

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Análisis de la desviación de taladros largos en la veta  
Huancapeti, nivel 12, y su influencia en los  
parámetros operacionales de la mina Caridad -  
Compañía Minera Lincuna, 2024**

Maxs David Portillo Cardenas

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



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

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Ing. Javier Carlos Córdova Blancas  
Asesor de tesis  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis  
**FECHA** : 23 de Agosto de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor de tesis:

**Título:**

"Análisis de la Desviación de Taladros Largos en la Veta Huancapeti, Nivel 12 y su Influencia en los Parámetros Operacionales de la Mina Caridad - Compañía Minera Lincuna, 2024"

**Autores:**

1. Maxs David Portillo Cardenas – EAP. Ingeniería de Minas

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores  
Nº de palabras excluidas :10 SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

## **ASESOR**

Ing. Javier Córdova Blancas

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a mis padres: Máximo David Portillo Galvez (Q.E.P.D.) y Lucia Teodora Cardenas Bujaico.

A a mi adorada esposa: Judy Marlet Vasquez Justano.

A mis hijos: Gabriel Fernando Portillo Cerron y Ariana Alejandra Muñoz Vasquez, por su constante apoyo y estar siempre conmigo.

Asimismo, a mi asesor: Ing. Javier Córdova Blancas por su apoyo constante durante la realización de la presente tesis.

A la plana docente de la EAP minas de la Universidad Continental por su sabia formación académica.

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Judy y mis amados hijos: Gabriel y Ariana, por ser el soporte emocional y el amor que me brindan día a día, su constante sentimiento de cariño que me brindan día a día son mi motor de crecimiento profesional, personal y familiar.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ASESOR-----	1
AGRADECIMIENTO-----	5
DEDICATORIA-----	6
ÍNDICE DE CONTENIDO-----	7
ÍNDICE DE TABLAS-----	9
ÍNDICE DE FIGURAS-----	10
RESUMEN-----	12
ABSTRACT-----	13
INTRODUCCIÓN-----	14
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO-----	15
1.1. Planteamiento y formulación del problema-----	15
1.1.1. Planteamiento del problema-----	15
1.1.2. Formulación del problema-----	15
1.2. Objetivos-----	16
1.2.1. Objetivo general-----	16
1.2.2. Objetivos específicos-----	16
1.3. Justificación e importancia-----	17
1.3.1. Justificación social - práctica-----	17
1.3.2. Justificación académica-----	17
1.4. Hipótesis de la investigación-----	17
1.4.1. Hipótesis general-----	17
1.4.2. Hipótesis específicas-----	17
1.5. identificación de las variables-----	18
1.5.1. Variable independiente-----	18
1.5.2. Variable dependiente-----	18
1.5.3. Matriz de operacionalización de variables-----	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO-----	20
2.1 Antecedentes del problema-----	20
2.1.1 Antecedentes internacionales-----	20
2.1.2 Antecedentes nacionales-----	20
2.2 generalidades de la unidad minera Huancapetí-----	21
2.2.1 Ubicación de la mina Caridad-----	21
2.2.2 Accesibilidad a la unidad minera-----	22
2.3 Geología General-----	22

2.3.1 Geología regional-----	22
2.3.2 Geología local-----	25
2.3.3 Mineralización -----	26
2.4 Geomecánica de la mina Caridad-----	26
2.5 Consideraciones operacionales de la mina caridad-----	29
2.5.1 Descripción del método de minado-----	30
2.6 Bases teóricas -----	33
2.6.1 Desviación de taladros largos-----	34
2.6.2 Equipos para control de desviación de taladros largos -----	34
2.6.3 Producción asociada a la mina Caridad -----	35
2 Númeración oculta – Estilo Título 2-----	38
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN -----	39
3.1 Método y alcances de la investigación -----	39
3.1.1 Método de la investigación -----	39
3.1.2 Alcances de la investigación-----	40
3.2 Diseño de la investigación -----	40
3.3 Población y muestra-----	40
3.3.1 Población -----	40
3.3.2 Muestra -----	40
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos-----	40
3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos -----	40
3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos-----	40
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	41
4.1 Parámetros operacionales -----	41
4.2 Análisis de los parámetros operacionales – mina Caridad -----	46
4.3 Análisis de la granulometría post voladura-----	58
4.4 Análisis del rendimiento de equipos de acarreo -----	70
4.5 Validación de las hipótesis planteadas -----	72
CONCLUSIONES -----	77
RECOMENDACIONES -----	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	81
ANEXOS -----	82



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables .....	18
Tabla 2. Acceso a la mina .....	22
Tabla 3. Principales sistemas de diaclasas .....	27
Tabla 4. Principales sistemas de fallas .....	27
Tabla 5. Clasificación RMR 89 Bieniawsky (Romana 2000) .....	29
Tabla 6. Parámetros geomecánicos en mina Caridad.....	29
Tabla 7. Parámetros del método de minado, Compañía Minera Lincuna .....	31
Tabla 8. Producción asociada a la mina Caridad de Compañía Minera Lincuna .....	36
Tabla 9. Sobre excavación permisible en la UM Huancapetí.....	38
Tabla 10. Parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, mes de enero .....	47
Tabla 11. Parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, mes de febrero .....	49
Tabla 12. Resumen de parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, periodo enero - febrero .....	51
Tabla 13. Parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, mes de marzo .....	53
Tabla 14. Parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, mes de abril .....	55
Tabla 15. Resumen de parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, periodo marzo - abril .....	57
Tabla 16. Pasante de la granulometría Tj 9653 – escenario base .....	61
Tabla 17. Pasante de la granulometría Tj 9653 – escenario optimizado .....	63
Tabla 18. Pasante de la granulometría Tj 9790 – escenario base .....	65
Tabla 19. Pasante de la granulometría Tj 9790 – escenario optimizado .....	68
Tabla 20. Resumen del análisis de la granulometría Tj 9653.....	69
Tabla 21. Resumen del análisis de la granulometría Tj 9790.....	69
Tabla 22. Resumen del análisis de la granulometría – escenario base.....	70
Tabla 23. Resumen del análisis de la granulometría – escenario optimizado .....	70
Tabla 24. Análisis de la capacidad efectiva, Tj 9653.....	71
Tabla 25. Análisis de la capacidad efectiva, Tj 9790.....	71
Tabla 26. Resumen del análisis de la capacidad efectiva .....	72
Tabla 27. Validación de los parámetros operacionales .....	73
Tabla 28. Validación de análisis de la granulometría en los tajos Tj 9653 y 9790.....	74
Tabla 29. Validación del análisis de la capacidad efectiva, scoops de 4.2 yd <sup>3</sup> .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la mina Caridad.....	22
Figura 2. Perfil geológico en la UM Huancapetí.....	23
Figura 3. Geología de la unidad minera Huancapetí.....	24
Figura 4. Geología local en la mina Caridad.....	25
Figura 5. Mineralización en la mina Caridad.....	26
Figura 6. Sistema de diaclasas en la unidad minera.....	27
Figura 7. Sistema de fallas mina Caridad.....	28
Figura 8. Perfil operacional de la mina Caridad.....	30
Figura 9. Secuencia del método SLS.....	31
Figura 10. Desviación de taladros largos.....	34
Figura 11. Equipo Devishot, para desviación de taladros largos.....	35
Figura 12. Equipo PeeWee, para desviación de taladros largos.....	35
Figura 13. Incremento del tamaño de la granulometría, Tj 9653.....	37
Figura 14. Incremento del tamaño de la granulometría, Tj 9790.....	37
Figura 15. Geomecánica del Tj 9653 de la veta Huancapetí, mina Caridad.....	42
Figura 16. Longitud de perforación, veta Huancapetí, mina Caridad.....	44
Figura 17. Longitud de perforación, veta Huancapetí, mina Caridad.....	45
Figura 18. Resultados post voladura con taladros largos, veta Huancapetí, mina Caridad.....	46
Figura 19. Relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, mes de enero.....	47
Figura 20. Relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, mes de enero....	48
Figura 21. Relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, mes de febrero.....	49
Figura 22. Relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, mes de febrero.....	50
Figura 23. Resumen de relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, enero - febrero.....	51
Figura 24. Resumen de relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, periodo enero - febrero.....	52
Figura 25. Relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, mes de marzo.....	53
Figura 26. Relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, mes de marzo...	54
Figura 27. Relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, mes de abril.....	55
Figura 28. Relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, mes de abril.....	56
Figura 29. Resumen de relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, marzo - abril.....	57
Figura 30. Resumen de relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, periodo marzo - abril.....	58

Figura 31. Granulometría post voladura, Tj 9653 – escenario base.....	59
Figura 32. Análisis de granulometría post voladura, Tj 9653 – escenario base .....	60
Figura 33. Curva granulométrica post voladura, Tj 9653 – escenario base .....	60
Figura 34. Granulometría post voladura, Tj 9653 – escenario optimizado .....	62
Figura 35. Análisis de granulometría post voladura, Tj 9653 – escenario optimizado .....	62
Figura 36. Curva granulométrica post voladura, Tj 9653 – escenario optimizado .....	63
Figura 37. Granulometría post voladura, Tj 9790 – escenario base.....	64
Figura 38. Análisis de granulometría post voladura, Tj 9790 – escenario base .....	64
Figura 39. Curva granulométrica post voladura, Tj 9790 – escenario base .....	65
Figura 40. Granulometría post voladura, Tj 9790 – escenario optimizado .....	66
Figura 41. Análisis de granulometría post voladura, Tj 9790 – escenario optimizado .....	67
Figura 42. Curva granulométrica post voladura, Tj 9790 – escenario optimizado .....	67
Figura 43. Validación de tonelaje programado, ejecutado y dilución.....	73
Figura 44. Validación de tonelaje programado, ejecutado y dilución.....	73
Figura 45. Validación de la granulometría, porcentaje pasante y factor llenado.....	74
Figura 46. Validación de la capacidad efectiva en scoops de 4.2 yd <sup>3</sup> .....	76

## RESUMEN

El presente trabajo realiza el análisis de la desviación de taladros largos realizado en la veta Huancapeti, y observa la influencia de los parámetros operacionales de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna. Los tajos de producción evaluados son el Tj 9653 y Tj 9790 en el Nv 12, considerando los parámetros como: tonelaje, dilución, grado de fragmentación y su incidencia en el rendimiento de los equipos de acarreo, durante los periodos de enero a febrero y de marzo a abril. El desarrollo del trabajo considera el método inductivo – deductivo, donde orientamos el estudio a determinar la influencia de la desviación de los taladros largos en los parámetros operacionales y rendimiento de equipos de acarreo. El análisis de los parámetros operacionales considera una reducción en la desviación de taladros de 1° (enero – febrero) a 0.4° (marzo – abril), con una disminución de la dilución de 0.14 % a 0.07 %. La reducción de la dilución consideró un tonelaje diluido de 5,719.35 toneladas a 3,319.39 toneladas, considerando, el incremento del valor de mineral de 76.14 \$/t a 78.94 \$/t. El análisis comparativo entre los escenarios evaluados, base y optimizado se observa una disminución del P80 de 98.52 cm a 15.85 cm, asimismo, el incremento del porcentaje pasante de 35.51 % a 96.78 % y una mejora del factor de llenado de 66 % a 86 %. El análisis de la capacidad efectiva de los scoops de 4.2 yd<sup>3</sup>, considerando el escenario base, define un P80 promedio de 98.52 cm y un factor de llenado del 66 %, y para el escenario optimizado, genera una reducción del P80 en 15.85 cm y un incremento del factor de llenado en 86 %. Finalmente, las mejoras observadas en el escenario óptimo permiten la mejora de la capacidad efectiva de 10.17 toneladas (escenario base) a 13.26 t (escenario optimizado), con un incremento en el rendimiento de los equipos de acarreo en 3.08 toneladas, mejorando el rendimiento operacional.

**Palabras clave:** taladros desviados, tonelaje diluido, valor de mineral, P80, porcentaje pasante, factor de llenado, rendimiento, etc.

## ABSTRACT

The present work analyzes the deviation of long drills carried out in the Huancapeti vein and see the influence of the operational parameters of the Caridad mine, of Compañía Minera Lincuna. The production pits evaluated are Tj 9653 and Tj 9790 at Lv 12, considering parameters such as: tonnage, dilution, degree of fragmentation and its impact on the performance of hauling equipment, during the periods from January to February and March to April. The development of the work considers the inductive-deductive method, where we orient the study to determine the influence of the deviation of long drills on the operational parameters and performance of hauling equipment. The analysis of the operational parameters considers a reduction in drill deviation from 1° (January – February) to 0.4° (March – April), with a decrease in dilution from 0.14% to 0.07%. The dilution reduction considered a diluted tonnage from 5,719.35 tons to 3,319.39 tons, considering the increase in the value of ore from 76.14 \$/t to 78.94 \$/t. The comparative analysis between the evaluated scenarios, base and optimized, shows a decrease in P80 from 98.52 cm to 15.85 cm, as well as an increase in the passing percentage from 35.51% to 96.78% and an improvement in the filling factor from 66% to 86.%. The analysis of the effective capacity of the 4.2 yd<sup>3</sup> scoops, considering the base scenario, defines an average P80 of 98.52 cm and a filling factor of 66%, and for the optimized scenario, it generates a reduction of the P80 by 15.85 cm and a increase in filling factor by 86 %. Finally, the improvements observed in the optimal scenario allow the improvement of the effective capacity from 10.17 tons (base scenario) to 13.26 tons (optimized scenario), with an increase in the performance of the hauling equipment by 3.08 tons, improving performance. operational.

**Keywords:** deviated drills, diluted tonnage, ore value, P80, through percentage, fill factor, yield, etc.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación ayudará a entender el comportamiento de la desviación de taladros largos y su influencia en los parámetros operacionales en la veta Huancapeti de la mina Caridad, Nv 12.

Los parámetros que influyeron en la desviación de taladros largos incluyen el estado del equipo de perforación, diámetro de perforación, destreza del operador, falta de control en la vida útil de los aceros de perforación, afán de avanzar en los metros perforados, los dominios geomecánicos del macizo rocoso, etc.

Los parámetros para analizar en la desviación de los taladros largos serán: tonelaje, dilución, valor de mineral, grado de fragmentación y su incidencia en el rendimiento de los equipos de acarreo.

El trabajo de investigación se divide en cuatro capítulos. En el Capítulo I se plantea el problema general y los específicos, así como el objetivo general y los objetivos específicos, para luego validar la hipótesis general y específicos. El Capítulo II detalla los antecedentes nacionales e internacionales, describe las generalidades de la unidad minera, así como el marco teórico del estudio. En el Capítulo III se describe la metodología de investigación, así como la población y muestra del estudio. Finalmente, en el Capítulo IV se analiza, interpreta y se describe los resultados generados en el estudio, considerando la validación de la hipótesis general y específicas.

El autor

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1. Planteamiento del problema

La aplicación de métodos de minado con taladros largos en operaciones subterráneas se ha convertido en un método de gran importancia, por su gran nivel de productividad y bajos costos de minado.

Uno de los grandes problemas generados en la explotación de zonas profundas y su incremento de costos operacionales obliga a las unidades mineras a generar programas de optimización y reducción de costos, mediante el control y mejora de los diferentes KPIs de los procesos unitarios en el ciclo de minado mediante la aplicación de los métodos de explotación con taladros largos.

Uno de los inconvenientes en la aplicación del método de minado con taladros largos está relacionado a la desviación de taladros mediante la aplicación del *sublevel stoping* y su implicancia en las variables operacionales posvoladura para el cumplimiento de los planes de producción programados y la mejora de la rentabilidad operacional.

Los parámetros posvoladura asociados al desvío de taladros considerando el escenario tipo Budget (programado) y el escenario ejecutado son el tonelaje programado, la sobrerotura, la dilución, el valor de mineral y el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo.

El desvío de taladros, afectarán directamente a la rentabilidad operacional, incluyendo las diferentes áreas de mina y planta, considerando los procesos unitarios desde perforación y voladura, carguío y acarreo, proceso de conminución, comercialización, etc.

El presente estudio, ayudará a entender el efecto de la desviación de taladros largos en la veta Huancapeti, nivel 12 y su influencia en la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna.

#### 1.1.2. Formulación del problema

##### 1.1.2.1. Problema general

¿Cómo relacionar la desviación de taladros largos y su influencia en los parámetros operacionales en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024?

#### **1.1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo relacionar la desviación de taladros largos con el tonelaje programado y su influencia con la dilución y valor de mineral en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024?
- b) ¿Cómo relacionar la desviación de taladros largos con el grado de fragmentación y su influencia con el P80, porcentaje pasante y factor de llenado en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024?
- c) ¿Cómo influye la desviación de taladros largos con el rendimiento de equipos de acarreo y su influencia en la capacidad efectiva en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024?

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la relación de la desviación de taladros largos y su influencia en los parámetros operacionales en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024.

#### **1.2.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar la relación de la desviación de taladros largos con el tonelaje programado y su influencia con la dilución y valor de mineral en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024.
- b) Determinar la relación de la desviación de taladros largos con el grado de fragmentación y su influencia con el P80, porcentaje pasante y factor de llenado en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024.
- c) Determinar la influencia de la desviación de taladros largos con el rendimiento de equipos de acarreo y su influencia en la capacidad efectiva en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024.



### **1.3. Justificación e importancia**

El presente estudio permitirá conocer la influencia de la desviación de taladros largos en los parámetros operacionales en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de Compañía minera Lincuna.

#### **1.3.1. Justificación social - práctica**

El estudio ayuda a entender el comportamiento de la desviación de taladros y su influencia en los diferentes procesos unitarios operacionales. Los resultados obtenidos mediante el análisis en el tonelaje producido, rendimiento de los equipos, dilución asociada a la desviación de taladros, producto de la sobre rotura y el menor valor del mineral.

El presente estudio ayudará a la mejora del rendimiento operacional de la unidad minera, considerando el control y disminución de la desviación de taladros en la veta Huancapetí.

#### **1.3.2. Justificación académica**

El análisis de los parámetros operacionales mediante la desviación de taladros en la veta Huancapetí, permite el uso de modelos numéricos para obtener el análisis comparativo entre el escenario de mayor desviación de taladros largos y el escenario optimizado. El resultado obtenido servirá como base comparativo para estudios similares en la industria minera y ser analizados por docentes, investigadores y estudiantes universitarios.

### **1.4. Hipótesis de la investigación**

#### **1.4.1. Hipótesis general**

La desviación de taladros largos influye en los parámetros operacionales en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024.

#### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- a) Al determinar la relación de la desviación de taladros largos con el tonelaje programado influye en la dilución y valor de mineral en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024.
- b) Al determinar la relación de la desviación de taladros largos con el grado de fragmentación influye en el P80, porcentaje pasante y factor de llenado en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024.

- c) Al determinar la influencia de la desviación de taladros largos con el rendimiento de equipos de acarreo influye en la capacidad efectiva en la veta Huancapeti, nivel 12 de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna, 2024.

## 1.5. Identificación de las variables

### 1.5.1. Variable independiente

Determinar la influencia de los parámetros operacionales en la veta Huancapetí, nivel 12 de la mina Caridad.

### 1.5.2. Variable dependiente

Análisis de la desviación de taladros largos en la veta Huancapetí.

### 1.5.3. Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables**

Variables	Definición conceptual	Definición operacional		
		Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores
VI:				Tipo de
Determinar la influencia de los parámetros operacionales en la veta Huancapetí, nivel 12 de la mina Caridad.	Los parámetros operacionales consideran el análisis del tonelaje, leyes y valor de mineral programado y ejecutado, para el cumplimiento de los planes de minado en la mina Caridad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dominios geológicos</li> <li>• Dominios geomecánicos</li> <li>• Variable operacionales</li> </ul>	Parámetros geológicas  Parámetros geomecánicas  Plan de minado	estructura mineralizada, densidad, etc.  Dureza, GSI, RMR, RQD, etc.  Producción horas máquina, etc.
VD:				Granulometría, P80, porcentaje pasante,
	Al realizar el análisis de la desviación de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la granulometría</li> </ul>	Operacional	

<p>Análisis de la desviación de taladros largos en la veta Huancapeti.</p>	<p>taladros largos, incidirá en la dilución y su efecto en el rendimiento de equipos de acarreo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis del rendimiento de equipos de acarreo Operacional</li> </ul>	<p>factor de llenado, etc.</p> <p>Capacidad efectiva, tonelaje acarreado, densidad, etc.</p>
--	--	--	--

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes del problema

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

- ✓ Tesis titulada: «*Modelamiento numérico de la dilución por sobre excavación en minería subterránea explotada por sublevel stoping*». El objetivo del estudio es verificar un criterio capaz de entender la sobre excavación en base a un modelamiento numérico en métodos de explotación con *sublevel stoping*. El estudio se desarrolló en dos etapas: la primera realiza el análisis de casos históricos y luego el modelamiento numérico respectivo. El estudio concluye que los criterios en el modelamiento numérico utilizados en la actualidad, generan un mal desempeño comparado con el utilizado en el presente estudio. Los resultados realizados en función al análisis de 408 casos, considera una buena aplicación del modelo numérico para entender la sobre excavación, el cual considera la relación del radio hidráulico y la calidad del macizo rocos (Q Barton) (1).
  
- ✓ Tesis titulada: «*Modelamiento numérico de la secuencia de explotación de un caserón en minería de sublevel stoping*». El objetivo del estudio es generar una metodología para generar criterios de estabilidad en la explotación de caserones mediante el método de minado *sublevel stoping*. De acuerdo al estudio realizado, el resultado obtenido permitió estimar un modelo numérico considerando la simulación de la secuencia de explotación considerando la variabilidad geológica y propiedades del macizo rocoso. El cual, en base a esta variabilidad permitió realizar la simulación del modelo numérico, considerando el análisis de sensibilidad comparando el diseño de la geometría del caserón programado y el real (levantado topográficamente), obteniéndose un buen resultado en el modelamiento del diseño del método de minado con *sublevel stoping* (2).

##### 2.1.2 Antecedentes nacionales

- ✓ Tesis titulada: «*Reducción de la desviación de taladros largos implementando menores longitudes de perforación de taladros para bancos de producción de 20 metros de altura en sublevel stoping con simbas H1254, en el cuerpo Casapalca 4 en el nivel 11 -11A, mina Casapalca-unidad Americana, 2016*». El objetivo es controlar la sobre rotura generada por la desviación de los con los taladros largos, en el método de minado *sublevel stoping*. Esta desviación genera un 25 % en la voladura secundaria, incrementando los costos operacionales. El estudio realiza el análisis de longitudes de taladros de 20 metros, los cuales fueron perforados del nivel base al subnivel con perforaciones positivas. Los resultados

- permitieron la variación de la secuencia de minado con perforaciones de taladros negativos de 8 metros y perforaciones de taladros positivos de 12 metros controlando la desviación de taladros, y disminuyendo la voladura secundaria por sobre rotura (3).
- ✓ Tesis titulada: «*Control de la desviación de taladros para obtener una óptima fragmentación de la roca en unidad de producción Pallasca*». El objetivo es realizar el control de la desviación de taladros para la obtención de un adecuado grado de fragmentación. Para el control de la desviación de taladros, se trabajó con el inclinómetro magnético, permitiendo el control de la desviación de los taladros, incidiendo en un mejor control de la granulometría posterior a la voladura y su influencia en el rendimiento de los equipos de carguío y acarreo en la UP Pallasca. Los resultados obtenidos consideran una reducción de la desviación de los taladros fue de 11 % a 5 % como el optimizado (4).
  - ✓ Tesis titulada: «Control de la desviación de taladros largos en tajeos de producción por sub level caving, en la Compañía Minera Volcan – UP. San Cristóbal”. El objetivo es determinar el control de los resultados obtenidos en la desviación de taladros es el óptimo en la UP San Cristóbal. Los resultados obtenidos en el presente estudio realizado en los tajos: Tj SP6 2E, Tj 79 E5, Tj 67, Tj 313, Tj 80-1 1/0, Tj 80-2 2/1, consideran la medición de 25 taladros perforados con equipos Simba 312 en taladros largos. Los resultados consideran desviaciones de taladros largos con un promedio de 9.67 %, siendo el mínimo de 5%, por lo que, la mayor desviación se observó en el tajo 80 -1E (5).

## **2.2 generalidades de la unidad minera Huancapetí**

### **2.2.1 Ubicación de la mina Caridad**

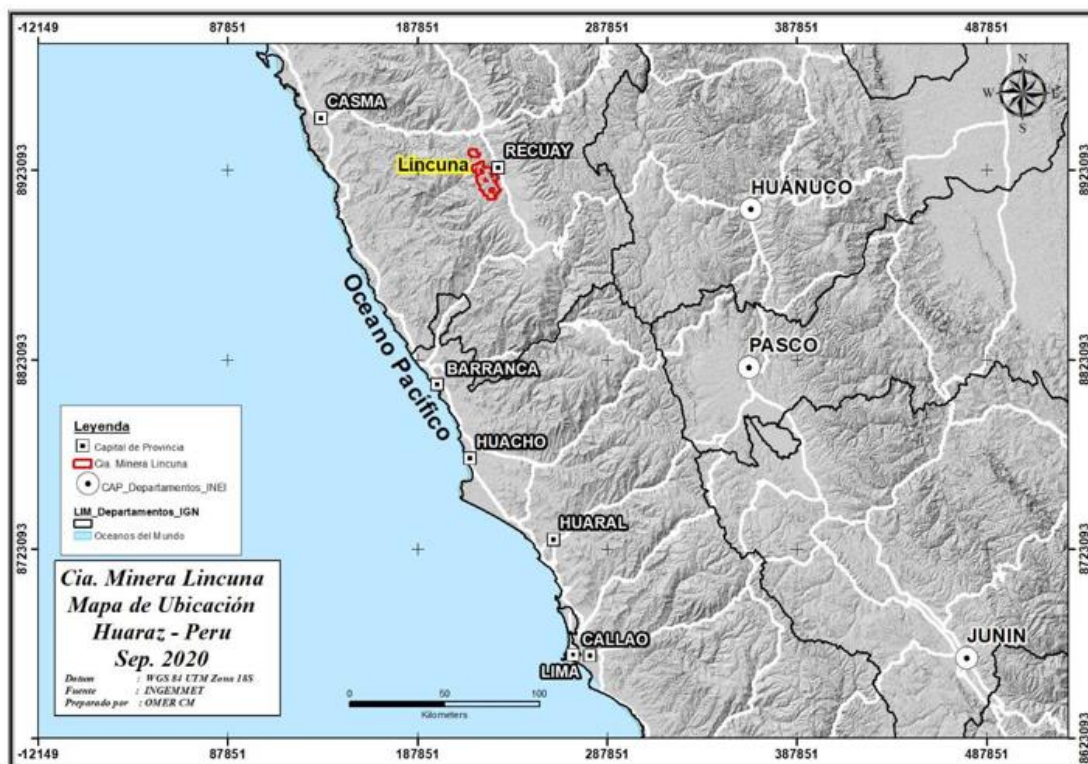
La mina Caridad ubicada en los distritos de Ticapampa y Aija, y las provincias de Recuay y Aija, en la región Ancash.

La mina se ubica a 40 kilómetros al sur de la ciudad de Huaraz, emplazado en la cordillera negra a una altura de entre 4060 a 44720 m s. n. m.

Las coordenadas UTM son:

Norte: 8' 920,418 Norte

Este: 2211,111



*Figura 1. Ubicación de la mina Caridad  
Tomada del Área de Geología*

## 2.2.2 Accesibilidad a la unidad minera

El acceso a la mina Caridad, considera una distancia aproximada desde la ciudad de Lima hasta el proyecto de 422 kilómetros, considerando un tiempo total de 6 a 8 horas.

**Tabla 2. Acceso a la mina**

TRAMO	DISTANCIA (kilómetros)	TIEMPO (horas)	TIPO DE VÍA
Lima – Pativilca	193.2	3.1	Vía asfaltada
Pativilca – Recuay	183	3.5	Vía asfaltada
Recuay – Mina Caridad	30	0.5	Vía afirmada
Total	406.2	7.1	

*Tomada del Área de Geología*

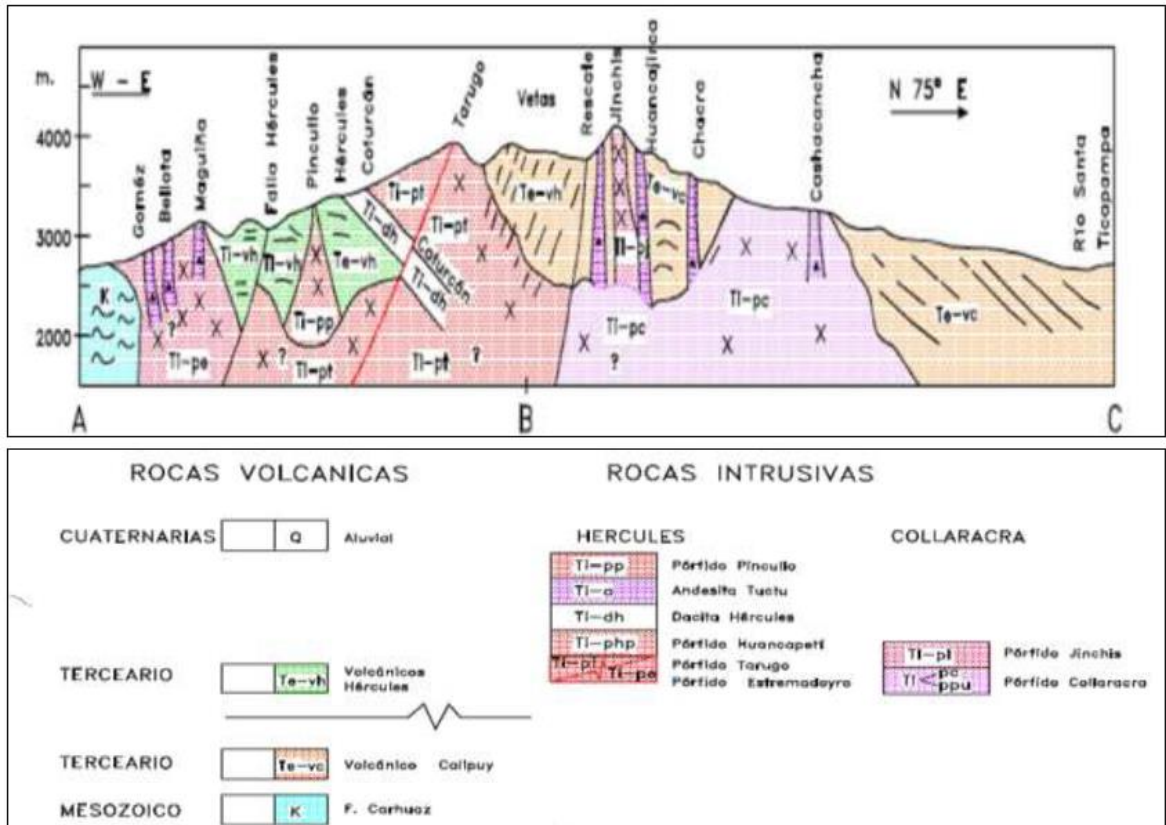
## 2.3 Geología General

Las estructuras mineralizadas presentes en la UM Huancapetí se emplazan en la cordillera negra que está compuesta por rocas volcánicas del grupo Calipuy y rocas sedimentarias del grupo Goyllarisquizga.

### 2.3.1 Geología regional

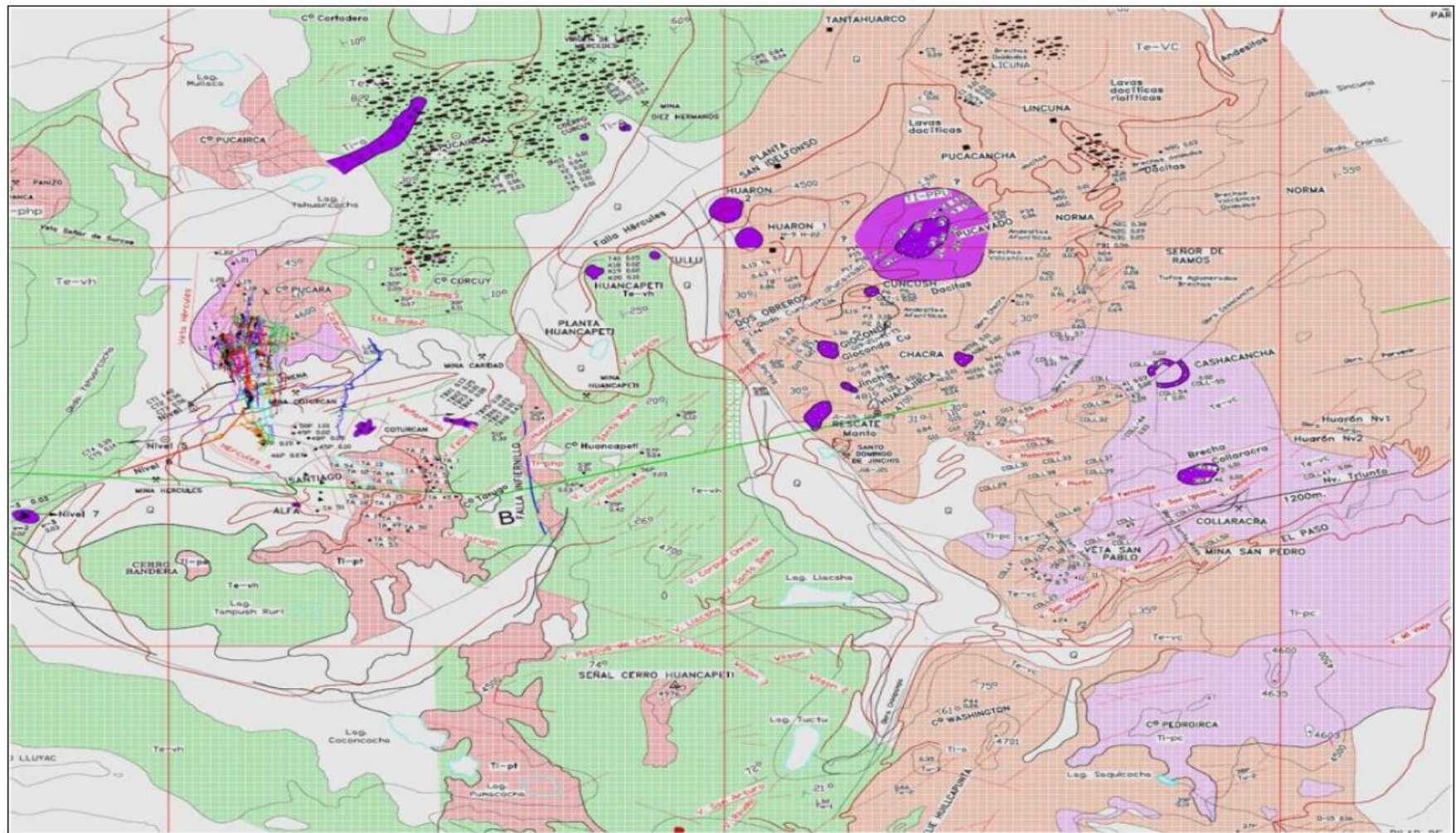
Regionalmente, la mina Caridad se emplaza en un ambiente volcánico del grupo Calipuy de edad del Terciario Inferior a Medio, está compuesto por rocas piroclásticas, así como de lavas

andesíticas y riolíticas. Estas rocas sobre yacen rocas sedimentarias del grupo Gyllarisquizga de edad del cretáceo inferior compuesta por calizas, areniscas de las formaciones Santa, Chimú y Carhuaz. La fase ígnea compuesta por pequeños stocks de composición dacítica intruyeron a las fases volcánicas y sedimentarias, considerando las fases tardías los diques presentes en el sector.



*Figura 2. Perfil geológico en la UM Huancapetí Tomada del Área de Geología*





*Figura 3. Geología de la unidad minera Huancapetí  
Tomada del Área de Geología*

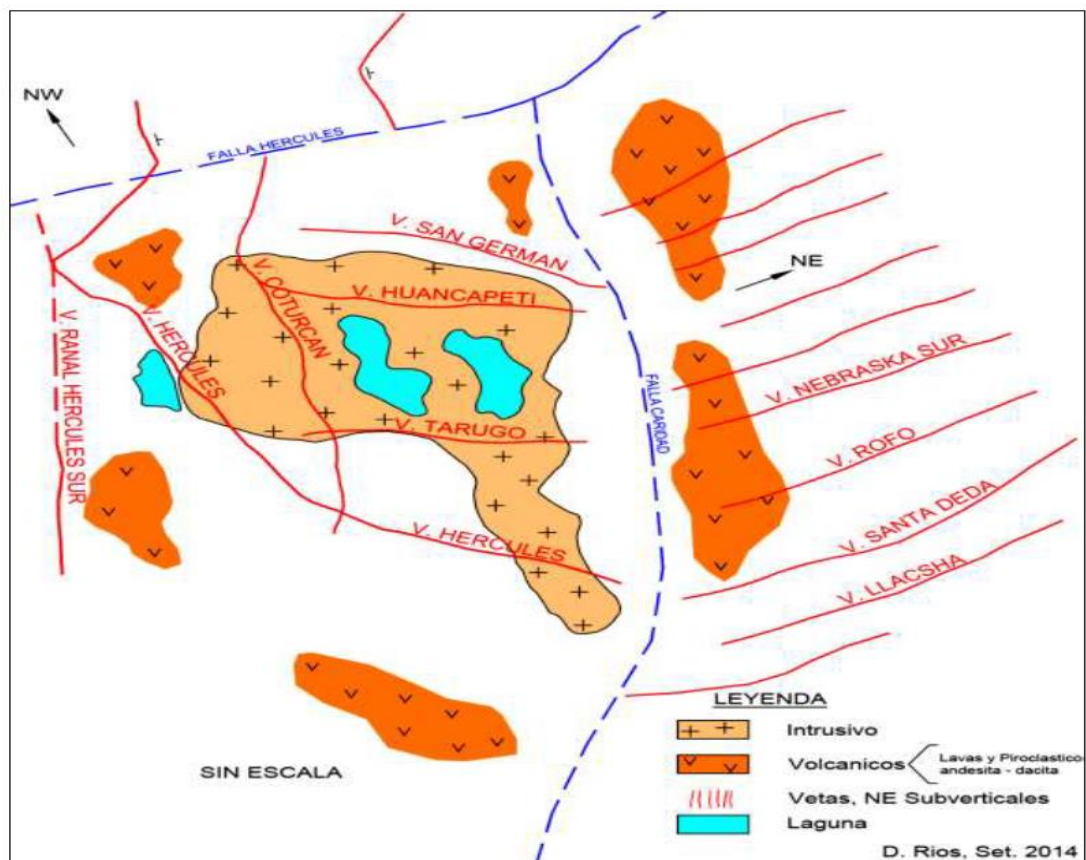




### 2.3.3 Mineralización

Está asociado a 2 sistemas de vetas de Zn, Pb, Ag y Cu:

- ✓ Sistema Hércules: consideran las vetas Hércules, Santa Deda y Coturcan, cuyo rumbo es de N30°W y buzamiento de 45° NE, con longitudes reconocidas de 1 a 4 kilómetros.
- ✓ Sistema Tarugo: compuesta por las vetas Tarugo, Huancapetí Florida, Collaracra, Tucto, Wilson y Carpa, con rumbo promedio de N30-35°E y buzamiento de 80° NW, con longitudes de 0.5 a 2 kilómetros.



*Figura 5. Mineralización en la mina Caridad  
Tomada del Área de Geología*

### 2.4 Geomecánica de la mina Caridad

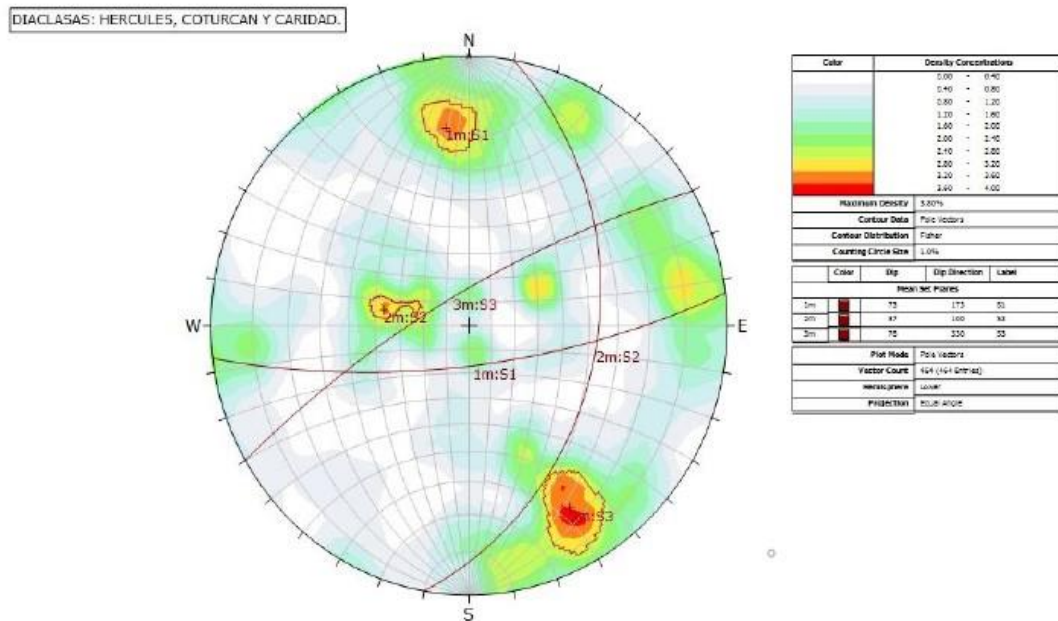
Los principales sistemas de diaclasas presentes en las diferentes zonas de la unidad minera, considera 3 sistemas, expresados en la siguiente tabla.

**Tabla 3. Principales sistemas de diaclasas**

ZONA	DOMINIO ESTRUCTURAL	SISTEMA DE DISCONTINUIDAD ESTRUCTURAL		
		Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
HERCULES	Caja techo, caja piso y estructura.	96/41	183/79	-
CORTURCAN	Caja techo, caja piso y estructura.	255/79	245/33	349/84
CARIDAD	Caja techo, caja piso y estructura.	329/69	179/67	-

Nota: El sistema de discontinuidad estructural se denota como "Dirección de Buzamiento/Buzamiento"

*Tomada del Área de Geomecánica*



**Figura 6. Sistema de diaclasas en la unidad minera**  
*Tomada del Área de Geomecánica*

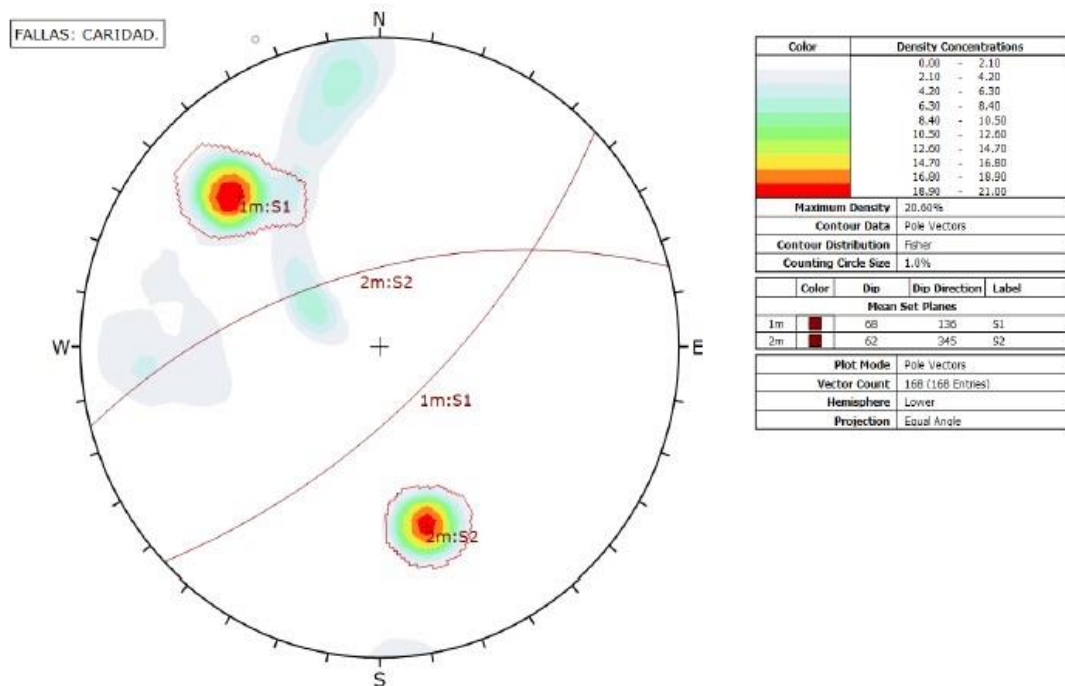
En el área de estudio, se observan 2 sistemas de fallas principales F1 y F2, estas estructuras se muestran en planos de zonificación geomecánica evaluadas.

**Tabla 4. Principales sistemas de fallas**

ZONA	SISTEMA DE DISCONTINUIDAD ESTRUCTURAL	
	F1	F2
HERCULES	164/77	341/79
COTURCAN	155/80	340/68
CARIDAD	136/68	345/62

Nota: "El sistema de discontinuidad estructural se denota como "Dirección de Buzamiento/Buzamiento"

*Tomada del Área de Geomecánica*



**Figura 7. Sistema de fallas mina Caridad Tomada del Área de Geomecánica**

Los sistemas de fallas tienen espaciamientos mayores a 2 m., con continuidades de pocos metros a decenas de metros, con aperturas muy abiertas > a 5 mm, estas fallas comúnmente son rellenadas con limonitas (panizo) con espesores de 0.05 a 1.2 metros. Estas fallas afectan las rocas alterándolas desde unos centímetros a decenas de metros, con alteraciones asociadas.

En la mina Caridad las fallas presentan un menor daño al macizo rocoso, con un menor grado de fracturamiento y mayor compacidad, donde la influencia de alteración hidrotermal es menor, excepto hacia el contacto de la falla con caja piso variando de 0.5 a 3.0 metros y hacia la caja techo de 1,0 metros.

a) Clasificación del macizo rocoso

La clasificación del macizo rocoso considera el criterio de valoración realizada por el RMR 89 de Bieniawsky, modificado por Romana 2000.



**Tabla 5. Clasificación RMR 89 Bieniawsky (Romana 2000)**

TIPO DE ROCA	RANGO DE VALORACIÓN "RMR"	CLASIFICACIÓN "RMR" DE LA MASA ROCOSA
II A	71 - 80	BUENA A
II B	61 - 70	BUENA B
III A	51 - 60	REGULAR A
III B	41 - 50	REGULAR B
IV A	31 - 40	MALA A
IV B	21 - 30	MALA B
V	< 20	MUY MALA

Nota: Clasificación "RMR", modificada según la Romana 2000.

*Tomada del Área de Geomecánica*

Las características geomecánicas de las cajas y veta en la mina Caridad, litológicamente asociado principalmente a flujos volcánicos hacia las cajas y considera una estructura mineralizada asociada principalmente a minerales tipo sulfuro primario, sulfuro secundario, óxidos, carbonatos y cuarzo, principalmente. Las características geomecánicas están relacionada a las cajas y veta presente en la mina Caridad.

**Tabla 6. Parámetros geomecánicos en mina Caridad**

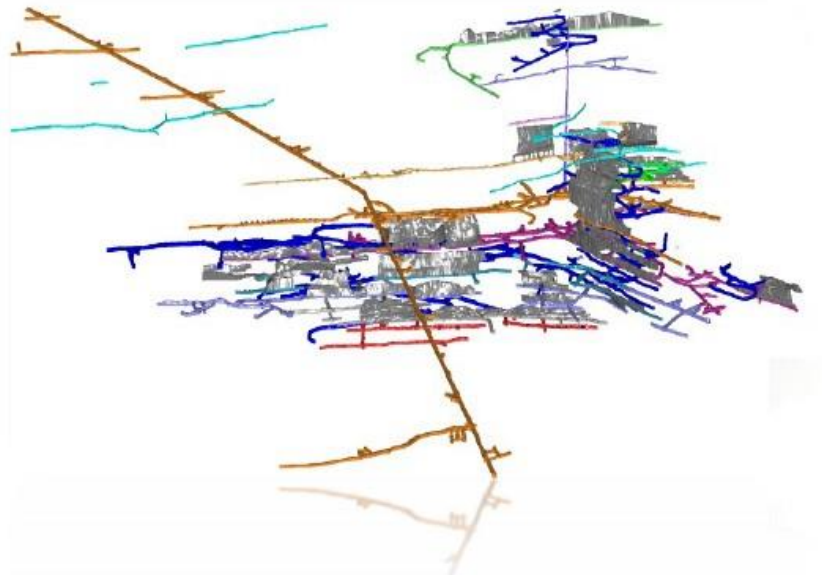
LITOLOGÍA	MINA CARIDAD	RMR	RQD	CALIDAD MASA ROCOSA
Flujos Andesíticos intercalados con niveles piroclásticos, bien fracturados	Caja Techo	35 - 75	50 - 75	IVA (Mala A) - II A (Buena A)
Flujos Andesíticos intercalados con niveles piroclásticos, bien consolidados	Caja Piso	45 - 65	50 - 75	III B (Regular B) - II B (Buena B)
Sulfuros primarios, sulfuros secundarios, carbonatos, óxidos y cuarzo.	Estructura	35 - 65	50 - 75	IV A (Mala A) - II B (Buena B)

*Tomada del Área de Geomecánica*

## 2.5 Consideraciones operacionales de la mina caridad

La mina Caridad explota minerales polimetálicos (veta Huancapetí), el cual viene siendo minado mediante los métodos de explotación *cut and fill* y SLS (*sublevel stoping*) con relleno detrítico y sus diferentes variantes de acuerdo a las condiciones geomecánicas.

## Mina Caridad



*Figura 8. Perfil operacional de la mina Caridad  
Tomada del Área de Geomecánica*

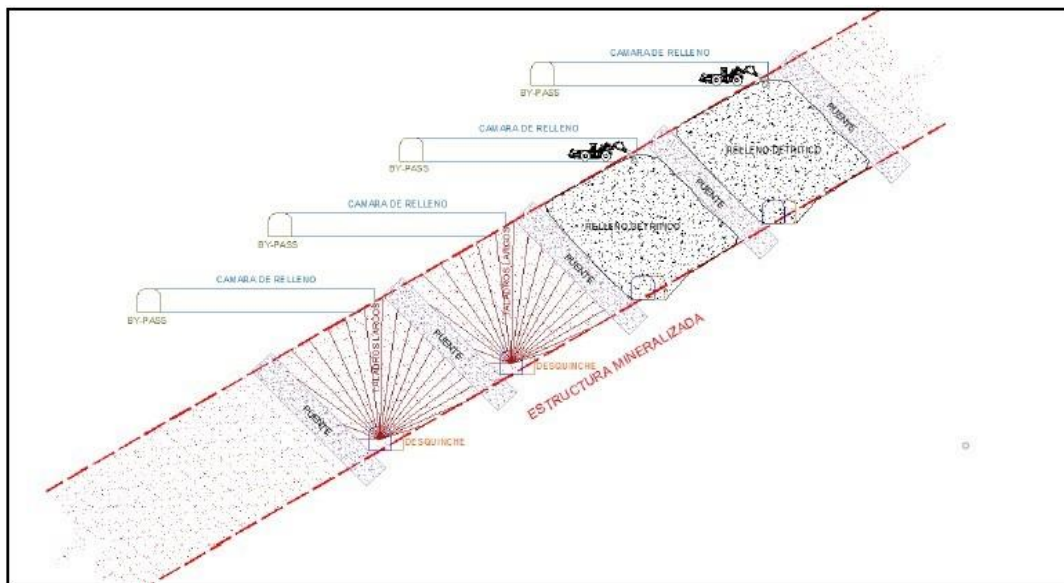
### 2.5.1 Descripción del método de minado

Está relacionado a vetas y cuerpos en la mina Caridad, seleccionado en base a un análisis técnico y económico, la veta Huancapetí se minará mediante el método SLS con taladros largos. Las características de los métodos de minado seleccionados son descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Parámetros del método de minado, Compañía Minera Lincuna**

Método de Explotación - Variante	Potencia de mineral	Caracterización Geomecánica	Zona	Sostenimiento
Corte y Relleno ascendente – Variante en Breasting	≈<2.5 - 3.5> mts	Regular III A	Hercules-Coturcan alto norte-Caridad	Perno de fricción de 7' a 1.50mX 1.50m
		Regular III B		Perno de fricción 7' a 1.50mX 0.85m + malla electrosoldada
		Mala IVA		Shotcrete 2" (c/f) + Perno expansivo 7' a 1.50mx1.50m
		Mala IVB		Shotcrete 3" (c/f) + Perno expansivo 7' a 1.25mx1.25m
Corte y Relleno Ascendente, en realce	<2.0 – 3.5 > mts	Buena II A	Caridad, Coturcan, Hercules	Pernos de fricción 7' ocasional
		Buena II B		Perno de fricción de 7' a 1.75mX 1.75m
		Regular III A		Perno de fricción de 7' a 1.50mX 1.50m
Corte y Relleno con Cámaras y pilares – Realce	≥ 3.5 mts	Buena II A	Hercules, Coturcan	Pernos de fricción 7' ocasional
		Buena II B		Perno de fricción de 7' a 1.75mX 1.75m
		Regular III A		Perno de fricción de 7' a 1.50mX 1.50m
Corte y Relleno con Cámaras y pilares, en breasting	≥ 3.5 mts	Regular III A	Hercules	Perno de fricción de 7' a 1.50mX 1.50m
		Regular III B		Perno de fricción 7' a 1.50mX 0.85m + malla electrosoldada
		Mala IVA		Shotcrete 2" (c/f) + Perno expansivo 7' a 1.50mx1.50m
		Mala IVB		Shotcrete 3" (c/f) + Perno expansivo 7' a 1.25mx1.25m
Corte y Relleno Ascendente, en realce con circado.	≈<2.0 mts	Buena II A	Hercules, Caridad, Coturcan	Pernos de fricción 5' ocasional
		Buena II B		Perno de fricción de 5' a 1.75mX 1.75m
		Regular III A		Perno de fricción de 5' a 1.50mX 1.50m
		Regular III B		Perno de fricción 5' a 1.50mX 0.85m + malla electrosoldada
y relleno ascendente en realce con taladros	≥ 3.5 mts	Buena II A	Coturcan	Pernos de fricción 7' ocasional (en la labor de preparación)
		Buena II B		Perno de fricción de 7' a 1.75mX 1.75m (en la labor de preparación)
Shrinkage Convencional	≤< 3.0 mts	Buena II A	Caridad	Pernos de fricción 5' / puntal ocasional
		Buena II B		Perno de fricción de 5' / puntal a 1.75mX 1.75m
		Regular III A		Perno de fricción de 5' / puntal a 1.50mX 1.50m
		Regular III B		Perno de fricción 5' a 1.50mX 0.85m + malla electrosoldada
Sub level Stopping	≥ 1 mts - < 10 mts	Buena II A	Hercules, Coturcan, Caridad	Pernos de fricción 7' ocasional (en la labor de preparación)
		Buena II B		Perno de fricción de 7' a 1.75mX 1.75m (en la labor de preparación)
		Regular III A		Perno de fricción de 7' a 1.50mX 1.50m (en la labor de preparación)
		Regular III B		Perno de fricción de 7' a 1.50mX 1.50m (en la labor de preparación)

**Tomada del Área de Geomecánica**



**Figura 9. Secuencia del método SLS  
Tomada del Área de Geomecánica**

El método SLS considera la siguiente secuencia:

✓ Desarrollo:

Considera el desarrollo de rampa negativa con gradiente del 12 %, con la finalidad de ganar 13 m de altura, realizando cruceros de 3.50 x 3.50 m., y desarrollar un by pass de 15 metros en paralelo a la veta, de sección de 3.50 x 3.50 m., generando las cámaras de extracción y los pilares de sostenimiento generados para el relleno respectivo, las cámaras de relleno se inicia del *bypass* y para la limpieza en retirada se considera el SN - subnivel base y cámaras paralelas de preparación, la misma que tienen una sección 4x4m en una etapa inicial.

También se contemplan urnas de sección 2.0 x 2.0 m para el operador del scoop, la misma que están ubicadas a 15.0m atrás de la cámara a explotar. Los equipos a utilizar son jumbos y scoops de 4.2 yd<sup>3</sup>.

El sostenimiento es variado, considerando el sostenimiento primario (perno + malla + shotcrete de 2"). La ventilación es mecanizada con circuito de inyección, la misma que es direccionada desde la rampa.

✓ Preparación:

Luego de haber interceptado la estructura con el crucero, se apertura el subnivel base, para delimitar la estructura, con el control de la caja piso. (SN: SEC 4.0 x 4.0 m)

Posteriormente se ejecutan cámaras de reconocimiento hacia la caja techo, para delimitar la estructura. (CA Secc. 4.0 x 4.0 m).

En el inicio del panel, en la caja piso, se ejecutará una cámara de 15 m de longitud de sección 4.0 x 4.0 m para la ejecución de la cara libre y posicionamiento del equipo, parte de este avance se realizará en desmonte.

El avance del SN y CA se ejecutará con jumbo DD 210 y la limpieza con scoop de 4.2 dependiendo de la disposición de equipo. El sostenimiento de las labores de avance será en función a la evaluación geomecánica.

✓ Explotación:

La explotación esta secuenciada en block, y está a la vez en paneles.

La perforación es positiva desde el subnivel inferior al subnivel superior.

El diseño de malla de perforación se realizará en el software AEGIS, la misma que estar en función al tipo de roca y tipo de explosivo a usar. (Evaluación geomecánica)



La perforación será en vertical y/o inclinada, de acuerdo al buzamiento de la estructura. La longitud de los taladros será variable, según diseño y bancada de diseño, la perforación se realiza con jumbo DL 2710 con barras de 2.1m y brocas de 64 mm.

El diseño de perforación, voladura y limpieza se realiza por paneles y en retirada.

✓ Desate y sostenimiento:

En este método, el sostenimiento es una etapa inicial en los subnivel, cámaras y acceso (rampas y ventanas) de la zona a explotar. (Según evaluación geomecánica).

✓ Limpieza:

La limpieza se realiza con scoop a control remoto, acarreado el mineral hacia el echadero y/o cámaras de acumulación de mineral.

El control de la limpieza de mineral contempla refugios para los operadores de scoop.

✓ Relleno:

El relleno se realiza desde las cámaras superiores.

## **2.6 Bases teóricas**

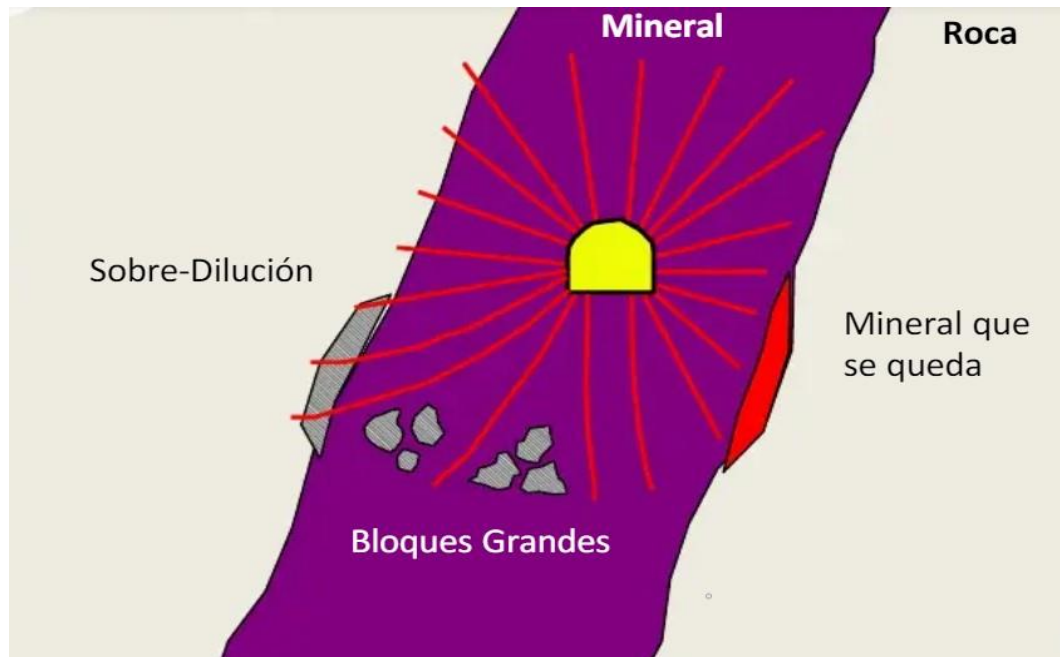
La desviación de taladros tiene una incidencia directa en el grado de fragmentación y recuperación de mineral, afectando en principio al rendimiento de los equipos de carguío y acarreo, y el impacto económico asociado a la cadena de valor. El presente estudio realizará el análisis de la desviación de taladros largos en la veta Huancapetí en el Nv 12 y determinar su influencia en los parámetros operacionales de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna.

Los parámetros a ser analizados en la desviación de los taladros largos serán: tonelaje, dilución, grado de fragmentación y su incidencia en el rendimiento de los equipos de acarreo.

Dentro de los parámetros que influye la desviación de taladros largos, está el estado del equipo de perforación, diámetro de perforación, destreza del operador, falta de control en la vida útil de los aceros de perforación, afán de avanzar en los metros perforados, los dominios geomecánicos del macizo rocoso, etc.

### 2.6.1 Desviación de taladros largos

De acuerdo a las características de dominios geomecánicos, así como de la perforadora y accesorios de perforación, entre otros afectarán directamente en la desviación de taladros largos, incidiendo en la sobrerotura (dilución), la generación de bloques mayores (granulometría) y recuperación de mineral (tonelaje programado).



*Figura 10. Desviación de taladros largos  
Tomada de Exsa*

### 2.6.2 Equipos para control de desviación de taladros largos

En la industria minera se han implementado diversos instrumentos electrónicos que permiten la medición y el control de la desviación de taladros en la etapa de perforación.

Los instrumentos electrónicos que permiten controlar la desviación de taladros, son herramientas multishot magnética, uno de los equipos usados en rocas sin perturbación magnética son los equipos PeeWee. Otros equipos usados son:

- ✓ DeviFlex: equipo asociado a perforación no magnética.
- ✓ DeviCore: equipo asociado a orientación electrónica.



*Figura 11. Equipo Devishot, para desviación de taladros largos  
Tomada de Exsa*



*Figura 12. Equipo PeeWee, para desviación de taladros largos  
Tomada de Exsa*

### **2.6.3 Producción asociada a la mina Caridad**

La mina Caridad está asociada a estructuras mineralizadas polimetálicas de Ag, Pb y Zn, con contenidos menores de Cu y As.

El aporte de la producción promedio de la mina caridad considera un total de 34,581.75 toneladas, con leyes media de Ag @ 2.98 Oz, Pb @ 1.05% y Zn @1.28%, lo que considera un valor de mineral NSR de 73.61 \$/t.

**Tabla 8. Producción asociada a la mina Caridad de Compañía Minera Lincuna**

PRODUCCIÓN DE MINERAL								
MINA CARIDAD								
ESTRUCTURA	LABOR	PRODUCCIÓN TMH	LEYES					NSR (US \$ / ton)
			Ag (Oz/Tm)	Pb (%)	Zn (%)	As (%)	Cu (%)	
Huancapeti	SN-9408	387.53	4.02	0.93	0.95	0.00	0.03	82.67
	SN-9624	162.24	2.55	0.98	1.22	0.00	0.02	65.71
	SN-9819	87.33	2.64	0.96	1.17	2.67	0.02	65.97
	TJ-0013	663.78	3.09	0.65	1.01	0.00	0.02	66.88
	TJ-9570	1,133.90	3.04	0.83	1.22	0.00	0.02	71.17
	TJ-9575	997.16	2.05	0.86	1.37	0.00	0.02	59.15
	TJ-9653	10,064.26	3.40	1.13	1.44	0.00	0.02	82.96
	TJ-9670	231.54	2.19	0.99	0.97	0.00	0.02	57.01
TJ-9790	9,421.81	2.83	1.05	1.22	0.00	0.02	70.52	
San German	CA-9624-1	319.57	3.81	0.92	0.99	0.00	0.02	80.23
	CA-9624-2	1,531.51	3.08	0.84	1.15	0.00	0.02	70.82
	CA-9624-3	1,261.78	3.02	0.78	1.07	0.00	0.02	68.26
	CA-9728-2	656.41	2.36	1.09	1.37	0.00	0.03	66.37
	SN-9633	229.47	4.34	0.64	0.47	0.00	0.03	77.14
	SN-9686	535.51	4.16	1.23	1.39	0.00	0.04	94.38
	SN-9728	2,267.89	2.66	1.32	1.41	0.00	0.03	73.96
	TJ-0054	199.37	2.92	0.79	1.08	0.00	0.02	66.87
	TJ-0055	352.55	3.39	0.63	0.89	0.24	0.02	69.28
	TJ-9719	2,293.61	2.05	1.03	1.21	0.00	0.02	58.86
	XC-9728	1,248.76	2.25	1.24	1.31	0.00	0.03	65.65
Cpo Turmalina	TJ-9691	376.74	3.32	0.83	1.27	0.00	0.04	75.99
Otro	SN-9624-3	159.03	4.85	1.16	1.77	0.00	0.03	109.18
<b>TOTAL</b>		<b>34,581.75</b>	<b>2.98</b>	<b>1.05</b>	<b>1.28</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>73.61</b>

*Tomada del Departamento de Planeamiento*

De acuerdo a la producción realizada en los tajos Tj 9653 y Tj 9790 en la veta Huancapetí, se generaron desviaciones de taladros entre 6° y 7°, considerado mayor a lo programado de 4°, generando mayor sobre rotura (dilución), con un mayor tonelaje transportado y un menor valor de mineral. Asimismo, la sobre rotura generada incremento la granulometría en el material volado, producto de la desviación de taladros.



*Figura 13. Incremento del tamaño de la granulometría, Tj 9653*



*Figura 14. Incremento del tamaño de la granulometría, Tj 9790*

La sobre excavación asociada a las diferentes labores a ser desarrollada en la mina Caridad, considera parámetros de sobre rotura, realizadas en las diferentes operaciones (zona Hércules, zona Coturcan y zona Caridad), considerando el rango de RMR y GSI, se resume en la siguiente tabla.

**Tabla 9. Sobre excavación permisible en la UM Huancapetí.**

SOBREEXCAVACIÓN PERMISIBLE							
ZONA	RANGO RMR	GSI	HASTIAL DERECHO	+	CORONA, ECHO Y/O CAJA TECHO	+	HASTIAL IZQUIERDO Y/O
HERCULES	61 - 70	60	10%				
	51 - 60	50	15%				
	41 - 50	40	18%				
	31 - 40	30	20%				
COTURCAN	61 - 60	60	10%				
	51 - 60	50	15%				
	41 - 50	40	18%				
	31 - 40	30	20%				
CARIDAD	61 - 60	60	10%				
	51 - 60	50	15%				
	41 - 50	40	18%				
	31 - 40	30	20%				

*Tomada del Departamento de Planeamiento*

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Método y alcances de la investigación**

##### **3.1.1 Método de la investigación**

El método de investigación aplicado en el presente trabajo es del tipo descriptivo, para lo cual se determinó la influencia de los parámetros operacionales en la mina Caridad producto del análisis de la desviación de taladros largos en la veta Huancapetí, Nv 12.

##### **a) Método general**

Es el inductivo y deductivo, se analiza las variables asociadas a la desviación de taladros largos, en el método de minado SLS aplicado en la veta Huancapetí de la mina Caridad.

##### **b) Métodos específicos**

Durante el desarrollo del presente trabajo se analiza la desviación de taladros largos en la veta Huancapetí en el Nv 12 y determina la influencia en los parámetros operacionales de la mina Caridad. Los parámetros analizados en la desviación de los taladros largos son: tonelaje, dilución, granulometría y rendimiento de equipos. Durante el desarrollo se considera el desarrollo de los siguientes ítems:

- ✓ Recopilación de información. Se considera revisar la data de meses anteriores de las áreas de: mina, geología y planeamiento.
  
- ✓ Trabajo de campo. Se observa los indicadores operacionales asociados a la desviación de taladros en los tajos de la veta Huancapetí, mina Caridad, considerando el tonelaje, dilución y granulometría.
  
- ✓ Trabajo de gabinete. Los datos obtenidos durante el desarrollo del trabajo de investigación, se analizarán e interpretarán de acuerdo a los indicadores operacionales asociados.
  
- ✓ Resultados. Los resultados obtenidos durante el tiempo de estudio, se validará con las hipótesis planteadas.

### **3.1.2 Alcances de la investigación**

El trabajo es aplicado, donde se analiza la desviación de los taladros largos en la veta Huancapetí y así determinar su influencia en los parámetros operacionales de la mina Caridad de Compañía Minera Lincuna.

### **3.2 Diseño de la investigación**

Es descriptivo longitudinal, donde se analiza, interpreta y se relaciona los parámetros operacionales (producción, dilución, granulometría y rendimiento de equipos) con la desviación de los taladros largos.

### **3.3 Población y muestra**

#### **3.3.1 Población**

Considera las labores de producción de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna.

#### **3.3.2 Muestra**

Considera el análisis de los tajos Tj 9653 y Tj 9790 de la veta Huancapetí, Nv 12.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se considera las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos, en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

#### **3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos**

- ✓ Observación: Tajos Tj 9653 y Tj 9790 de la veta Huancapetí, Nv 12.
- ✓ Fichas de campo: parámetros operacionales: tonelaje, dilución, granulometría y rendimiento de equipos de acarreo.
- ✓ Análisis de web sites.

#### **3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos**

- ✓ Base de datos de perforación y voladura de los tajos Tj 9653 y Tj 9790 de la veta Huancapetí, Nv 12.
- ✓ Base de datos de acarreo del Nv 12.
- ✓ Análisis de la granulometría de los Tj 9653 y Tj 9790 de la veta Huancapetí, Nv 12.



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El presente estudio realizó el análisis de la desviación de taladros largos en la veta Huancapetí en el Nv 12 y determinar su influencia en los parámetros operacionales de la mina Caridad de Compañía Minera Lincuna.

Los parámetros para analizar en la desviación de los taladros largos serán: tonelaje, dilución, grado de fragmentación y su incidencia en el rendimiento de los equipos de acarreo. Dentro de los parámetros que influye la desviación de taladros largos se encuentran el estado del equipo de perforación, diámetro de perforación, destreza del operador, falta de control en la vida útil de los aceros de perforación, afán de avanzar en los metros perforados, los dominios geomecánicos del macizo rocoso, etc.

#### **4.1 Parámetros operacionales**

El análisis de los parámetros operacionales, producto de la influencia de la desviación de taladros largos en la explotación de la veta Huancapetí, Nv 12 de la mina Caridad de acuerdo a los estudios geomecánicos realizados en las diferentes estructuras mineralizadas en la mina Caridad, se considera longitudes de perforación de acuerdo a la calidad del macizo rocoso, siendo estas:

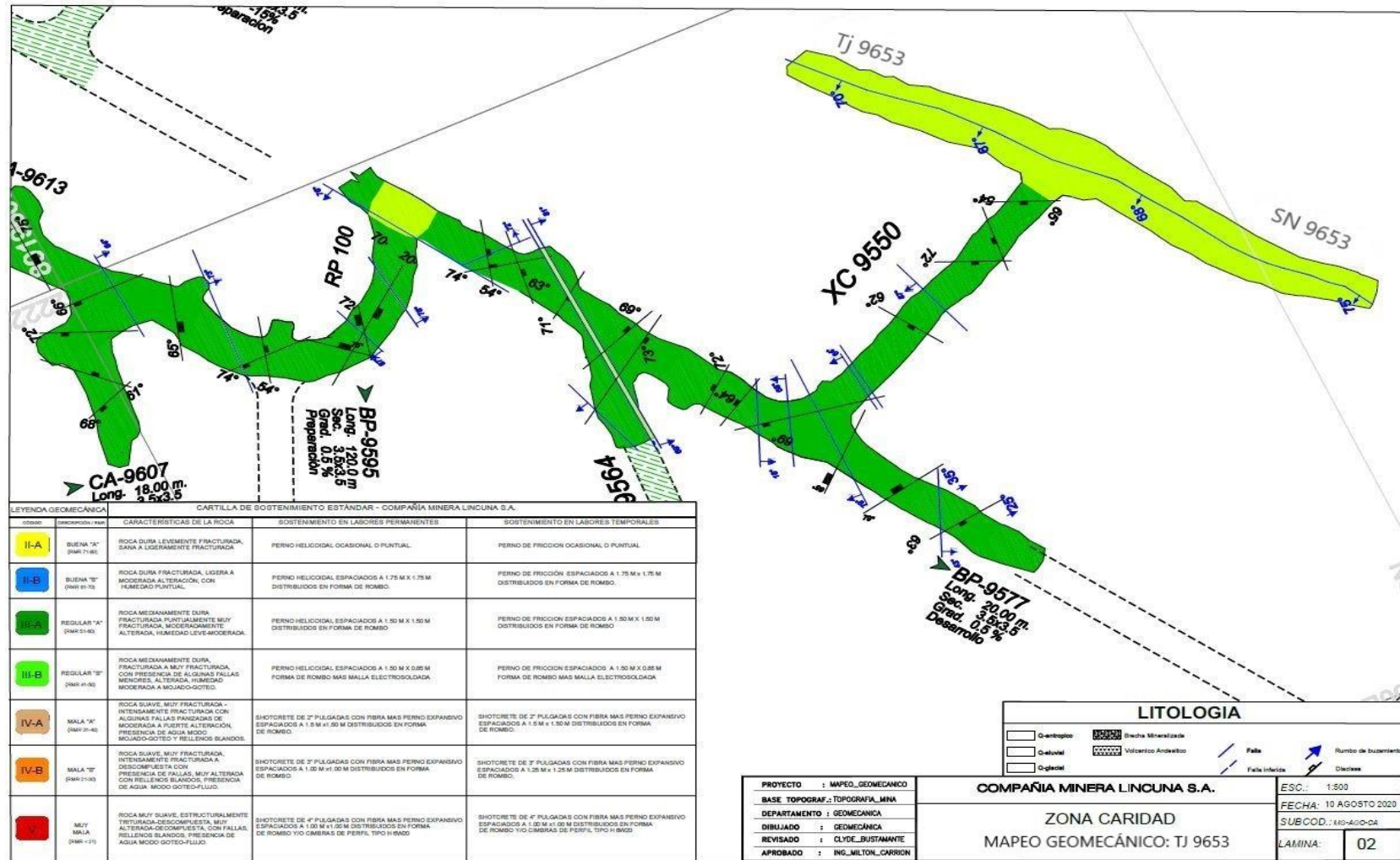
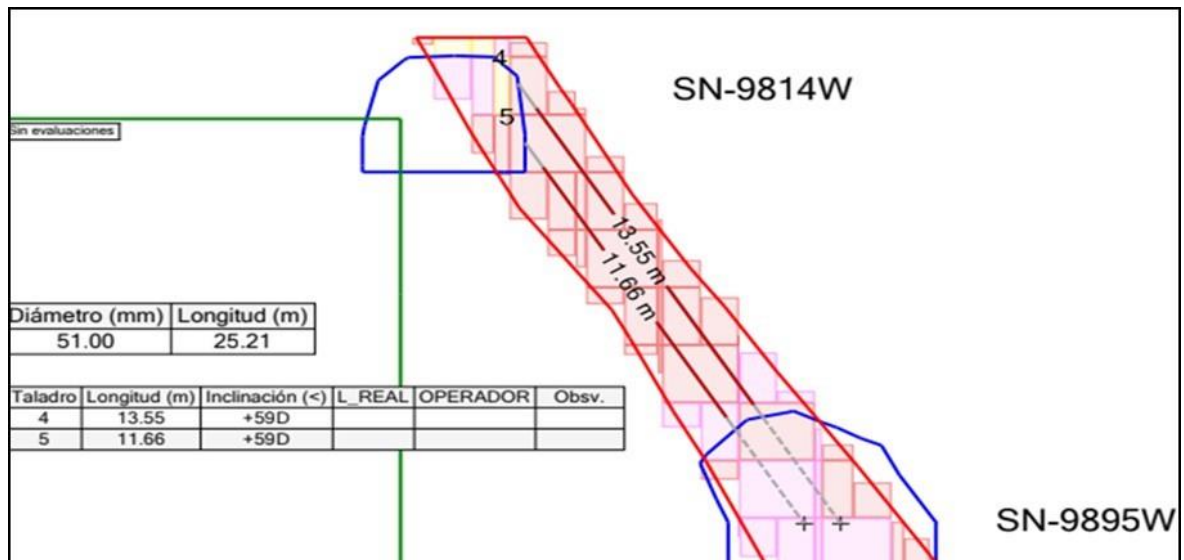


Figura 15. Geomecánica del Tj 9653 de la veta Huancapetí, mina Caridad  
 Tomada del Departamento de Planeamiento

- ✓ Veta la Paz sur; se tiene un RMR de 38 a 42 (Mala/Regular) - longitud de avance 25 metros.
- ✓ Veta Ramal 1; se tiene un RMR de 60 a 65 (Buena) - longitud de avance 30 metros.
- ✓ Veta Yahaira; se tiene un RMR de 38 a 40(Mala/Regular) - longitud de avance 20 metros.
- ✓ Veta la Paz; se tiene un RMR de 35 a 38 (Mala) - longitud de avance 15 metros.
- ✓ Veta la Paz 138; se tiene un RMR de 45 a 48 (Regular) - longitud de avance 25 metros.
- ✓ Veta Perú; se tiene un RMR de 55 a 60 (Buena) - longitud de avance 30 metros.
- ✓ Veta Victoria, San Pablo; se tiene un RMR de 45 a 50 (Mala/Regular) - longitud de avance 25 metros.

**a) Consideraciones del Área de Planeamiento**

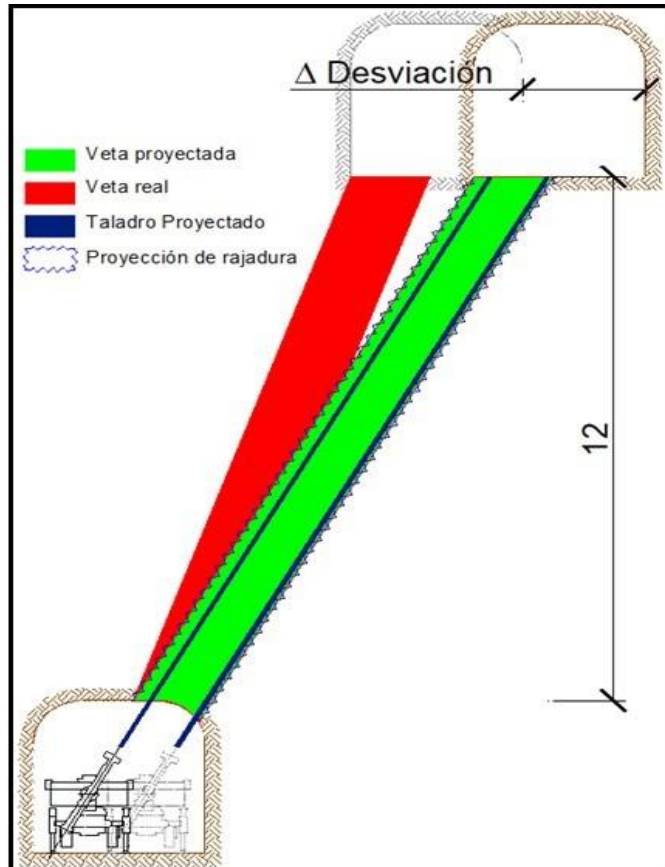
- Planeamiento con el apoyo del software AEGIS diseña la malla de perforación y voladura de acuerdo al standard para cada estructura y lo entrega a supervisión mina.
- Para el diseño del slot, este debe ser 2 m. Adicionales a la longitud a tajar y se debe tener en cuenta que para vetas la posición del slot debe ser al centro (sección 2 X 2) y con el buzamiento de la estructura; cuando las estructuras son mantos y/o cuerpos el slot debe hacerse como sugerencia en forma vertical.
- La malla de taladros de producción para una potencia de veta < 1.5 m, debe ser (L:12 m) del tipo 2:1, 3:2, etc. y la voladura en “V” o “trapecio”, en el diseño los taladros al piso pueden tener una distancia de 0.10m y los del techo no deben tener una distancia menor de 0.30m. (esto será validado por Geomecánica).
- La malla de taladros de producción (L: 15 m) para una potencia de manto y/o cuerpo > 1.5 m, debe ser del tipo, 4:3,5:4 y o abanico y la voladura en “trapecio”, en el diseño los taladros al piso pueden tener una distancia de 0.10 m y los del techo no deben tener una distancia menor de 0.30m. (esto será validado por Geomecánica.)



*Figura 16. Longitud de perforación, veta Huancapetí, mina Caridad  
Tomada del Departamento de Planeamiento*

#### b) Consideraciones de perforación

- El operador ejecuta la perforación respetando el diseño y anota el registro de cada taladro perforado barra por barra y cuantifica la longitud final de cada taladro.
- El operador debe registrar en su reporte diario todas las ocurrencias (observación) en el proceso de perforación, como:
  - Taladros taponeados, con agua, desviados.
  - Comunicación entre taladros
  - Presencia de geodas o vacíos
  - Trancamiento de barras
  - El taladro no comunica al nivel superior
  - El taladro se comunica con mayor o menor número de barras al proyectado
  - El taladro es perforado en roca estéril.
  - Cambios significativos en el buzamiento proyectado
  - Cambios en la dureza de la perforación.
- El operador debe colocar los tubos de PVC de 2" de diámetro para evitar que se obstruya los taladros esto evitará la obstrucción de los taladros.



**Figura 17. Longitud de perforación, veta Huancapetí, mina Caridad  
Tomada del Departamento de Planeamiento**

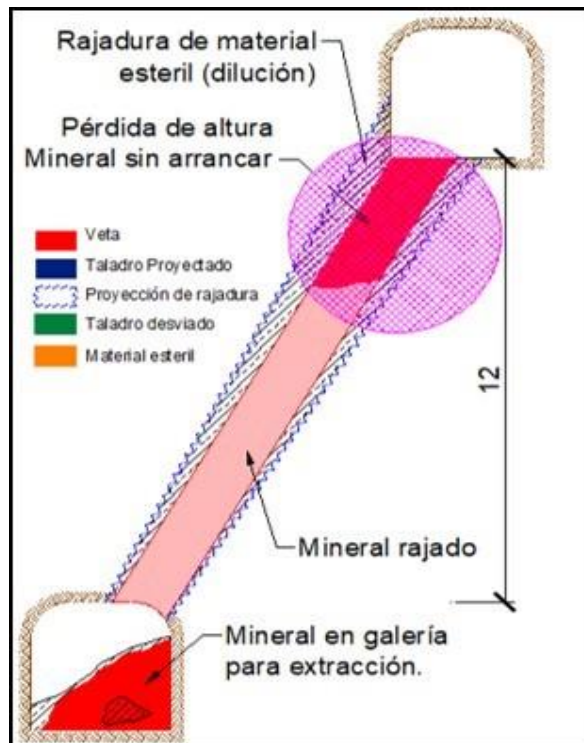
### c) Consideraciones de operación

Topografía realiza el levantamiento del tajeo con la estación total realizando anillos de contorno y nube de puntos para crear el Wireframe o sólido del tajeo en datamine.

Planeamiento hace el cálculo de dilución y recuperación de minado y se reúne con Geología y Mina para su revisión.

Planeamiento después de analizar la fragmentación del mineral procederá a recalcular el *burden* y el espaciamiento de la malla de perforación.

El Departamento del Planeamiento debe calcular el porcentaje de voladura secundaria, el mismo no debe superar el 15 % de la voladura primaria



*Figura 18. Resultados post voladura con taladros largos, veta Huancapetí, mina Caridad Tomada del Departamento de Planeamiento*

## 4.2 Análisis de los parámetros operacionales – mina Caridad

La influencia de la desviación de taladros largos en la veta Huancapetí, Nv 12 y la influencia en los parámetros operacionales de la mina Caridad, durante los periodos de enero a febrero (periodo base, con desviación de  $1^\circ$ ) y de marzo a abril (periodo optimizado, con una desviación de  $0.4^\circ$ ).

Los parámetros analizados fueron el tonelaje programado y ejecutado, considerando la influencia en el tonelaje diluido, así mismo el otro parámetro analizado es la influencia con el valor de mineral, siendo este mucho menor al valor programado.

### a) Análisis de periodo base: enero y febrero

- Análisis de parámetros operacionales – enero

El análisis de los parámetros operacionales durante el mes de enero considera los siguientes resultados:

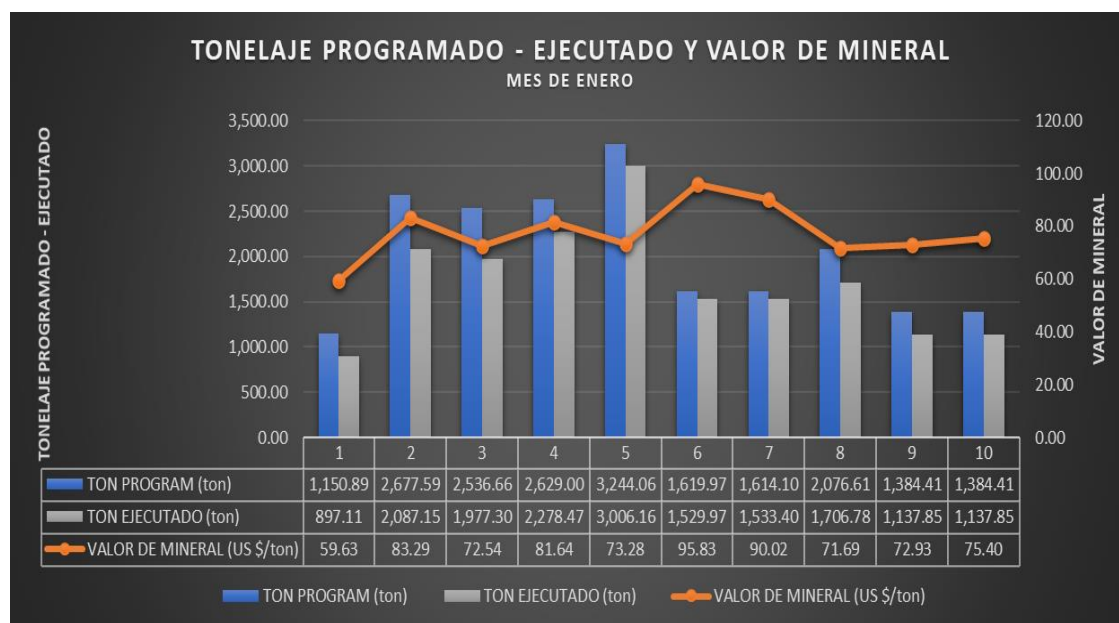
**Tabla 10. Parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, mes de enero**

PARÁMETROS OPERACIONALES MINA CARIDAD - TALADROS LARGOS																			
MES DE ENERO																			
ZONA 2	ESTRUCTURA	METODO DE EXPLOTACIÓN	COD.	LABOR	Valores # CORTES	Altura Corte (m)	LONGITUD (m)	POTENCIA (m)	ANCHO MINADO (m)	DILUCIÓN TOTAL (%)	PRODUCCIÓN TM Ejecutado	TONELAJE DILUIDO	PRODUCCIÓN TM Progr	LEYES					VALOR MINERAL (US \$/ton)
														Ag oz/t	Pb %	Zn %	Cu %	As %	
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	11E	1.0	7.0	35.00	1.30	1.59	0.22	1,150.89	253.79	897.11	2.13	0.87	1.31	0.02	1.17	59.63
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	13E	1.0	19.0	30.00	1.30	1.59	0.22	2,677.59	590.44	2,087.15	3.93	0.92	1.09	0.02	1.21	83.29
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	26	1.0	9.0	60.00	1.30	1.59	0.22	2,536.66	559.37	1,977.30	3.01	0.98	1.23	0.02	1.53	72.54
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9629	1.0	13.0	40.00	1.50	1.70	0.13	2,629.00	350.53	2,278.47	3.52	1.10	1.25	0.03	1.10	81.64
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9727	1.0	14.0	22.00	3.00	3.10	0.07	3,244.06	237.90	3,006.16	3.26	1.12	0.91	0.01	2.28	73.28
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9719 E	1.0	13.0	20.00	1.80	1.90	0.06	1,619.97	90.00	1,529.97	3.69	1.56	1.70	0.06	1.75	95.83
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9719 W	1.0	13.0	18.00	2.00	2.10	0.05	1,614.10	80.71	1,533.40	3.71	1.36	1.43	0.08	1.91	90.02
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9814E - 1	1.0	13.0	30.00	1.40	1.59	0.18	2,076.61	369.84	1,706.78	2.97	1.04	1.16	0.03	1.51	71.69
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9814E - 2	1.0	13.0	20.00	1.40	1.59	0.18	1,384.41	246.56	1,137.85	3.05	1.04	1.16	0.03	1.52	72.93
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9814W	1.0	13.0	20.00	1.40	1.59	0.18	1,384.41	246.56	1,137.85	3.22	1.04	1.16	0.03	1.60	75.40
<b>Total general</b>	<b>Huancapeti</b>	<b>SLS</b>	<b>TJ</b>	<b>VARIOS</b>	<b>10.0</b>	<b>127.0</b>	<b>295.00</b>	<b>1.64</b>	<b>1.83</b>	<b>0.15</b>	<b>20,317.72</b>	<b>3,025.68</b>	<b>17,292.04</b>	<b>3.25</b>	<b>1.10</b>	<b>1.24</b>	<b>0.03</b>	<b>1.56</b>	<b>77.62</b>



**Figura 19. Relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, mes de enero**

Para el mes de enero se programó 17,292.04 t y se ejecutó 20,317.72 t, el incremento del tonelaje es producto de la desviación de los taladros. La dilución mínima considera un valor de 0.05 % y un valor máximo de dilución de 0.22 %. La dilución durante el periodo de estudio fue de 0.15 %, el cual considera un tonelaje diluido de 3,025.68 toneladas.



*Figura 20. Relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, mes de enero*

Los valores que consideran la dilución para el mes de enero tienen un mínimo de 59.63 \$/t y un máximo de 95.83 \$/t. El valor promedio durante el periodo de evaluación fue de 77.62 \$/t.

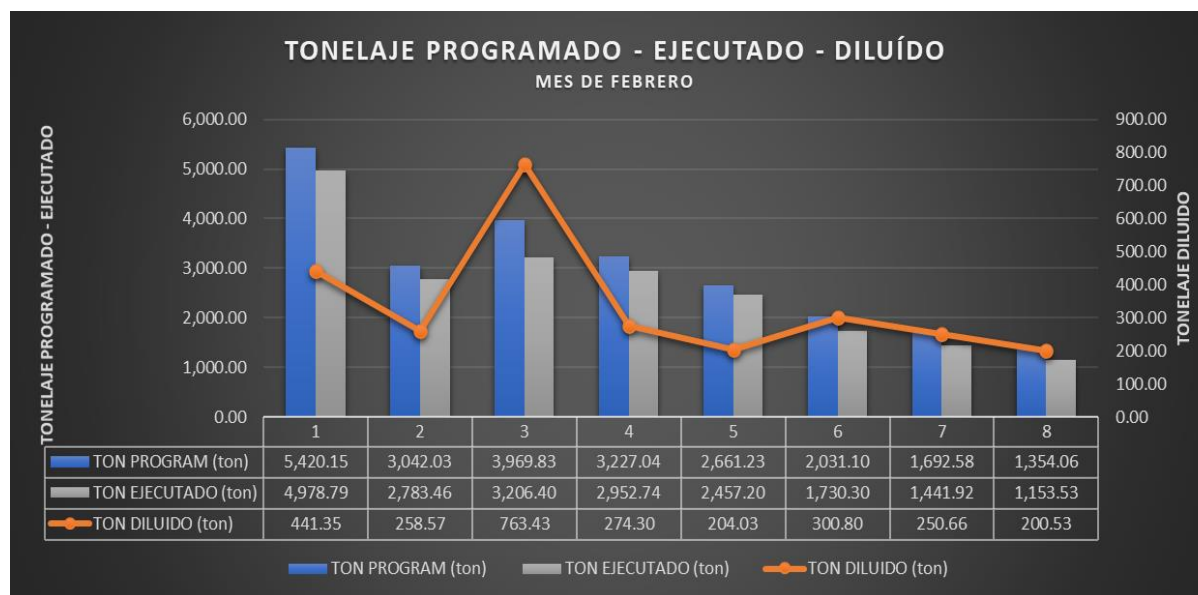
- **Análisis de parámetros operacionales – febrero**

El análisis de los parámetros operacionales durante el mes de febrero considera los siguientes resultados:



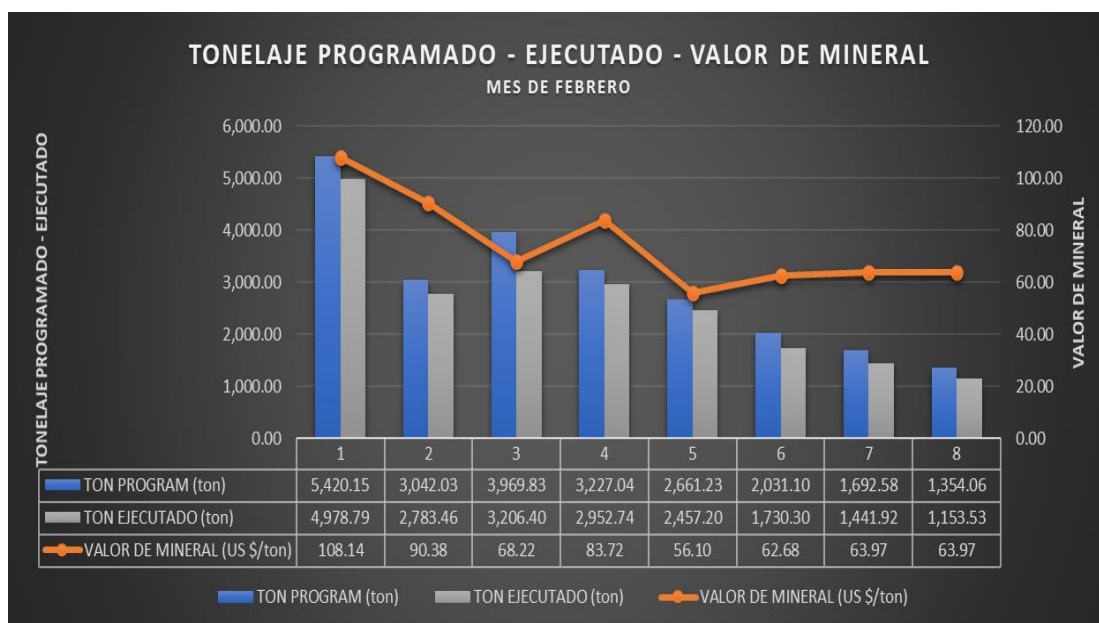
**Tabla 11. Parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, mes de febrero**

PARÁMETROS OPERACIONALES MINA CARIDAD - TALADROS LARGOS																				
MES DE FEBRERO																				
ZONA 2	ESTRUCTURA	METODO DE EXPLOTACIÓN	COD.	LABOR	Valores # CORTES	Altura Corte (m)	LONGITUD (m)	POTENCIA (m)	ANCHO MINADO (m)	DILUCIÓN TOTAL (%)	PRODUCCIÓN TM Ejecutado	TONELAJE DILUIDO	PRODUCCIÓN TM Progr	LEYES					VALOR MINERAL (US \$/ton)	
														Ag oz/t	Pb %	Zn %	Cu %	As %		
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	TJ-13E	1.0	20.0	40.00	2.10	2.25	0.08	5,420.15	441.35	4,978.79	5.36	0.92	1.37	0.03	1.37	108.14	
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	TJ-11	1.0	10.0	47.00	2.00	2.15	0.09	3,042.03	258.57	2,783.46	4.10	0.93	1.40	0.02	1.32	90.38	
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	TJ-9629	1.2	12.0	60.00	1.30	1.55	0.19	3,969.83	763.43	3,206.40	3.19	0.69	0.98	0.02	1.05	68.22	
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	TJ-9719 W	1.0	13.0	35.00	2.00	2.15	0.09	3,227.04	274.30	2,952.74	3.65	1.27	1.12	0.02	1.85	83.72	
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	TJ-9727	1.0	14.0	18.00	3.00	3.20	0.08	2,661.23	204.03	2,457.20	2.32	0.78	0.93	0.02	2.28	56.10	
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	TJ-9814E - 1	1.0	13.0	30.00	1.40	1.59	0.15	2,031.10	300.80	1,730.30	2.42	0.98	1.14	0.03	1.55	62.68	
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	TJ-9814E - 2	1.0	13.0	25.00	1.40	1.59	0.15	1,692.58	250.66	1,441.92	2.51	0.98	1.14	0.03	1.55	63.97	
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	TJ-9814W	1.0	13.0	20.00	1.40	1.59	0.15	1,354.06	200.53	1,153.53	2.51	0.98	1.14	0.03	1.55	63.97	
<b>Total general</b>	<b>Huancapeti</b>	<b>SLS</b>	<b>TJ</b>	<b>VARIOS</b>	<b>8.2</b>	<b>108.0</b>	<b>275.00</b>	<b>1.83</b>	<b>2.01</b>	<b>0.12</b>	<b>23,398.02</b>	<b>2,693.67</b>	<b>20,704.35</b>	<b>3.26</b>	<b>0.94</b>	<b>1.15</b>	<b>0.02</b>	<b>1.56</b>	<b>74.65</b>	



**Figura 21. Relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, mes de febrero**

Para el mes de febrero se programó 20,704.35 t y se ejecutó 20,704.35 t, el incremento del tonelaje es producto de la desviación de los taladros. La dilución mínima considera un valor de 0.08 % y un valor máximo de dilución de 0.15 %. La dilución durante el periodo de estudio fue de 0.12 %, el cual considera un tonelaje diluido de 2,693.67 t.



*Figura 22. Relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, mes de febrero*

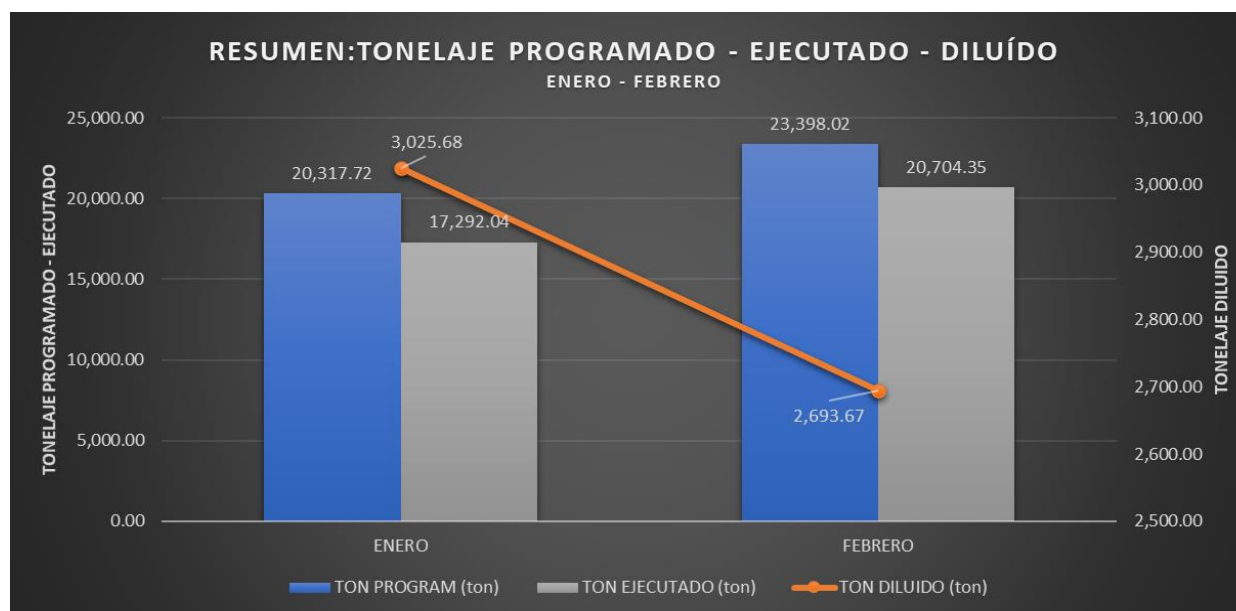
Los valores que consideran la dilución para el mes de febrero tienen un mínimo de 56.10 \$/t y un máximo de 108.14 \$/t. El valor promedio durante el periodo de evaluación fue de 74.65 \$/t.

- **Resumen de análisis de parámetros operacionales: enero - febrero**

El resumen del análisis de los parámetros operacionales durante el periodo enero y febrero (periodo base con desviación de taladro promedio de 1°) considera los siguientes resultados:

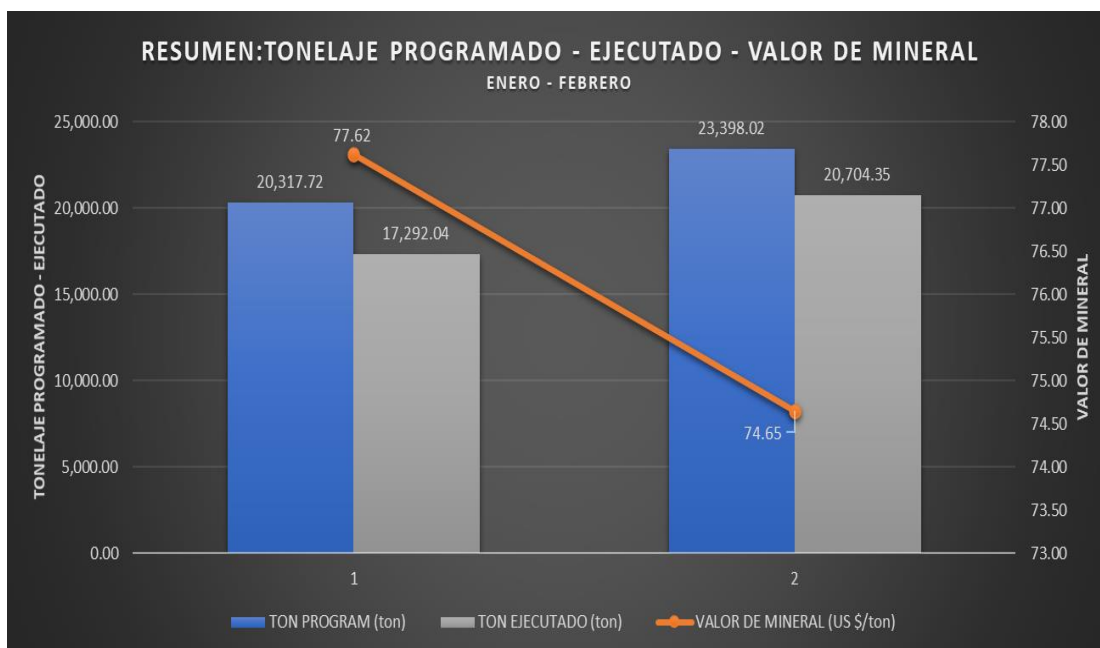
**Tabla 12. Resumen de parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, periodo enero - febrero**

RESUMEN DE PARÁMETROS OPERACIONALES MINA CARIDAD - TALADROS LARGOS																		
PERIODO: ENERO - FEBRERO																		
MES	ESTRUCTURA	METODO DE EXPLOTACIÓN	COD.	Valores # CORTES	Altura Corte (m)	LONGITUD (m)	POTENCIA (m)	ANCHO MINADO (m)	DILUCIÓN TOTAL (%)	PRODUCCIÓN TM Ejecutado	TONELAJE DILUIDO	PRODUCCIÓN TM Progr	LEYES					VALOR MINERAL (US \$/ton)
													Ag oz/t	Pb %	Zn %	Cu %	As %	
ENERO	Huancapeti	SLS	TJ	10.0	127.0	295.00	1.64	1.83	0.15	20,317.72	3,025.68	17,292.04	3.25	1.10	1.24	0.03	1.56	77.62
FEBRERO	Huancapeti	SLS	TJ	8.2	108.0	275.00	1.83	2.01	0.12	23,398.02	2,693.67	20,704.35	3.26	0.94	1.15	0.02	1.56	74.65
Total general	Huancapeti	SLS	TJ	18.2	235.0	570.00	1.73	1.92	0.14	43,715.74	5,719.35	37,996.38	3.25	1.02	1.20	0.03	1.56	76.14



**Figura 23. Resumen de relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, enero - febrero**

Durante el periodo de enero a febrero se programó 37,996.38 t, siendo el tonelaje ejecutado de 43,715.74 t, este mayor incremento del tonelaje es producto de la desviación de los taladros en 1° en promedio. La dilución mínima considera un valor de 0.12 % y un valor máximo de 0.15 %. La dilución promedio fue de 0.14 %, el cual considera un tonelaje diluido de 5,719.35 toneladas.



**Figura 24. Resumen de relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, periodo enero - febrero**

El valor de mineral durante el periodo de enero a febrero, considerando la dilución y generando leyes diluidas, genera valores mínimos de 74.65 \$/t y valores máximos de 77.62 \$/t. El valor promedio del valor de mineral durante el periodo de evaluación es de 76.14 \$/t.

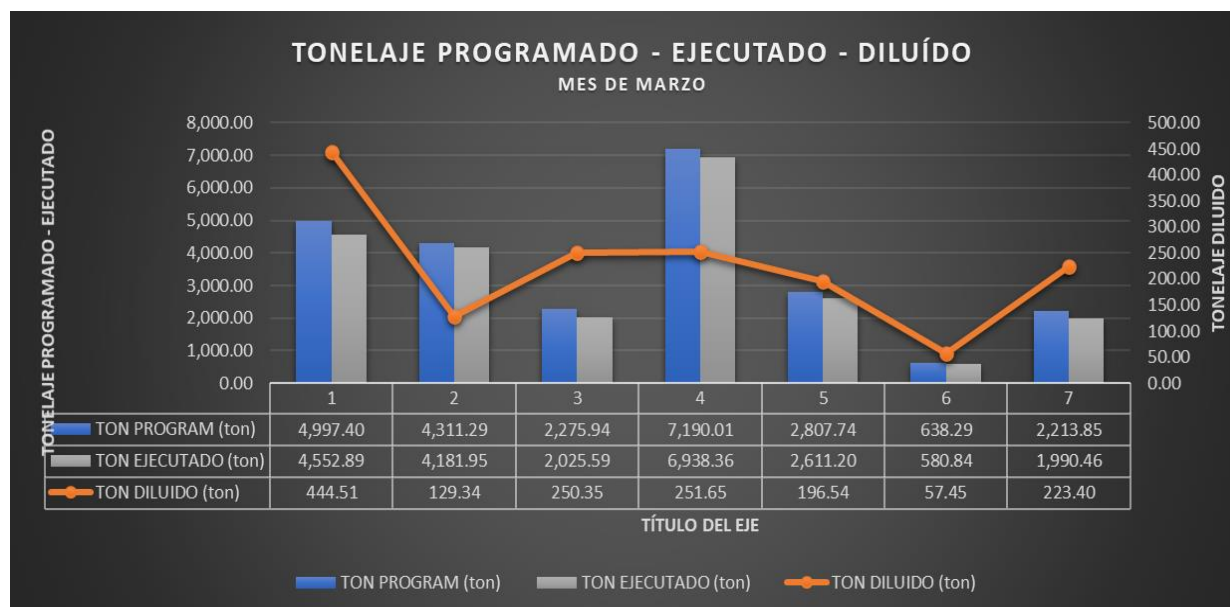
#### **b) Análisis de periodo base: marzo y abril**

- Análisis de parámetros operacionales – marzo

El análisis de los parámetros operacionales durante el mes de marzo considera los siguientes resultados:

**Tabla 13. Parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, mes de marzo**

PARÁMETROS OPERACIONALES MINA CARIDAD - TALADROS LARGOS																			
MES DE MARZO																			
ZONA 2	ESTRUCTURA	METODO DE EXPLOTACIÓN	COD.	LABOR	Valores # CORTES	Altura Corte (m)	LONGITUD (m)	POTENCIA (m)	ANCHO MINADO (m)	DILUCIÓN TOTAL (%)	PRODUCCIÓN TM Ejecutado	TONELAJE DILUIDO	PRODUCCIÓN TM Progr	LEYES					VALOR MINERAL (US \$/ton)
														Ag oz/t	Pb %	Zn %	Cu %	As %	
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	11	1.0	15.0	54.00	1.90	2.05	0.09	4,997.40	444.51	4,552.89	3.28	0.79	1.42	0.02	0.59	77.09
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	13	1.0	20.0	54.00	1.10	1.34	0.03	4,311.29	129.34	4,181.95	2.94	0.95	1.08	0.02	0.54	79.30
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9629	1.0	14.0	44.00	1.00	1.25	0.11	2,275.94	250.35	2,025.59	2.91	0.94	1.14	0.03	0.77	75.40
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9727	1.0	11.0	24.00	8.00	8.20	0.03	7,190.01	251.65	6,938.36	2.90	0.91	1.38	0.02	1.19	79.10
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9719 W	1.0	13.5	48.00	1.10	1.34	0.07	2,807.74	196.54	2,611.20	3.02	1.27	1.52	0.02	1.26	80.21
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9814E-2(-)	1.0	6.0	33.00	0.80	1.00	0.09	638.29	57.45	580.84	2.77	0.83	1.13	0.03	1.34	81.20
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9814E-3	1.0	17.0	33.00	1.10	1.20	0.10	2,213.85	223.40	1,990.46	2.82	1.09	1.20	0.03	1.28	77.30
<b>Total general</b>	<b>Huancapeti</b>	<b>SLS</b>	<b>TJ</b>	<b>VARIOS</b>	<b>7.0</b>	<b>96.5</b>	<b>290.00</b>	<b>2.14</b>	<b>2.34</b>	<b>0.07</b>	<b>24,434.51</b>	<b>1,553.23</b>	<b>22,881.28</b>	<b>2.95</b>	<b>0.97</b>	<b>1.27</b>	<b>0.02</b>	<b>1.00</b>	<b>78.51</b>

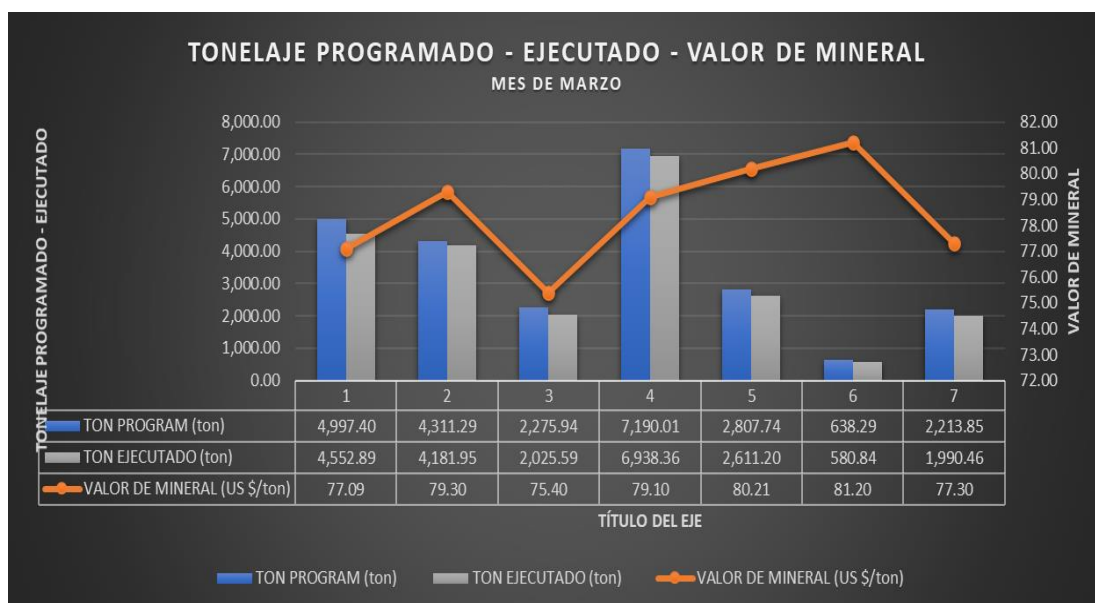


**Figura 25. Relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, mes de marzo**

Para el mes de marzo se programó 22,881.28 t, y se ejecutó 24,434.51 t, el incremento del tonelaje es producto de la desviación de los taladros.

La dilución mínima considera un valor de 0.03 % y un valor máximo de dilución de 0.11 %.

La dilución durante el periodo de estudio fue de 0.07 %, el cual considera un tonelaje diluido de 1,553.23 t.



**Figura 26. Relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, mes de marzo**

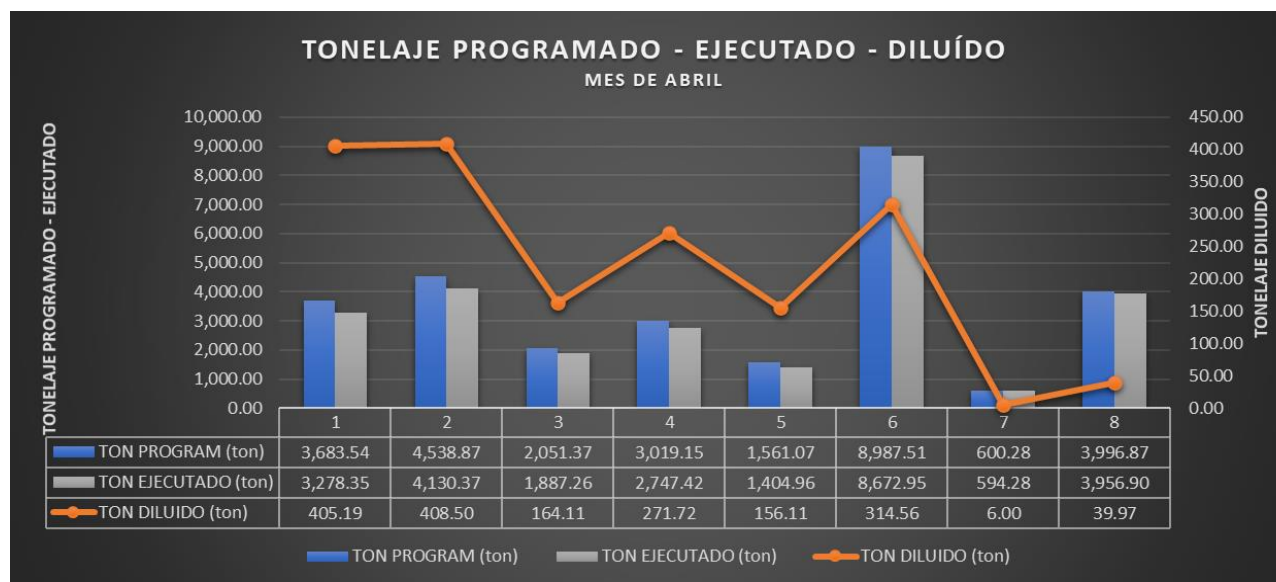
Los valores que consideran la dilución para el mes de marzo tienen un mínimo de 75.40 \$/t y un máximo de 81.20 \$/t. El valor promedio durante el periodo de evaluación fue de 78.51 \$/t.

- **Análisis de parámetros operacionales – abril**

El análisis de los parámetros operacionales durante el mes de abril considera los siguientes resultados:

**Tabla 14. Parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, mes de abril**

PARÁMETROS OPERACIONALES MINA CARIDAD - TALADROS LARGOS																			
MES DE ABRIL																			
ZONA 2	ESTRUCTURA	METODO DE EXPLOTACIÓN	COD.	LABOR	Valores # CORTES	Altura Corte (m)	LONGITUD (m)	POTENCIA (m)	ANCHO MINADO (m)	DILUCIÓN TOTAL (%)	PRODUCCIÓN TM Ejecutado	TONELAJE DILUIDO	PRODUCCIÓN TM Progr	LEYES					VALOR MINERAL (US \$/ton)
														Ag oz/t	Pb %	Zn %	Cu %	As %	
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9628	1.0	11.5	66.00	1.30	1.63	0.11	3,683.54	405.19	3,278.35	2.86	0.99	1.33	0.02	1.21	77.80
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	13 (+)	1.0	20.0	46.00	1.45	1.65	0.09	4,538.87	408.50	4,130.37	3.49	1.10	1.27	0.02	1.10	81.53
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	13 (-)	1.1	9.0	42.00	1.45	1.65	0.08	2,051.37	164.11	1,887.26	3.67	1.05	1.18	0.02	1.10	82.23
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9544	1.0	8.6	72.00	1.34	1.63	0.09	3,019.15	271.72	2,747.42	3.23	0.94	1.25	0.03	0.52	75.56
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9629	1.0	14.0	30.00	1.10	1.25	0.10	1,561.07	156.11	1,404.96	2.73	0.98	1.18	0.04	1.00	79.40
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9727	1.0	11.0	30.00	8.00	8.20	0.03	8,987.51	314.56	8,672.95	2.91	1.06	1.16	0.02	0.39	79.30
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9814E-2(-)	1.0	6.0	20.00	1.50	1.50	0.01	600.28	6.00	594.28	2.92	0.99	0.79	0.04	0.69	77.80
CARIDAD	Huancapeti	SLS	TJ	9814E-3(+)	1.0	17.0	47.00	1.50	1.50	0.01	3,996.87	39.97	3,956.90	2.92	1.29	1.68	0.04	0.69	81.23
<b>Total general</b>	<b>Huancapeti</b>	<b>SLS</b>	<b>TJ</b>	<b>VARIOS</b>	<b>8.1</b>	<b>97.1</b>	<b>353.00</b>	<b>2.21</b>	<b>2.38</b>	<b>0.07</b>	<b>28,438.65</b>	<b>1,766.16</b>	<b>26,672.49</b>	<b>3.09</b>	<b>1.05</b>	<b>1.23</b>	<b>0.03</b>	<b>0.84</b>	<b>79.36</b>

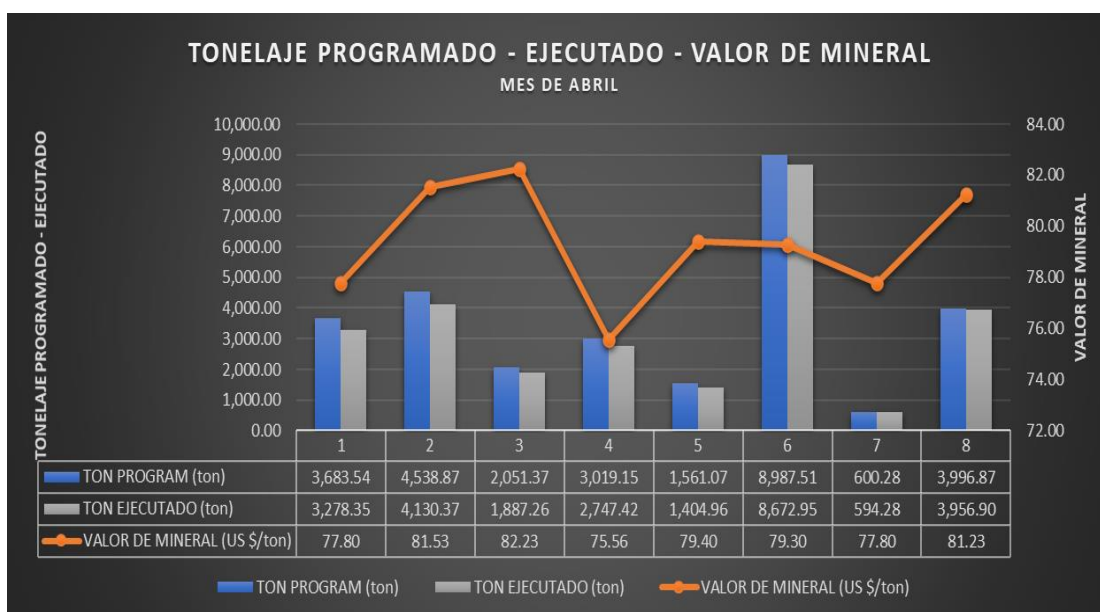


**Figura 27. Relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, mes de abril**

Para el mes de abril se programó 26,672.49 t y se ejecutó 28,438.65 t, el incremento del tonelaje es producto de la desviación de los taladros.

La dilución mínima considera un valor de 0.01 % y un valor máximo de dilución de 0.11 %.

La dilución durante el periodo de estudio fue de 0.07 %, el cual contempla un tonelaje diluido de 1,766.16 t.



**Figura 28. Relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, mes de abril**

Los valores que consideran la dilución para el mes de abril tienen un mínimo de 75.56 \$/t y un máximo de 82.23 \$/t. El valor promedio durante el periodo de evaluación fue de 79.36 \$/t.

- **Resumen de análisis de parámetros operacionales: marzo - abril**

El resumen del análisis de los parámetros operacionales durante el periodo marzo y abril (periodo optimizado con desviación de taladro promedio de 0.4°) tiene en cuenta los siguientes resultados:

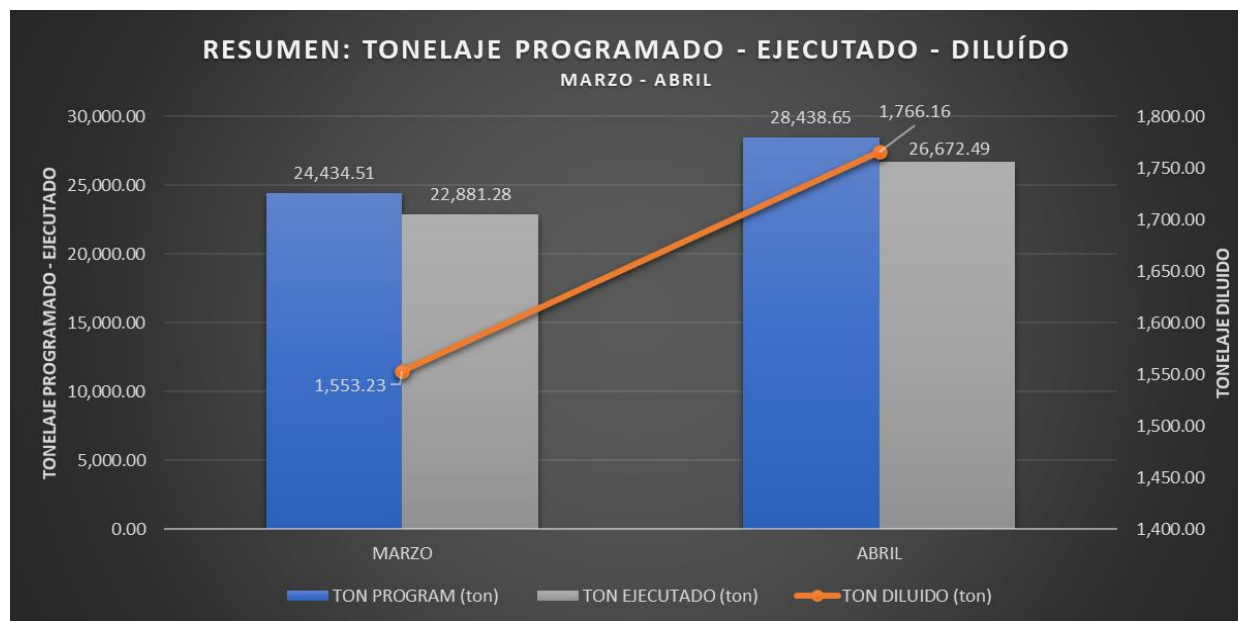


**Tabla 15. Resumen de parámetros operacionales de los tajos en la veta Huancapeti, periodo marzo - abril**

**RESUMEN DE PARÁMETROS OPERACIONALES MINA CARIDAD - TALADROS LARGOS**

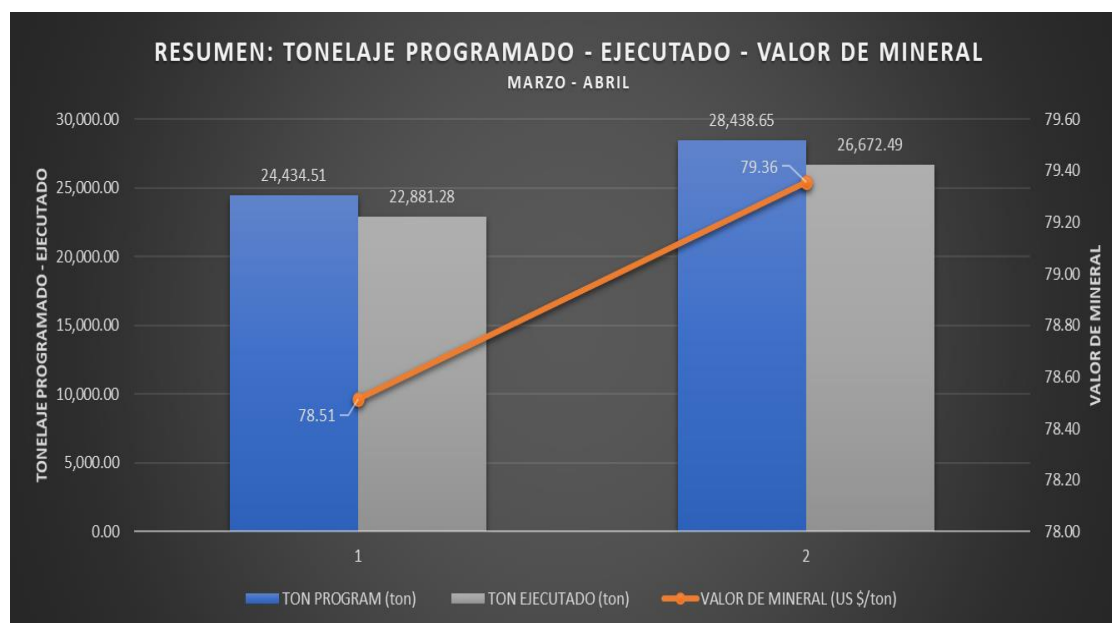
PERIODO: MARZO - ABRIL

MES	ESTRUCTURA	METODO DE EXPLOTACIÓN	COD.	Valores # CORTES	Altura Corte (m)	LONGITUD (m)	POTENCIA (m)	ANCHO MINADO (m)	DILUCIÓN TOTAL (%)	PRODUCCIÓN TM Ejecutado	TONELAJE DILUIDO	PRODUCCIÓN TM Progr	LEYES					VALOR MINERAL (US \$/ton)
													Ag oz/t	Pb %	Zn %	Cu %	As %	
MARZO	Huancapeti	SLS	TJ	7.0	96.5	290.00	2.14	2.34	0.07	24,434.51	1,553.23	22,881.28	2.95	0.97	1.27	0.02	1.00	78.51
ABRIL	Huancapeti	SLS	TJ	8.1	97.1	353.00	2.21	2.38	0.07	28,438.65	1,766.16	26,672.49	3.09	1.05	1.23	0.03	0.84	79.36
Total general	Huancapeti	SLS	TJ	15.1	193.6	643.00	2.17	2.36	0.07	52,873.17	3,319.39	49,553.77	3.02	1.01	1.25	0.03	0.92	78.94



**Figura 29. Resumen de relación de tonelaje programado, ejecutado y diluido, marzo - abril**

Para el mes de marzo a abril se programó 49,553.77 t, siendo 52,873.17 t ejecutadas, el mayor tonelaje producido es producto de la desviación de los taladros en 0.4° en promedio. La dilución mínima y máximo en ambos meses de estudios fue de 0.07 %. La dilución promedio fue de 0.07 %, el cual considera un tonelaje diluido de 3,319.39 toneladas.



**Figura 30. Resumen de relación de tonelaje programado, ejecutado y valor de mineral, periodo marzo - abril**

El valor de mineral durante el periodo de marzo a abril, considerando la dilución y generando leyes diluidas, genera valores mínimos de 78.51 \$/t y valores máximos de 79.36 \$/t. El valor promedio del valor de mineral durante el periodo de evaluación es de 78.94 \$/t.

El resumen del análisis de los parámetros operacionales considera una reducción en la desviación de taladros de 1° (enero – febrero) a 0.4° (marzo – abril), con una disminución de la dilución de 0.14 % a 0.07 %. La reducción de la dilución contempló un tonelaje diluido de 5,719.35 toneladas a 3,319.39 toneladas. Finalmente, el valor de mineral se incrementó de 76.14 US \$/t a 78.94 US \$/t.

### 4.3 Análisis de la granulometría post voladura

Durante el estudio de los parámetros operacionales en la veta Huancapetí, Nv 12, considerando la desviación de los taladros en 1° y 0.4° (escenario base y escenario optimizado), se realizó el análisis de la granulometría posvoladura con los softwares Split Desktop (escenario base) y Wipfrag (escenario optimizado) en ambos escenarios, considerando los tajos Tj 9653 y Tj 9790 para su evaluación.

Una vez analizado el grado de fragmentación posvoladura en los escenarios base y optimizado, se determinará el tamaño mínimo y máximo, así como el porcentaje pasante, asociado al P80 solicitado por planta concentradora y determinar el factor de llenado (fill factor) para determinar su influencia en el rendimiento o productividad de los equipos de acarreo.

a) Análisis de la granulometría – Tj 9653

✓ Escenario Base – Tj 9653



*Figura 31. Granulometría post voladura, Tj 9653 – escenario base*

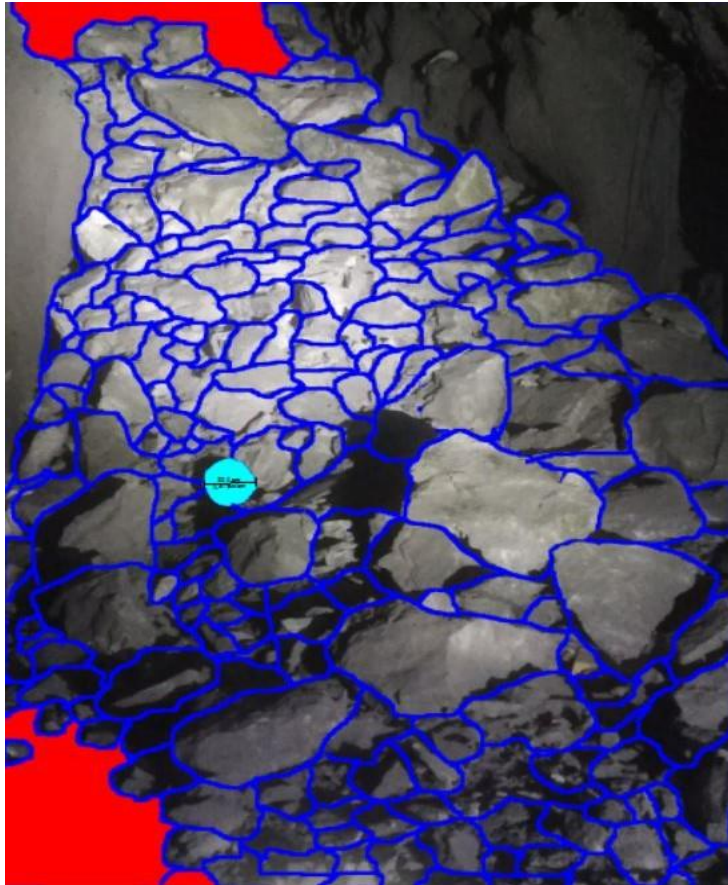


Figura 32. Análisis de granulometría post voladura, Tj 9653 – escenario base

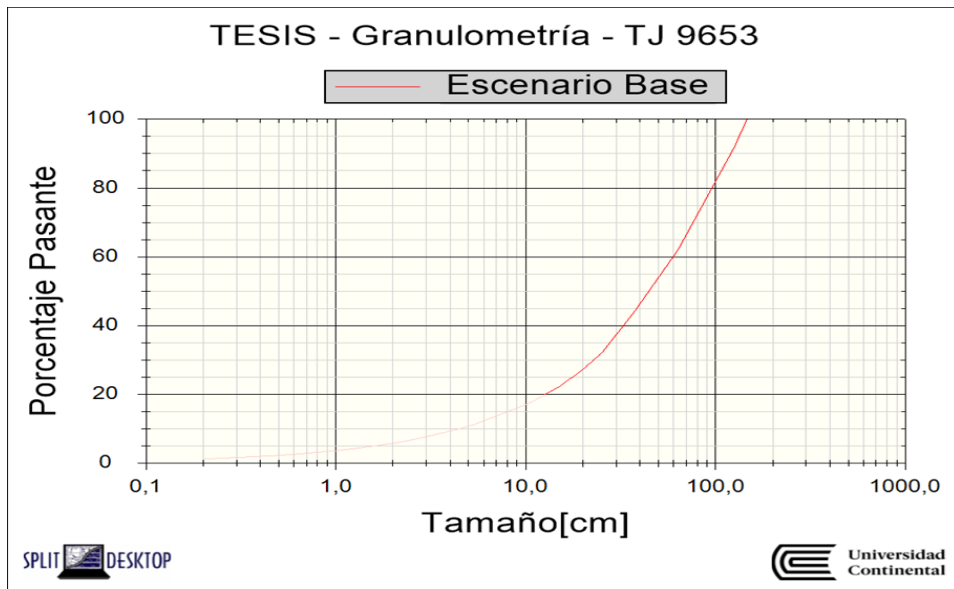


Figura 33. Curva granulométrica post voladura, Tj 9653 – escenario base

**Tabla 16. Pasante de la granulometría Tj 9653 – escenario base**

<b>GRANULOMETRÍA POST VOLADURA</b>			
TJ 9653 - ESCENARIO BASE			
PORCENTAJE PASANTE (%)		GRANULOMETRÍA - P80	
Granulometría[cm]	Porc.Pasante (%)	Porc. Pasante (%)	Granulometría[cm]
190,50	100,00	P10	4,49
127,00	92,06	P20	12,74
63,50	61,96	P30	23,13
38,10	44,24	P40	33,57
<b>25,40</b>	<b>32,14</b>	P50	44,73
20,32	27,33	P60	60,03
15,24	22,28	P70	78,82
10,16	17,22	<b>P80</b>	<b>101,05</b>
5,08	10,86	P90	122,25
2,54	6,84	Topsize (99,95%)	147,80
1,91	5,64		
1,27	4,30		
0,95	3,55		
0,64	2,70		
0,47	2,22		
0,20	1,24		

El análisis granulométrico realizado en el Tj 9653, considerando el escenario base, tiene en cuenta tamaños mínimos de 4.49 cm y un máximo de 147.80 cm. El P80 contempla un tamaño de 101.05 cm, esta mayor granulometría es producto de la desviación de taladros en 1°, generando sobre rotura y mayor dilución.

Al tener presente la granulometría de 25.4 cm (10 in) solo tiene un porcentaje pasante del 32.14 % lo que significa que el mineral mayor a esta granulometría no podrá pasar por la malla de 10 pulgadas, que es un promedio del 67 %, esto es producto de la sobre rotura generada por la desviación de taladros.

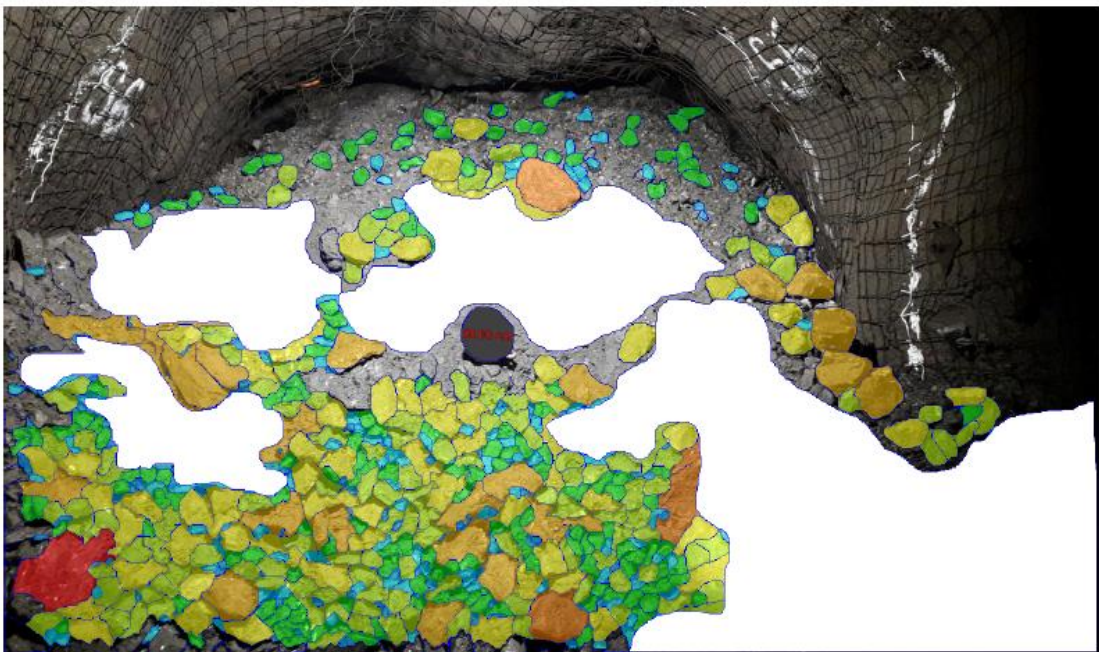
✓ **Escenario optimizado – Tj 9653**

Para el escenario optimizado se considera el control de la desviación de taladros, disminuyendo a 0.4°, generando mejores resultados en la fragmentación post voladura.

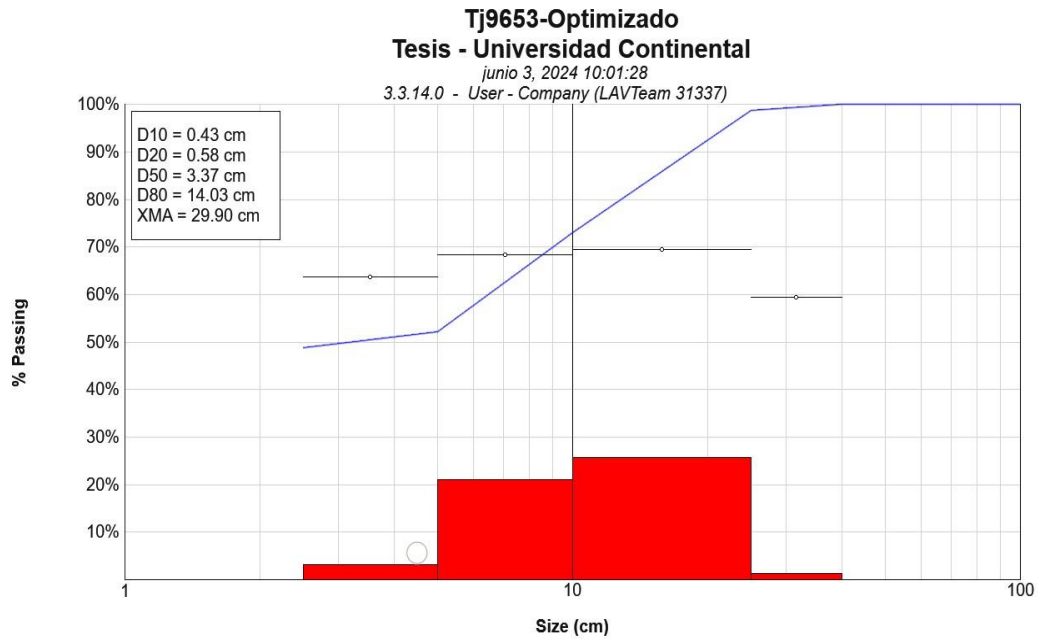




*Figura 34. Granulometría post voladura, Tj 9653 – escenario optimizado*



*Figura 35. Análisis de granulometría post voladura, Tj 9653 – escenario optimizado*



**Figura 36. Curva granulométrica post voladura, Tj 9653 – escenario optimizado**

**Tabla 17. Pasante de la granulometría Tj 9653 – escenario optimizado**

<b>GRANULOMETRÍA POST VOLADURA</b>			
TJ 9653 - ESCENARIO OPTIMIZADO			
PORCENTAJE PASANTE (%)		GRANULOMETRÍA - P80	
Granulometría [cm]	Porc. Pasante (%)	Porc. Pasante (%)	Granulometría [cm]
100,00	100,00	P10	0.30
90,00	100,00	P20	0.58
80,00	100,00	P50	3.37
60,00	100,00	<b>P80</b>	<b>14.03</b>
40,00	100,00	XMA	29.90
<b>25,00</b>	<b>98,75</b>		
10,00	73,15		
5,00	52,07		
2,50	48,91		
1,0	48,50		

El análisis granulométrico realizado en el Tj 9653, considerando el escenario optimizado, tiene en cuenta tamaños mínimos de 0.30 cm y un máximo de 29.90 cm. El P80 contempla un tamaño de 14.03 cm, siendo el 20 % de mineral mayor a este tamaño, esto producto de la disminución de la desviación de taladros en 0.4°, controlando la sobre rotura y dilución.

Al considerar el análisis de la granulometría en el porcentaje pasante de 25.0 cm (10in) en el escenario optimizado tiene en cuenta un porcentaje pasante del 98.75 %, mejorando al escenario base considerado con el 32.14 %.



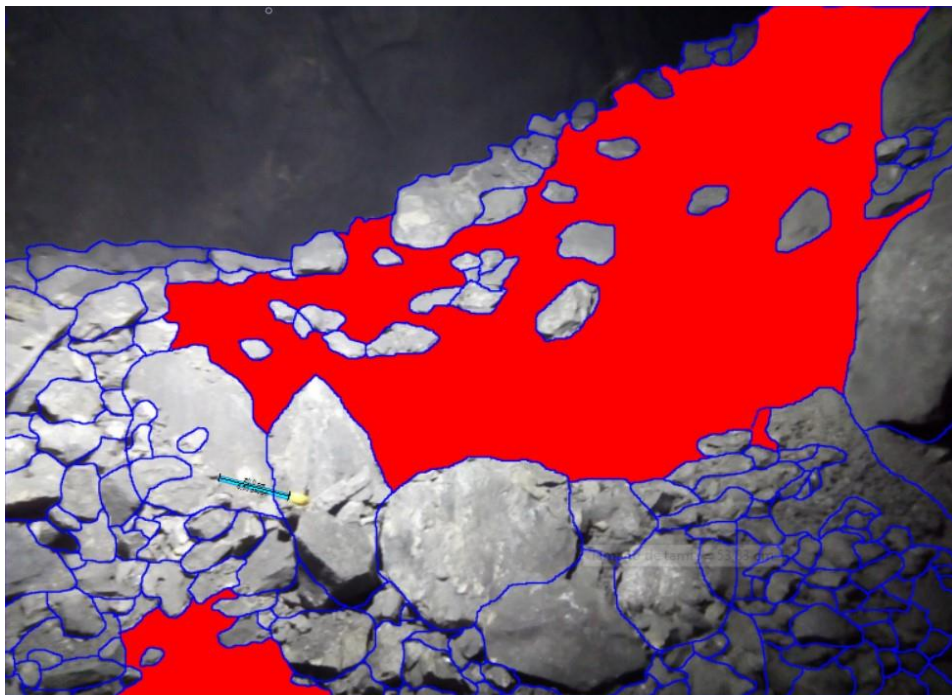
Esta mejora en el porcentaje pasante producto de la reducción de la desviación de taladros fue controlado mediante el uso de los instrumentos electrónicos (PeeWee), el estado del equipo de perforación, diámetro de perforación, destreza del operador, control en la vida útil de los aceros de perforación y dominios geomecánicos del macizo rocoso.

**b) Análisis de la granulometría – Tj 9790**

✓ **Escenario Base – Tj 9790**

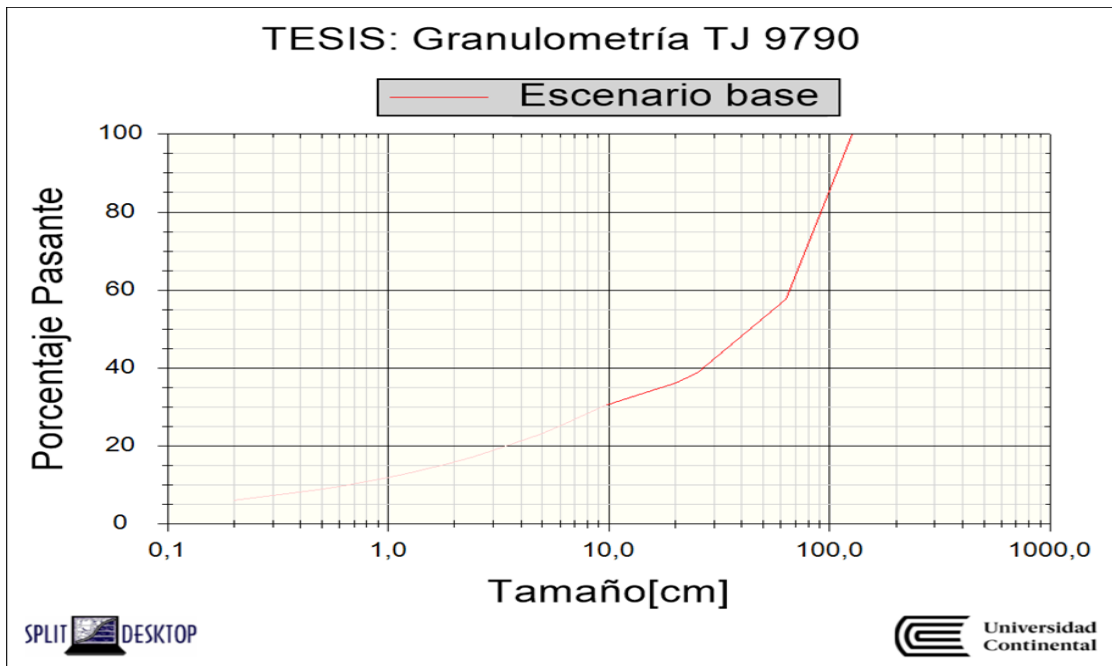


*Figura 37. Granulometría post voladura, Tj 9790 – escenario base*



*Figura 38. Análisis de granulometría post voladura, Tj 9790 – escenario base*





*Figura 39. Curva granulométrica post voladura, Tj 9790 – escenario base*

*Tabla 18. Pasante de la granulometría Tj 9790 – escenario base*

<b>GRANULOMETRÍA POST VOLADURA</b>			
TJ 9790 - ESCENARIO BASE			
PORCENTAJE PASANTE (%)		GRANULOMETRÍA - P80	
Granulometría[cm]	Porc. Pasante (%)	Porc. Pasante (%)	Granulometría[cm]
190,50	100,00	P10	0,65
127,00	99,79	P20	3,47
63,50	57,59	P30	9,29
38,10	46,89	P40	27,20
<b>25,40</b>	<b>38,88</b>	P50	44,14
20,32	36,03	P60	67,92
15,24	33,76	P70	82,62
10,16	30,81	<b>P80</b>	<b>95,99</b>
5,08	23,41	P90	110,27
2,54	17,58	Topsize (99,95%)	127,30
1,91	15,61		
1,27	13,19		
0,95	11,70		
0,64	9,87		
0,47	8,75		
0,20	6,10		

El análisis granulométrico realizado en el Tj 9790, considerando el escenario base, tiene presente tamaños mínimos de 0.65 cm y un máximo de 127.30 cm. El P80 contempla un

tamaño de 95.99 cm, esta mayor granulometría es producto de la desviación de taladros en 1°, generando sobre rotura y mayor dilución.

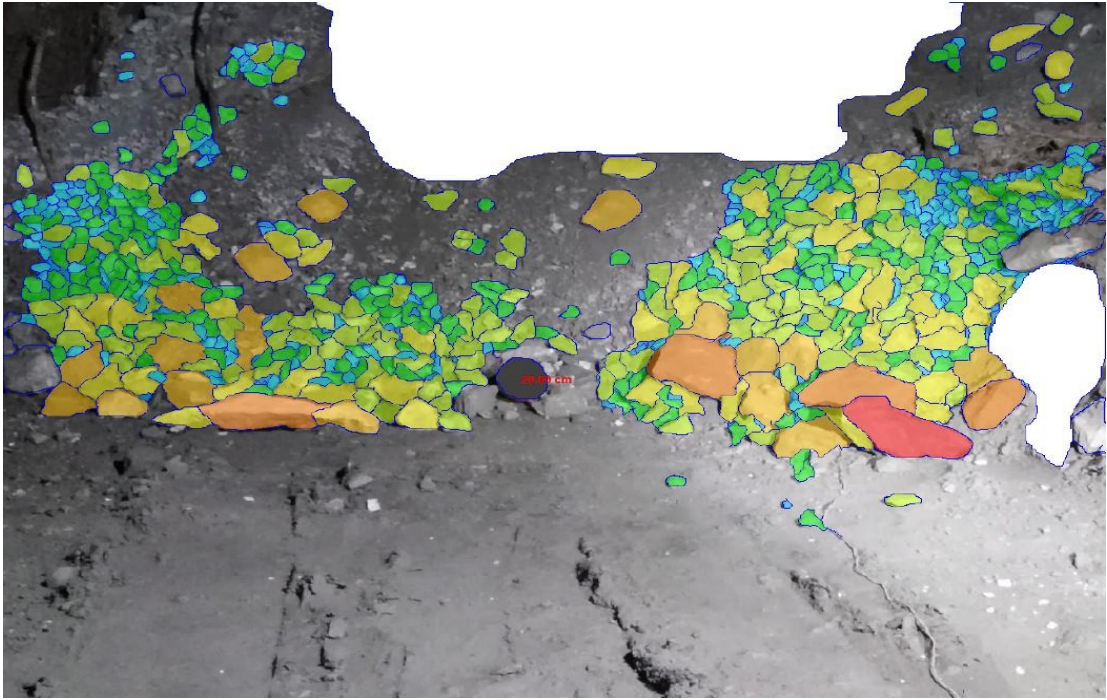
Al tener en cuenta la granulometría de 25.4 cm (10 in) solo tiene un porcentaje pasante del 38.88 % lo que significa que el mineral mayor a esta granulometría no podrá pasar por la malla de 10 pulgadas, que es un promedio del 62 %, esto es producto de la sobre rotura generada por la desviación de taladros.

#### ✓ Escenario Optimizado – Tj 9790

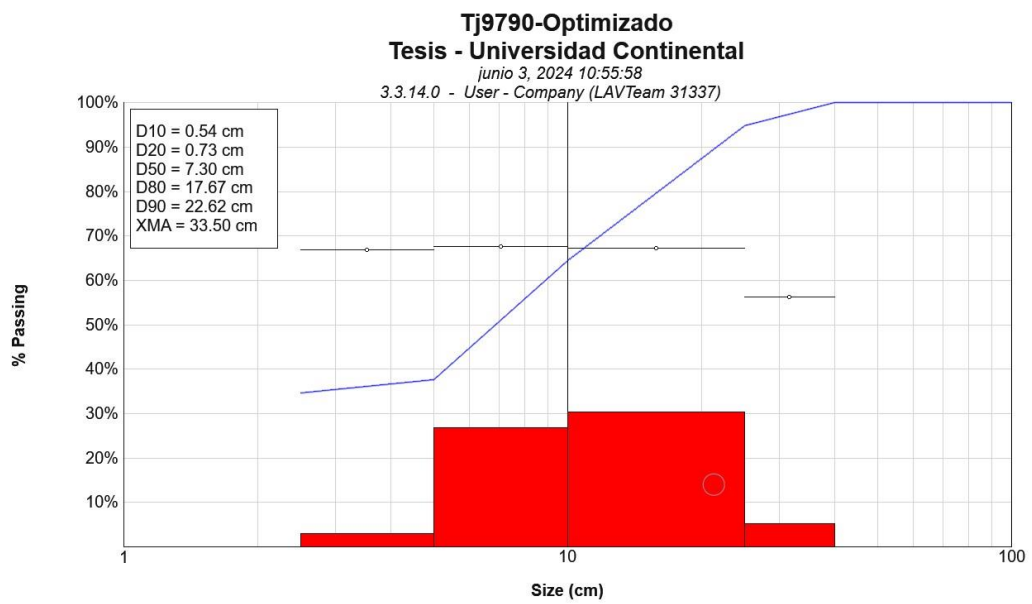
Para el escenario optimizado se considera el control de la desviación de taladros, disminuyendo a 0.4°, generando mejores resultados en la fragmentación del mineral post voladura.



*Figura 40. Granulometría post voladura, Tj 9790 – escenario optimizado*



*Figura 41. Análisis de granulometría post voladura, Tj 9790 – escenario optimizado*



*Figura 42. Curva granulométrica post voladura, Tj 9790 – escenario optimizado*

**Tabla 19. Pasante de la granulometría Tj 9790 – escenario optimizado**

<b>GRANULOMETRÍA POST VOLADURA</b>			
TJ 9790 - ESCENARIO OPTIMIZADO			
PORCENTAJE PASANTE (%)		GRANULOMETRÍA - P80	
Granulometría[cm]	Porc.Pasante (%)	Porc. Pasante (%)	Granulometría[cm]
100,00	100,00	P10	0.54
90,00	100,00	P20	0.73
80,00	100,00	P50	7.30
60,00	100,00	<b>P80</b>	<b>17.67</b>
40,00	100,00	P90	22.62
<b>25,00</b>	<b>94.80</b>	XMA	33.50
10,00	64.51		
5,00	37.61		
2,50	34.59		
1,0	34.22		

El análisis granulométrico realizado en el Tj 9790, considerando el escenario optimizado, tiene presente tamaños mínimos de 0.54 cm y un máximo de 33.50 cm. El P80 contempla un tamaño de 17.67 cm, siendo el 20 % de mineral mayor a este tamaño, esto producto de la disminución de la desviación de taladros en 0.4°, controlando la sobre rotura y dilución.

Al tener en cuenta el análisis de la granulometría en el porcentaje pasante de 25.0 cm (10 in) en el escenario optimizado considera un porcentaje pasante del 94.80 %, mejorando al escenario base considerado con el 38.88 %.

Esta mejora en el porcentaje pasante producto de la reducción de la desviación de taladros, fue controlado mediante el uso de los instrumentos electrónicos (PeeWee), el estado del equipo de perforación, diámetro de perforación, destreza del operador, control en la vida útil de los aceros de perforación y dominios geomecánicos del macizo rocoso.

**c) Resumen del análisis de la granulometría: Tj 9653 – Tj 9790**

Durante el estudio de análisis granulométrico en los tajos Tj 9653 y Tj 9790 considerando los escenarios base y optimizado, contempla los siguientes resultados:

✓ **Resumen de análisis de la granulometría del Tj 9653**

**Tabla 20. Resumen del análisis de la granulometría Tj 9653**

<b>ANÁLISIS DE LA GRANULOMETRÍA</b>				
<b>TJ - 9653</b>				
TAJO	ESCENARIO	P80 (cm)	PORCENTAJE PASANTE (%)	FACTOR LLENADO (%)
9653	Base	101.05	32.14	65
9653	Optimizado	14.03	98.75	85
<b>MEJORA</b>		<b>87.02</b>	<b>66.61</b>	<b>20</b>

El resultado de la granulometría obtenido en el Tj 9653 considera un P80 en el escenario base de 101.05 cm y de 14.03 cm en el escenario optimizado, generando una disminución de la granulometría en 87.02 cm. Asimismo, el porcentaje pasante considera un 32.14 % en el escenario base y una mejora en el escenario optimizado de 98.75%, esto permitió un incremento del 66.61% lo que indica un mayor tonelaje de mineral procesado. El control de la granulometría en los escenarios base y programado considera factores de llenado del 65 % y 85 % respectivamente, generando una mejora en el control de la granulometría con una mejora del factor de llenado en 20 %.

✓ **Resumen de análisis de la granulometría del Tj 9790**

**Tabla 21. Resumen del análisis de la granulometría Tj 9790**

<b>ANÁLISIS DE LA GRANULOMETRÍA</b>				
<b>TJ - 9790</b>				
TAJO	ESCENARIO	P80 (cm)	PORCENTAJE PASANTE (%)	FACTOR LLENADO (%)
9790	Base	95.99	38.88	67
9790	Optimizado	17.67	94.80	87
<b>MEJORA</b>		<b>78.32</b>	<b>55.92</b>	<b>20</b>

El resultado de la granulometría obtenido en el Tj 9790 considera un P80 en el escenario base de 95.99 cm y de 17.67 cm en el escenario optimizado, generando una disminución de la granulometría en 78.32 cm. Asimismo, el porcentaje pasante considera un 38.88 % en el escenario base y una mejora en el escenario optimizado de 94.80 %, esto permitió un incremento del 55.92 % lo que indica un mayor tonelaje de mineral procesado. El control de la granulometría en los escenarios base y programado considera factores de llenado del 67 % y 87 % respectivamente, generando una mejora en el control de la granulometría con una mejora del factor de llenado en 20 %.

✓ **Resumen de análisis de la granulometría de los escenarios base y optimizado**

El escenario base, considera el análisis granulométrico de los tajos Tj 9653 y Tj 9790.

**Tabla 22. Resumen del análisis de la granulometría – escenario base**

<b>RESUMEN DE ANÁLISIS DE LA GRANULOMETRÍA - BASE</b>				
TAJOS: Tj 9653 - Tj 9790				
TAJO	ESCENARIO	P80 (cm)	PORCENTAJE PASANTE (%)	FACTOR DE LLENADO (%)
9653	Base	101.05	32.14	65
9790	Base	95.99	38.88	67
<b>PROMEDIO MEJORA</b>		<b>98.52</b>	<b>35.51</b>	<b>66.00</b>

El resultado de la granulometría obtenido en el escenario base considera un P80 de 98.52 cm en promedio. Asimismo, el porcentaje pasante considera un valor promedio del 35.51 % lo que indica un menor tonelaje de mineral procesado. El valor alto de la granulometría es producto de la desviación de taladros en 1°, generando el incremento en el P80 y un bajo porcentaje pasante, el cual se observa en el factor de llenado con un 66 % en promedio.

**Tabla 23. Resumen del análisis de la granulometría – escenario optimizado**

<b>RESUMEN DE ANÁLISIS DE LA GRANULOMETRÍA - OPTIMIZADO</b>				
TAJOS: Tj 9653 - Tj 9790				
TAJO	ESCENARIO	P80 (cm)	PORCENTAJE PASANTE (%)	FACTOR DE LLENADO (%)
9653	Optimizado	14.03	98.75	85
9790	Optimizado	17.67	94.80	87
<b>PROMEDIO MEJORA</b>		<b>15.85</b>	<b>96.78</b>	<b>86.00</b>

El resultado de la granulometría obtenido en el escenario optimizado considera un P80 de 15.85 cm en promedio. Asimismo, el porcentaje pasante contempla un valor promedio del 96.78% lo que indica un mayor tonelaje de mineral procesado. El valor bajo de la granulometría es producto del control de la desviación de taladros en 0.4°, mejorando el P80 y un alto porcentaje pasante, el cual considera un valor del 86 % en el factor de llenado.

#### **4.4 Análisis del rendimiento de equipos de acarreo**

De acuerdo al análisis del grado de fragmentación en los escenarios base y optimizado se obtuvieron el factor de llenado, considerando el factor de llenado del 66 % en el escenario base y el factor de llenado del 86 % en el escenario optimizado.

Para el cálculo de la capacidad efectiva de los equipos de acarreo se considera el análisis del scoop 4.2 yd<sup>3</sup>, de marca y modelo CAT R 1300. Los parámetros operacionales contemplan un factor de esponjamiento del 60 % y una densidad de 3 ton/m<sup>3</sup>, para determinar la capacidad efectiva en los Tj 9653 y 9790, escenarios base y optimizado.

##### **a) Análisis de la capacidad efectiva scoops 4.2 yd<sup>3</sup> – Tj 9653**

Se considera el análisis de la capacidad efectiva, coontemplando los escenarios base y optimizado.

**Tabla 24. Análisis de la capacidad efectiva, Tj 9653**

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE EQUIPOS DE ACARREO - SCOOP 4.2 YD3								
TJ - 9653								
TAJO	ESCENARIO	FACTOR ESPONJAMIENTO (%)	DENSIDAD (TM/m3)	Conversion (yd3 - m3)	CAPAC. NOMINAL (YD3)	P80 (cm)	FACTOR LLENADO (%)	CAPACIDAD EFECTIVA (ton)
9653	Base	60%	3	0.764555	4.2	101.05	65%	10.02
9653	Optimizado	60%	3	0.764555	4.2	14.03	85%	13.10
MEJORA						87.02	20%	3.08

El análisis de la capacidad efectiva de os scoops de 4.2 yd<sup>3</sup> considera un P80 de 101.05 cm y 14.03 en los escenarios base y optimizado respectivamente. Asimismo, se tiene en cuenta un factor de llenado de 65% y 85 % en los mismos escenarios analizados. Los resultados obtenidos, contemplando los parámetros obtenidos en los ítems anteriores (P80 y factor de llenado), definiendo capacidades efectivas de 10.02 toneladas y 13.10 toneladas en los escenarios base y optimizado respectivamente, mejorando en 3.02 toneladas, incrementando el rendimiento de los equipos de acarreo.

**b) Análisis de la capacidad efectiva Scoops 4.2 yd<sup>3</sup> – Tj 9790**

Se considera el análisis de la capacidad efectiva, teniendo en cuenta los escenarios base y optimizado.

**Tabla 25. Análisis de la capacidad efectiva, Tj 9790**

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE EQUIPOS DE ACARREO - SCOOP 4.2 YD3								
TJ - 9790								
TAJO	ESCENARIO	FACTOR ESPONJAMIENTO (%)	DENSIDAD (TM/m3)	Conversion (yd3 - m3)	CAPAC. NOMINAL (YD3)	P80 (cm)	FACTOR LLENADO (%)	CAPACIDAD EFECTIVA (ton)
9790	Base	60%	3	0.764555	4.2	95.99	67%	10.33
9790	Optimizado	60%	3	0.764555	4.2	17.67	87%	13.41
MEJORA						78.32	20%	3.08

El análisis de la capacidad efectiva de los scoops de 4.2 yd<sup>3</sup> considera un P80 de 95.99 cm y 17.67 en los escenarios base y optimizado respectivamente. Asimismo, se contempla un factor de llenado de 67% y 87 % en los mismos escenarios analizados. Los resultados obtenidos, teniendo en cuenta los parámetros obtenidos en los ítems anteriores (P80 y factor de llenado), definiendo capacidades efectivas de 10.33 toneladas y 13.41 toneladas en los escenarios base y optimizado respectivamente, mejorando en 3.08 toneladas, incrementando el rendimiento de los equipos de acarreo.

**c) Resumen del análisis de la capacidad efectiva scoops 4.2 yd<sup>3</sup>**

Se considera el análisis de la capacidad efectiva, contemplando los escenarios base y optimizado en los tajos analizados.

**Tabla 26. Resumen del análisis de la capacidad efectiva**

RESUMEN: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE EQUIPOS DE ACARREO - SCOOP 4.2 YD3							
ESCENARIOS: BASE - OPTIMIZADO							
ESCENARIO	FACTOR ESPONJAMIENTO (%)	DENSIDAD (TM/m <sup>3</sup> )	Conversion (yd <sup>3</sup> - m <sup>3</sup> )	CAPAC. NOMINAL (yd <sup>3</sup> )	P80 (cm)	FACTOR LLENADO (%)	CAPACIDAD EFECTIVA (ton)
Base	60%	3	0.764555	4.2	98.52	66%	10.17
Optimizado	60%	3	0.764555	4.2	15.85	86%	13.26
PROMEDIO	60%	3	0.764555	4.2	-82.67	20%	3.08

El resumen del análisis de la capacidad efectiva de los scoops de 4.2 yd<sup>3</sup>, considerando el escenario base, define un P80 promedio de 98.52 cm y un factor de llenado del 66 % y para el escenario optimizado genera una reducción del P80 en 15.85 cm y un incremento del factor de llenado en 86 %.

Las mejoras observadas en el escenario óptimo permiten la mejora de la capacidad efectiva de 10.17 toneladas (escenario base) a 13.26 t (escenario optimizado) con un incremento en el rendimiento de los equipos de acarreo en 3.08 toneladas, mejorando el rendimiento operacional.

#### 4.5 Validación de las hipótesis planteadas

En base al problema general y específicos planteados en el presente estudio, se consideró el análisis de la desviación de taladros largos en la veta Huancapeti, Nv 12 y su influencia en los parámetros operacionales de la mina Caridad de la Compañía Minera Lincuna. Para la validación de las hipótesis planteadas se considera la influencia de la desviación de los taladros largos en el tonelaje, dilución y valor de mineral en los periodos enero – febrero y marzo - abril, asimismo, se valida la granulometría asociada a los escenarios base y optimizado teniendo en cuenta el P80 (cm), porcentaje pasante y el factor de llenado, en los tajos Tj 9653 y Tj 9790. Finalmente, se valida la hipótesis asociada a la capacidad efectiva de scoops de 4.2 yd<sup>3</sup> en escenarios base y optimizado, considerando el factor de llenado en los tajos Tj 9653 y Tj 9790.

##### a) Validación de la hipótesis 1: parámetros operacionales

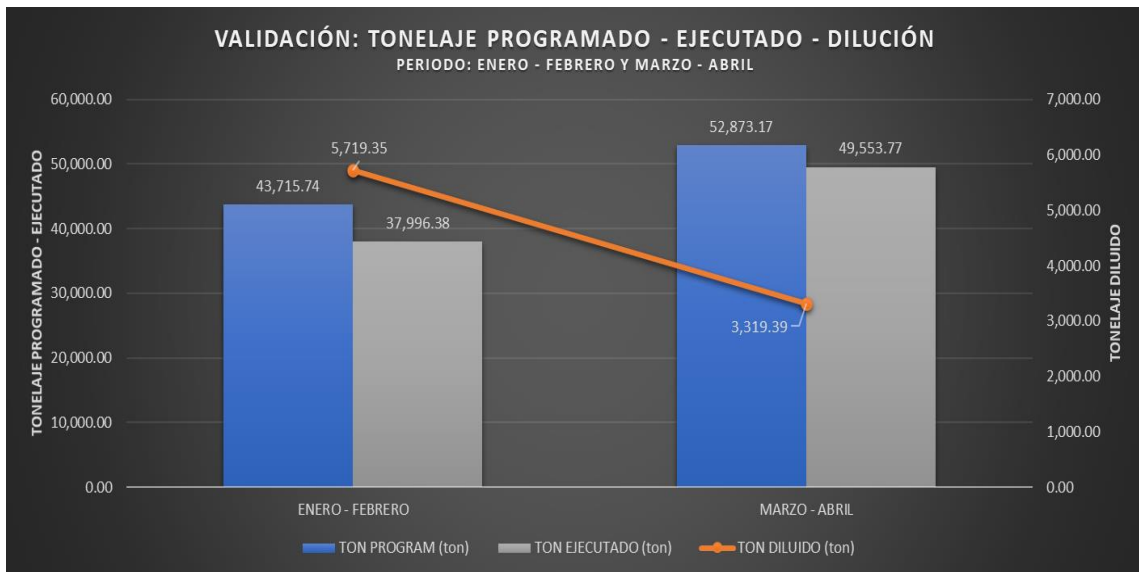
Para realiza el análisis de las variables operacionales se considera los periodos enero – febrero (escenario base) y el periodo marzo – abril (escenario optimizado).

Se considera definir la influencia de la desviación de taladros largos con la producción programado y producción ejecutada, considerando la dilución asociada, para luego ver la variación del valor de mineral en los escenarios base y optimizado.

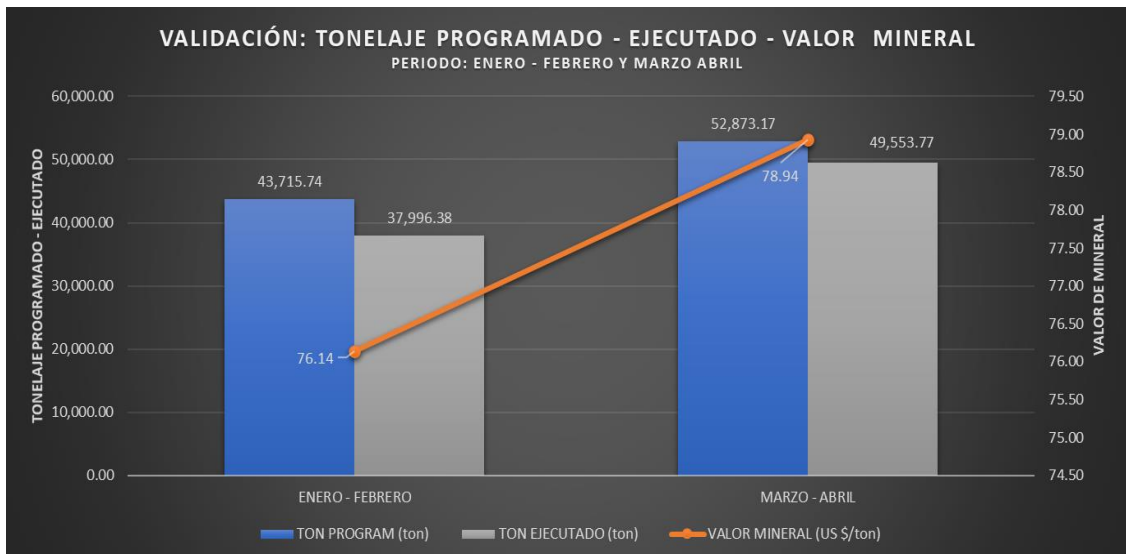


**Tabla 27. Validación de los parámetros operacionales**

VALIDACIÓN: PARÁMETROS OPERACIONALES MINA CARIDAD - TALADROS LARGOS												
PERIODO: ENERO - FEBRERO												
PERIODO	POTENCIA (m)	ANCHO MINADO (m)	DILUCIÓN TOTAL (%)	PRODUCCIÓN TM Ejecutado	TONELAJE DILUIDO	PRODUCCIÓN TM Progr	LEYES					VALOR MINERAL (US \$/ton)
							Ag oz/t	Pb %	Zn %	Cu %	As %	
ENERO - FEBRERO	1.73	1.92	0.14	43,715.74	5,719.35	37,996.38	3.25	1.02	1.20	0.03	1.56	76.14
MARZO - ABRIL	2.17	2.36	0.07	52,873.17	3,319.39	49,553.77	3.02	1.01	1.25	0.03	0.92	78.94
MEJORA	0.4	0.4	-0.07	9,157.4	-2,400.0	11,557.4	-0.2	0.0	0.1	0.0	-0.6	2.8



**Figura 43. Validación de tonelaje programado, ejecutado y dilución**



**Figura 44. Validación de tonelaje programado, ejecutado y dilución**

El resumen del análisis de los parámetros operacionales considera una reducción en la desviación de taladros de 1° (enero – febrero) a 0.4° (marzo – abril), con una disminución de la dilución de 0.14% a 0.07%. La reducción de la dilución contempló un tonelaje diluido de

5,719.35 toneladas a 3,319.39 toneladas. Finalmente, el valor de mineral se incrementó de 76.14 \$/t a 78.94 \$/t.

### b) Validación de la hipótesis 2: granulometría post voladura

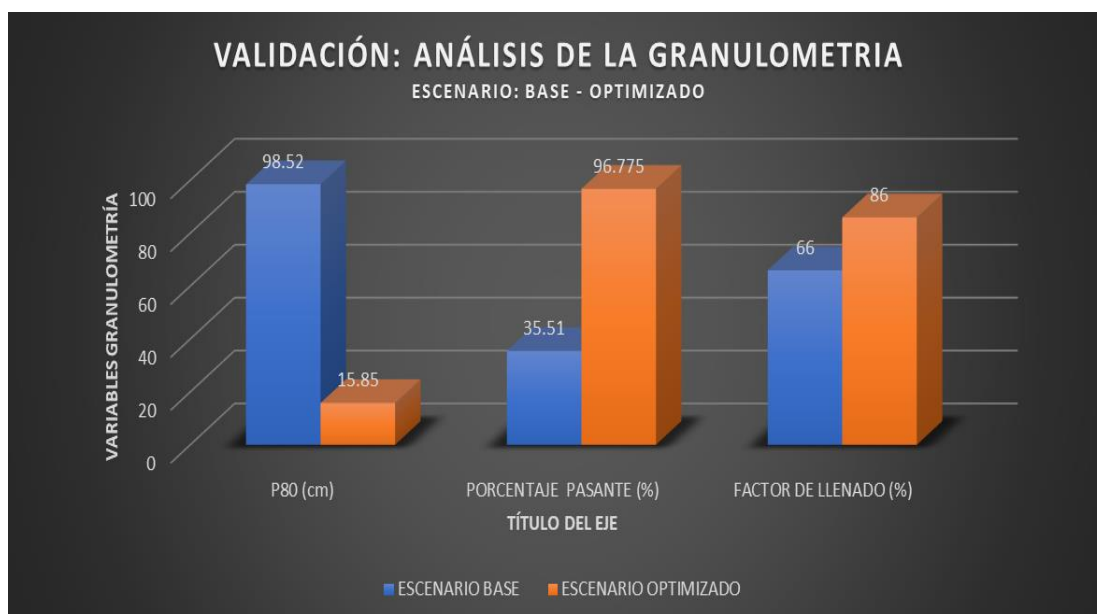
Para realiza el análisis de la granulometría posvoladura se considera la evaluación de los Tj 9653 y Tj 9790 en los escenarios base y optimizado.

Se realiza el análisis de los parámetros operacionales como: P80 (cm), porcentaje pasante (%) y factor de llenado (%).

**Tabla 28. Validación de análisis de la granulometría en los tajos Tj 9653 y 9790**

VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS: ANÁLISIS DE LA GRANULOMETRÍA				
TAJOS: Tj 9653 - Tj 9790				
ESCENARIO	TAJO	P80 (cm)	PORCENTAJE PASANTE (%)	FACTOR DE LLENADO (%)
BASE	9653 - 9790	98.52	35.51	66
OPTIMIZADO	9653 - 9790	15.85	96.775	86
<b>DIFERENCIA MEJORA</b>		<b>83.52</b>	<b>61.27</b>	<b>20</b>

El resultado de la granulometría obtenido en el escenario base considera un P80 de 98.52 cm en promedio. Asimismo, el porcentaje pasante considera un valor promedio del 35.51 % lo que indica un menor tonelaje de mineral procesado. El valor alto de la granulometría es producto de la desviación de taladros en 1°, generando el incremento en el P80 y un bajo porcentaje pasante, el cual se observa en el factor de llenado con un 66% en promedio.



**Figura 45. Validación de la granulometría, porcentaje pasante y factor llenado**

El resultado de la granulometría obtenido en el escenario optimizado considera un P80 de 15.85 cm en promedio. Asimismo, el porcentaje pasante contempla un valor promedio del 96.78% lo que indica un mayor tonelaje de mineral procesado. El valor bajo de la granulometría es producto del control de la desviación de taladros en 0.4°, mejorando el P80 y un alto porcentaje pasante, el cual tiene en cuenta un valor del 86 % en el factor de llenado.

Finalmente, el análisis comparativo entre los escenarios analizados base y optimizado se observa una disminución del P80 de 98.52 cm a 15.85 cm, asimismo, el incremento del porcentaje pasante de 35.51 % a 96.78 % y una mejora del factor de llenado de 66 % a 86 %.

### c) Validación de la capacidad efectiva – scoops de 4.2 yd<sup>3</sup>

Una vez definido los parámetros operacionales asociados al análisis de la granulometría de los Tj 9653 y Tj 9790, como el P80 y factor de llenado, se analizará la capacidad efectiva en scoops de 4.2 yd<sup>3</sup>, asociados a la veta Huancapetí, Nv 12.

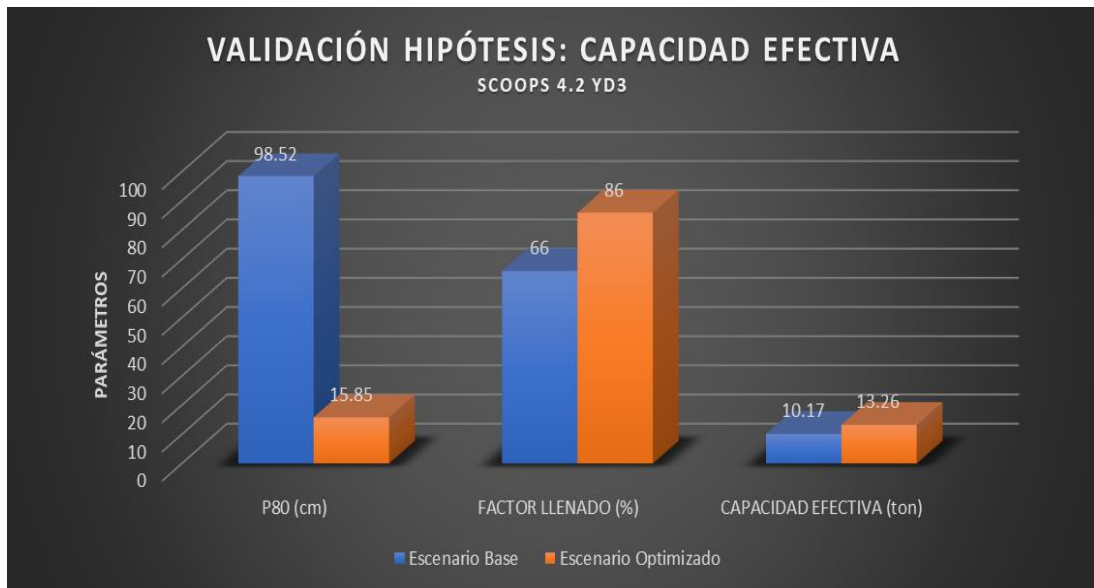
Los parámetros que inciden directamente en la capacidad efectiva de los equipos de acarreo son la densidad, factor esponjamiento, capacidad nominal, P80 (granulometría) y el factor de llenado de los tajos analizados.

Se analizaron la capacidad efectiva de los scoops de 4.2 yd<sup>3</sup> en los escenarios base y optimizado.

**Tabla 29. Validación del análisis de la capacidad efectiva, scoops de 4.2 yd<sup>3</sup>**

RESUMEN: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE EQUIPOS DE ACARREO - SCOOP 4.2 YD3							
ESCENARIO BASE							
ESCENARIO	FACTOR ESPONJAMIENTO (%)	DENSIDAD (TM/m <sup>3</sup> )	Conversion (yd <sup>3</sup> - m <sup>3</sup> )	CAPAC. NOMINAL (yd <sup>3</sup> )	P80 (cm)	FACTOR LLENADO (%)	CAPACIDAD EFECTIVA (ton)
Base	60%	3	0.764555	4.2	98.52	66%	10.17
Optimizado	60%	3	0.764555	4.2	15.85	86%	13.26
PROMEDIO	60%	3	0.764555	4.2	-82.67	20%	3.08

El resumen del análisis de la capacidad efectiva de los scoops de 4.2 yd<sup>3</sup>, considerando el escenario base, define un P80 promedio de 98.52 cm y un factor de llenado del 66 % y para el escenario optimizado genera una reducción del P80 en 15.85 cm y un incremento del factor de llenado en 86 %.



**Figura 46. Validación de la capacidad efectiva en scoops de 4.2 yd<sup>3</sup>**

Las mejoras observadas en el escenario óptimo permiten la mejora de la capacidad efectiva de 10.17 toneladas (escenario base) a 13.26 ton (escenario optimizado), con un incremento en el rendimiento de los equipos de acarreo en 3.08 toneladas, mejorando el rendimiento operacional.

Asimismo, la desviación de taladros largos en la veta Huancapetí, Nv 12 incidieron en los parámetros operacionales de la mina Caridad durante los periodos de enero a febrero (periodo base, con desviación de 1°) y de marzo a abril (periodo optimizado, con una desviación de 0.4°), los que influyeron directamente en el tonelaje programado y diluido, valor de mineral, grado de fragmentación (P80) y el efecto en la capacidad efectiva de los scoops de 4.2 yd<sup>3</sup>, lo que incidió en el rendimiento operacional de la unidad minera.

Finalmente, los parámetros que influyeron en la desviación de taladros largos, está el estado del equipo de perforación, diámetro de perforación, destreza del operador, falta de control en la vida útil de los aceros de perforación, afán de avanzar en los metros perforados, los dominios geomecánicos del macizo rocoso, etc., los cuales fueron controlados y mejorados en la desviación de taladros largos.

## CONCLUSIONES

1. El presente estudio de investigación realizó el análisis de la desviación de taladros largos en la veta Huancapeti, Nv 12 y determinó su influencia en los parámetros operacionales como tonelaje, dilución, grado de fragmentación y su incidencia en el rendimiento de los equipos de acarreo. Se analizó durante los periodos de enero a febrero (periodo base, con desviación de 1°) y de marzo a abril (periodo optimizado, con una desviación de 0.4°).
2. Durante el periodo de enero a febrero se considera un tonelaje programado de 37,996.38 toneladas, siendo el tonelaje ejecutado de 43,715.74 toneladas, este mayor incremento del tonelaje es producto de la desviación de los taladros en 1° en promedio. La dilución promedio durante el periodo de estudio fue de 0.14 %, el que considera un tonelaje diluido de 5,719.35 toneladas. El valor de mineral promedio durante el periodo de evaluación es de 76.14 \$/t.
3. Durante el periodo de marzo a abril, se considera un tonelaje programado de 49,553.77 toneladas, siendo el tonelaje ejecutado de 52,873.17 toneladas, este mayor incremento del tonelaje es producto de la desviación de los taladros en 0.4° en promedio. La dilución promedio durante el periodo de estudio fue de 0.07 %, que considera un tonelaje diluido de 3,319.39 toneladas. El valor de mineral promedio durante el periodo de evaluación es de 78.94 \$/t.
4. El resumen del análisis de los parámetros operacionales considera una reducción en la desviación de taladros de 1° (enero – febrero) a 0.4° (marzo – abril), con una disminución de la dilución de 0.14% a 0.07%. La reducción de la dilución contempló un tonelaje diluido de 5,719.35 toneladas a 3,319.39 toneladas. Finalmente, el valor de mineral se incrementó de 76.14 \$/t a 78.94 \$/t.
5. Los parámetros que influyeron en la desviación de taladros largos incluyen el estado del equipo de perforación, diámetro de perforación, destreza del operador, falta de control en la vida útil de los aceros de perforación, afán de avanzar en los metros perforados, los dominios geomecánicos del macizo rocoso, etc., los cuales fueron controlados y mejorados en la desviación de taladros largos.
6. El resultado de la granulometría obtenido en el Tj 9653 considera un P80 en el escenario base de 101.05 cm y de 14.03 cm en el escenario optimizado, generando una disminución de la granulometría en 87.02 cm. Asimismo, el porcentaje pasante tiene en cuenta un

- 32.14 % en el escenario base y una mejora en el escenario optimizado de 98.75 %, esto permitió un incremento del 66.61% lo que indica un mayor tonelaje de mineral procesado. El control de la granulometría en los escenarios base y programado contempla factores de llenado del 65 % y 85 % respectivamente, generando una mejora en el control de la granulometría con una mejora del factor de llenado en 20 %.
7. El resultado de la granulometría obtenido en el Tj 9790 considera un P80 en el escenario base de 95.99 cm y de 17.67 cm en el escenario optimizado, generando una disminución de la granulometría en 78.32 cm. Asimismo, el porcentaje pasante tiene en cuenta un 38.88 % en el escenario base y una mejora en el escenario optimizado de 984.80 %, esto permitió un incremento del 55.92 % lo que indica un mayor tonelaje de mineral procesado. El control de la granulometría en los escenarios base y programado contempla factores de llenado del 67 % y 87 % respectivamente, generando una mejora en el control de la granulometría con una mejora del factor de llenado en 20 %.
  8. El resultado del análisis de la capacidad efectiva de los scoops de 4.2 yd<sup>3</sup> en el Tj 9653 considera un P80 de 101.05 cm y 14.03 en los escenarios base y optimizado respectivamente. Asimismo se tiene en cuenta un factor de llenado de 65 % y 85 % en los mismos escenarios analizados. Los resultados obtenidos, contemplando los parámetros obtenidos en los ítems anteriores (P80 y factor de llenado), definiendo capacidades efectivas de 10.02 toneladas y 13.10 toneladas en los escenarios base y optimizado respectivamente, mejora en 3.02 toneladas, incrementando el rendimiento de los equipos de acarreo.
  9. El resultado del análisis de la capacidad efectiva de los scoops de 4.2 yd<sup>3</sup> en el Tj 9790, considera un P80 de 95.99 cm y 17.67 en los escenarios base y optimizado respectivamente. Asimismo, se tiene en cuenta un factor de llenado de 67 % y 87 % en los mismos escenarios analizados. Los resultados obtenidos, contemplando los parámetros obtenidos en los ítems anteriores (P80 y factor de llenado), definiendo capacidades efectivas de 10.33 toneladas y 13.41 toneladas en los escenarios base y optimizado respectivamente, mejora en 3.08 toneladas, incrementando el rendimiento de los equipos de acarreo.
  10. El resumen del análisis de la capacidad efectiva de los scoops de 4.2 yd<sup>3</sup>, considerando el escenario base, define un P80 promedio de 98.52 cm y un factor de llenado del 66 % y para el escenario optimizado genera una reducción del P80 en 15.85 cm y un incremento del factor de llenado en 86 %.

11. Finalmente, las mejoras observadas en el escenario óptimo permiten la mejora de la capacidad efectiva de 10.17 toneladas (escenario base) a 13.26 t (escenario optimizado), con un incremento en el rendimiento de los equipos de acarreo en 3.08 toneladas, mejorando el rendimiento operacional.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda, continuar realizando estudios similares en otras estructuras mineralizadas en la unidad minera Huancapeti.
2. Se recomienda relacionar los parámetros de perforación y voladura en la desviación de taladros y su influencia en los costos operacionales de la unidad minera.
3. Se recomienda relacionar el grado de fragmentación posvoladura y su influencia en la etapa de chancado y molienda, definiendo el consumo de energía asociado.
4. Se recomienda realizar un estudio general de los parámetros de perforación y voladura y su incidencia en los diferentes procesos unitarios de carguío, acarreo, chancado y molienda, considerando el cumplimiento de los planes de producción en la unidad minera.
5. Se recomienda generar modelos de predictibilidad utilizando *machine learning* (inteligencia artificial), para determinar el grado de fragmentación posvoladura, relacionando los diferentes dominios geológicos, geomecánicos, geometalúrgicos y operacionales.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CASTRO, Cristian. Modelamiento numérico de la dilución por sobre excavación en minería subterránea explotada por sublevel stoping. Tesis (Título de Magister en Minas). Santiago: Universidad de Chile, 2015, 221 pp.
2. LAVIN, Brian. Modelamiento numérico de la secuencia de explotación de un caserón en minería de sublevel stoping. Memoria (Título de Ingeniero Civil de Minas). Santiago: Universidad de Chile, 2021, 122 pp.
3. BALDEÓN, Miguel. Reducción de la desviación de taladros largos implementando menores longitudes de perforación de taladros para bancos de producción de 20 metros de altura en Sublevel Stoping con Simbas H1254, en el cuerpo Casapalca 4 en el nivel 11 -11A, Mina Casapalca-Unidad Americana.2016. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2016.
4. DUCEP, Roberto y VERA, Luis. Control de la Desviación de Taladros para Obtener una Óptima Fragmentación de la Roca en Unidad de Producción Pallasca. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2020, 68 pp.
5. ALVAREZ, Maycol. Influencia Control de la desviación de taladros largos en tajeos de producción por sub level caving, en la Compañía Minera Volcan – UP. San Cristobal. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2023, 99 pp.
6. COMPAÑÍA MINERA LINCUNA, MINA CARIDAD, master de perforación y voladura, y plan de minado asociado, 2024.

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional		
		Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicadores
VI:				Tipo de
Determinar la influencia de los parámetros operacionales en la veta Huancapetí, nivel 12 de la mina Caridad.	Los parámetros operacionales consideran el análisis del tonelaje, leyes y valor de mineral programado y ejecutado, para el cumplimiento de los planes de minado en la mina Caridad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dominios geológicos</li> <li>• Dominios geomecánicos</li> <li>• Variable operacionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parámetros geológicas</li> <li>Parámetros geomecánicas</li> <li>Plan de minado</li> </ul>	estructura mineralizada, densidad, etc. Dureza, GSI, RMR, RQD, etc. Producción horas máquina, etc.
VD:				Granulometría, P80, porcentaje pasante, factor de llenado, etc.
Análisis de la desviación de taladros largos en la veta Huancapeti.	Al realizar el análisis de la desviación de taladros largos, incidirá en la dilución y su efecto en el rendimiento de equipos de acarreo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la granulometría</li> <li>• Análisis del rendimiento de equipos de acarreo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operacional</li> <li>Operacional</li> </ul>	Capacidad efectiva, tonelaje acarreado, densidad, etc.

Anexo 2  
Planos en planta y perfil

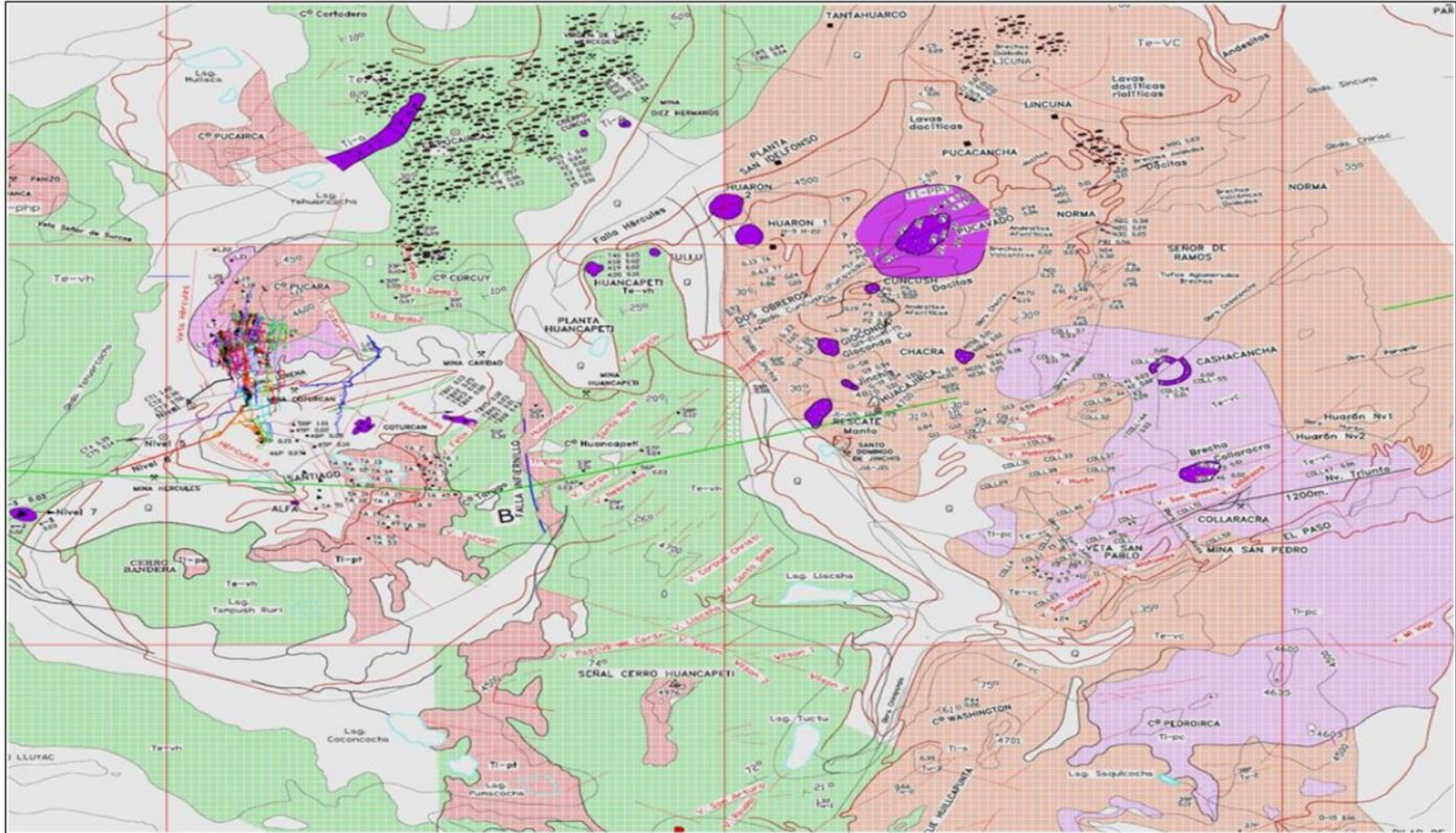


Figura 3. Geología de la unidad minera Huancapeti  
Tomada del Departamento de Geología

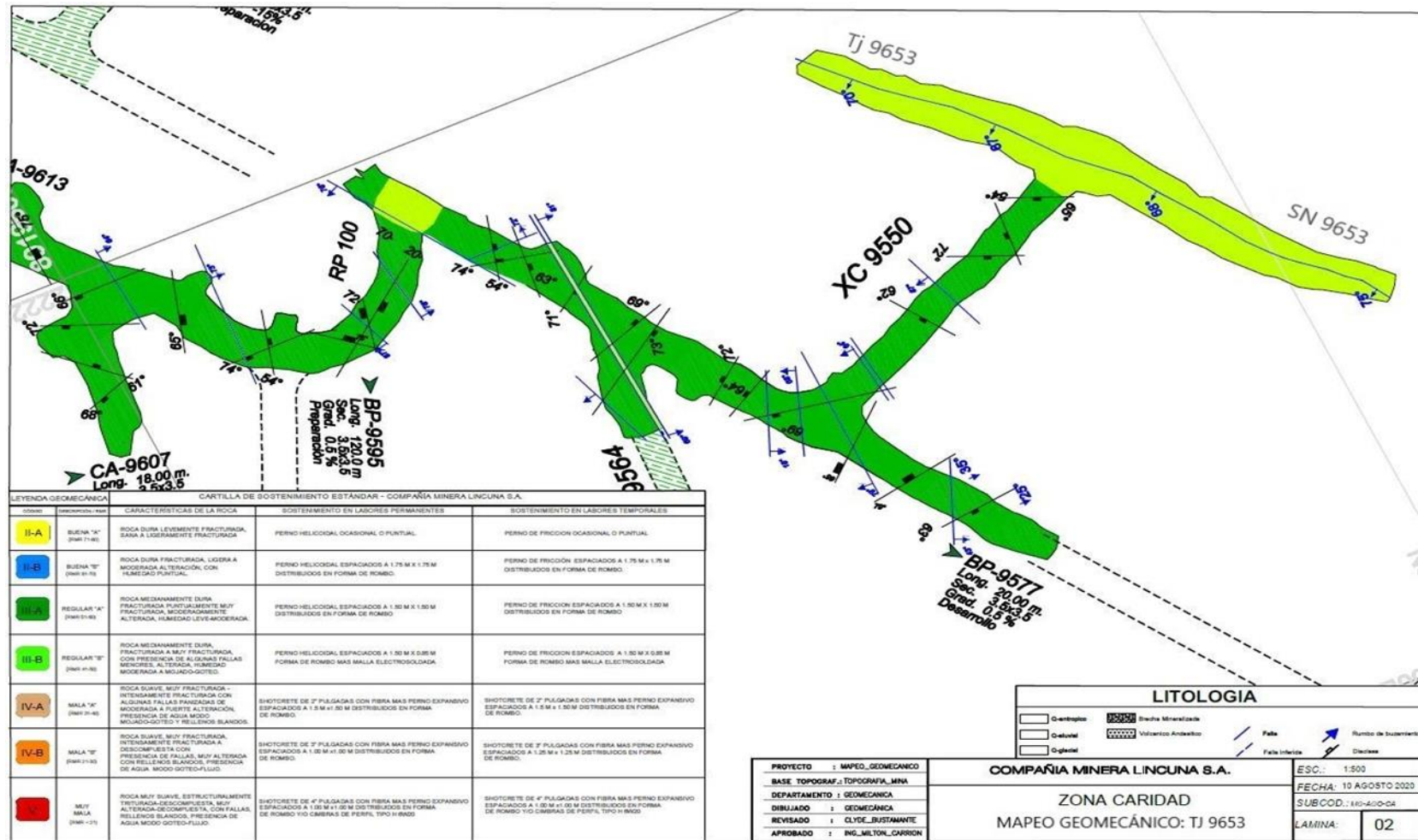
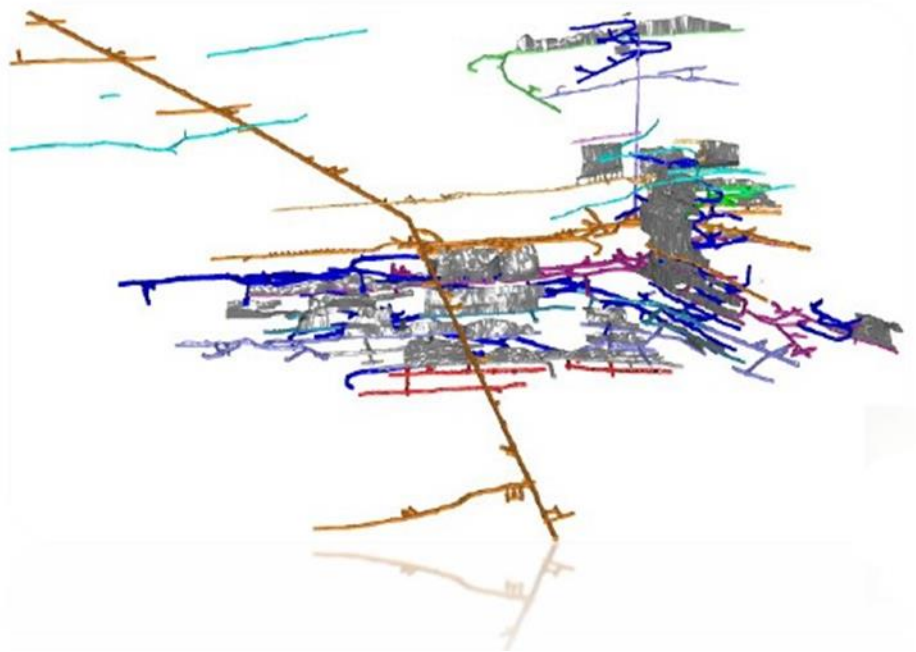


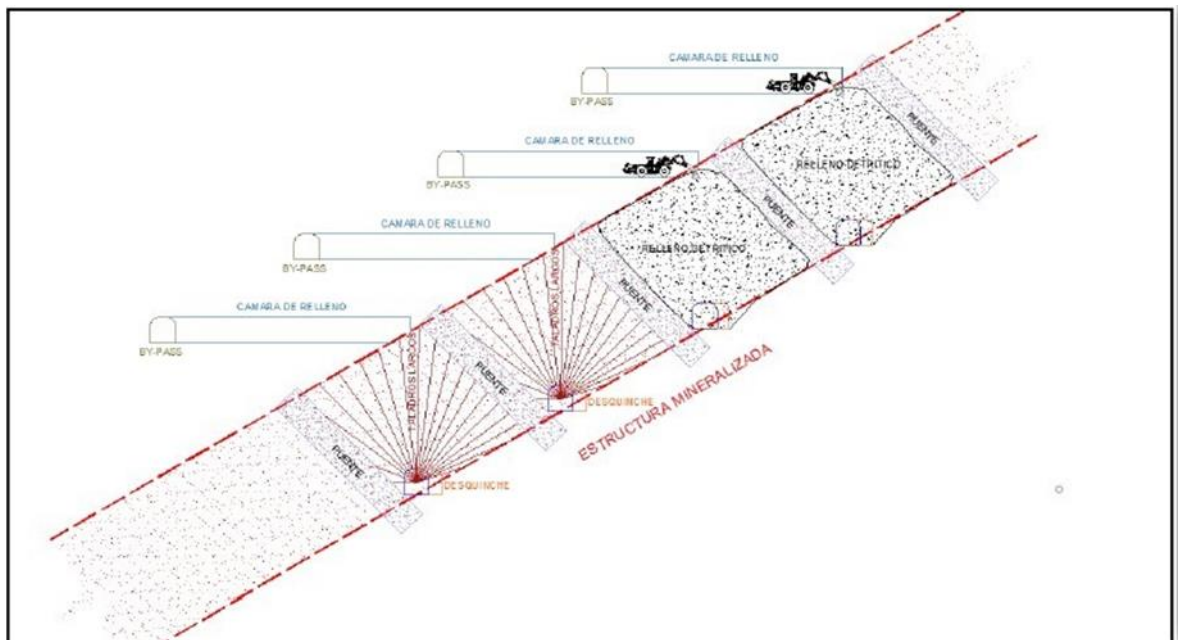
Figura 15. Geomecánica del Tj 9653 de la veta Huancapetí, mina Caridad. Tomada del Departamento de Planeamiento



## Mina Caridad



*Figura 8. Perfil de la mina Caridad  
Tomada del Departamento de Geomecánica*



*Figura 9. Secuencia del método de minado SLS  
Tomada del Departamento de Geomecánica*

### Anexo 3

#### Equipos Para Control de Desviación de Taladros



*Figura 11. Equipo Devishot, para desviación de taladros largos  
Tomada de Exsa*



*Figura 12. Equipo PeeWee, para desviación de taladros largos  
Tomada de Exsa*

## Anexo 4

### Fotos



*Figura 31. Granulometría post voladura, Tj 9653 – escenario base*



*Figura 34. Granulometría post voladura, Tj 9653 – escenario optimizado.*





*Figura 37. Granulometría post voladura, Tj 9790 – escenario base*



*Figura 40. Granulometría post voladura, Tj 9790 – escenario optimizado*