERNOS DE FRICCION. 7" SIST. 1.5 X 1.5 m.		
C	SHOTCRETE ESTRUCTURAL 2" - PERNOS DE COMP. 7" SIST. 1.8 X 1.8 m. O MALLA + PERNOS DE COMP. 7" SIST. 1.5 X 1.5 m.		
D	SHOTCRETE ESTRUCTURAL 2" - PERNOS DE COMP. 7" SIST. 1.5 X 1.5 m.		
E	SHOTCRETE ESTRUCTURAL 2" - PERNOS DE COMP. 7" SIST. 1.2 X 1.2 m.		
F	SHOTCRETE ESTRUCTURAL 2" + MALLA + PERNOS DE COMP. 7" SIST. 1.0 X 1.0 m. + SHOTCRETE ESTRUCTURAL 1".		
ESTRUCTURA		CONDICION SUPERFICIAL (RESISTENCIA)	
		REGULAR (MODER. RESIST., LEVE A MODER. ALTER.) DISC. LIG. RUGOSAS (3), RELLENO DURO >5mm (2) MOD. AL.T. (3), ABIERTA 0.01a1mm (4), PERS. 3a10m (2) (SE ROMPE CON 1 ó 2 GOLPES DE BARRETILLA) (7) (Rc 50 A 100MPa)	
		POBRE (BLANDA, MUY ALTERADA) DISC. LISAS (1), RELL. BLANDO <5mm ó DURO >5mm (2) MOD. AL.T. (1), ABIERTO 1a5mm (1), PERS. 10a20m (1) (SE INDENTA SUPERFICIALMENTE) (4) (Rc 25 a 50 MPa)	
		MUY POBRE (MUY BLANDA, EXTREMAD. ALTERADA) SUPERFICIE PUJUDA, FALLA (0), RELL. BLANDO >5mm (0) DESCOMPUESTO (0), ABER >5mm (0), PERS. >20m (0) (SE INDENTA MAS DE 5 mm.) (0 a 2) (Rc 5 A 25 MPa)	
	MODERADAMENTE FRACTURADA. MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES. (RQD 50 - 75), esp. 0.2 a 0.6 m. (6 a 12 fracturas/m2).	65 (A) 50 F/R	55 (A) 40 F/P
	MUY FRACTURADA. MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS, FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD 25 - 50) espaciados 0.06 a 0.2 m. (12 a 20 Fracturas/m2).	(A) ME/R (B)	(B) ME/P (C) ME/MP (D)
	INTENSAMENTE FRACTURADA. PLEGAMIENTO Y/O FALLAMIENTO, CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERSEPTADAS, FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES. (RQD 0 - 25) espaciados 0.06 a 0 m. (Más de 20 Fracturas/m2.)	(B) IF/R (C)	(C) IF/P (D) IF/MP (E)
	TRITURADA O BRECHADA. LIGERAMENTE TRABAJA. MASA ROCOSA EXTREMADAMENTE ROTA CON UNA MEZCLA DE FRAGMENTOS FACILMENTE DISGREGABLES, ANGULOSOS Y REDONDEADOS. (SIN RQD).	(F) T/P (E)	(F) T/MP (E)

Fuente: Geomecánica Mina Animón

Anexo 7. Veta Guisela



Fuente: Área de planeamiento mina Animón

Anexo 8. Tabla de t student

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6550
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079

Fuente elaboración propia