

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Análisis de la conciliación del tonelaje, leyes y NSR de  
la veta Don Ernesto, NV 3990 para la mejora del  
rendimiento operacional en la unidad minera El  
Porvenir-Cerro de Pasco, 2024**

Mac Jonathan Albino Ledesma  
Cesar Brando Bastidas Meza

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2024

## **INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Ing. Javier Carlos Córdova Blancas  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 16 de Noviembre de 2024

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

**Título:**

"ANÁLISIS DE LA CONCILIACIÓN DEL TONELAJE, LEYES Y NSR DE LA VETA DON ERNESTO, NV 3990 PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO OPERACIONAL EN LA UNIDAD MINERA EL PORVENIR - CERRO DE PASCO, 2024"

**Autores:**

1. MAC JONATHAN ALBINO LEDESMA – EAP. Ingeniería de Minas
2. CESAR BRANDO BASTIDAS MEZA – 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 17 % 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 SI  NO   
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir "SI"**): 10
- 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,

**La firma del asesor obra en el archivo original**  
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ASESOR	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	13
1.1. Planteamiento y formulación del problema	13
1.1.1. Planteamiento del problema	13
1.1.2. Formulación del problema	14
1.2. Objetivos	14
1.2.1. Objetivo general	14
1.2.2. Objetivos específicos	14
1.3. Justificación e importancia	15
1.3.1. Justificación social - práctica	15
1.3.2. Justificación académica	15
1.3.3. Justificación económica	15
1.4. Hipótesis de la investigación	16
1.4.1. Hipótesis general	16
1.4.2. Hipótesis específicas	16
1.5. identificación de las variables	16
1.5.1. Variable independiente	16
1.5.2. Variable dependiente	16
1.5.3. Matriz de operacionalización de variables	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1 Antecedentes del problema	18
2.1.1 Antecedentes internacionales	18
2.1.2 Antecedentes nacionales	19
2.2 Generalidades de la Unidad Minera El Porvenir	20
2.2.1 Ubicación de la mina El Porvenir	20
2.2.2 Accesibilidad a la mina El Porvenir	21
2.3 Geología regional de la mina el Porvenir	21

2.3.1 Geología local-----	21
2.3.2 Geología estructural-----	23
2.3.3 Modelo del yacimiento - mina el Porvenir -----	24
2.4 Propiedades geomecánicas-----	27
2.5 Método de explotación -----	28
2.6 Bases teóricas del estudio -----	30
2.6.1 Recursos y reservas minerales-----	31
2.6.2 Consideraciones de los parámetros operacionales-----	31
2.6.3 <i>Capex</i> y <i>opex</i> -----	35
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN -----	37
2.1 Método y alcances de la investigación-----	37
2.1.1 Método de la investigación -----	37
2.1.2 Alcances de la investigación-----	38
2.2 Diseño de la investigación -----	38
2.3 Población y muestra-----	38
2.3.1 Población -----	38
2.3.2 Muestra -----	38
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos-----	38
2.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos -----	39
2.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos-----	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	40
4.1 Parámetros operacionales programadas en la UM El Porvenir-----	40
4.2 Análisis de la conciliación del plan de producción, veta Don Ernesto, Nv 3990 - UM El Porvenir-----	44
4.3 Análisis del rendimiento de acarreo, veta Don Ernesto, Nv 3990 - UM El Porvenir-----	54
4.4 Análisis del grado de fragmentación post voladura, veta Don Ernesto Nv 3990 – UM El Porvenir-----	57
4.5 Análisis económico en la veta Don Ernesto Nv 3990 – UM El Porvenir-----	61
4.6 Validación de la hipótesis: variables operacionales y económicas. -----	63
CONCLUSIONES -----	68
RECOMENDACIONES -----	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	71
ANEXOS -----	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de matriz de operacionalización de variables .....	17
Tabla 2. Acceso a la mina El Porvenir .....	21
Tabla 3. Propiedades geotécnicas y geomecánicas del macizo rocoso .....	27
Tabla 4. Parámetros de sostenimiento en labores subterráneas .....	28
Tabla 5. Reservas de la UM el Porvenir .....	31
Tabla 6. Costos por método de minad, UM el Porvenir .....	33
Tabla 7. Cut off grade por método de minad, UM el Porvenir .....	34
Tabla 8. Capex y opex en la UM El Porvenir .....	36
Tabla 9. Parámetros operacionales y económicos, UM el Porvenir .....	40
Tabla 10. Costos y cut off en la UM el Porvenir .....	41
Tabla 11. Conciliación de producción, veta Don Ernesto, julio .....	44
Tabla 12. Conciliación de producción, veta Don Ernesto, agosto .....	45
Tabla 13. Conciliación de producción, veta Don Ernesto, setiembre .....	46
Tabla 14. Resumen de conciliación de producción, julio a setiembre .....	47
Tabla 15. Conciliación de producción, veta Don Ernesto, octubre.....	49
Tabla 16. Conciliación de producción, veta Don Ernesto, noviembre.....	50
Tabla 17. Conciliación de producción, veta Don Ernesto, diciembre.....	51
Tabla 18. Resumen de conciliación de producción, julio a setiembre .....	52
Tabla 19. Resumen de conciliación de producción, periodos de estudio.....	53
Tabla 20. Resumen de rendimiento de acarreo, julio a setiembre .....	54
Tabla 21. Resumen de rendimiento de acarreo, octubre a diciembre .....	55
Tabla 22. Resumen de rendimiento de acarreo, periodos de estudio .....	56
Tabla 23. Resumen de grado de fragmentación, periodo de estudio .....	60
Tabla 24. Resumen de la evaluación económica del tonelaje acarreado, periodo de estudio.....	62
Tabla 25. Validación: conciliación tonelaje de la veta Don Ernesto, Nv 3990.....	63
Tabla 26. Validación: rendimiento de acarreo de la veta Don Ernesto, Nv 3990.....	65
Tabla 27. Validación: rendimiento de acarreo de la veta Don Ernesto, Nv 3990.....	66
Tabla 28. Validación: económica de tonelaje acarreado de la veta Don Ernesto, Nv 3990 ....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la mina El Porvenir.....	20
Figura 2. Geología regional, mina el Porvenir.....	22
Figura 3. Estratigrafía de la mina el Porvenir.....	23
Figura 4. Modelamiento estructural de las minas el Porvenir - Atacocha.....	24
Figura 5. Skarn polimetálico de Pb, Zn, Ag (Cu) de la mina El Porvenir y Atacocha.....	25
Figura 6. Modelo esquemático de la mineralización en la mina El Porvenir.....	26
Figura 7. Secuencia del método de minado cut and fill, etapa 1 y 2.....	28
Figura 8. Secuencia del método de minado cut and fill, etapa 3, 4 y 5.....	29
Figura 9. Secuencia del método de minado AVOCA.....	30
Figura 10. Sección esquemática de la dilución.....	32
Figura 11. Costos por método de minado.....	33
Figura 12. Cut off grade por método de minado.....	34
Figura 13. Capex y opex de la UM el Porvenir.....	36
Figura 14. Recuperación metalúrgica y precio mineral, UM el Porvenir.....	41
Figura 15. Costos de operación y cut off grade, UM el Porvenir.....	42
Figura 16. Integración operacional de mina El Porvenir y mina Atacocha.....	43
Figura 17. Resumen conciliación: tonelaje y ley equivalente, julio a setiembre.....	47
Figura 18. Resumen conciliación: tonelaje y NSR, julio a setiembre.....	47
Figura 19. Resumen conciliación: tonelaje y ley equivalente, octubre a diciembre.....	52
Figura 20. Resumen conciliación: tonelaje y NSR, octubre a diciembre.....	52
Figura 21. Resumen conciliación: tonelaje y ley equivalente, periodos de estudio.....	53
Figura 22. Resumen conciliación: tonelaje y NSR, periodos de estudio.....	54
Figura 23. Resumen rendimiento de acarreo veta Don Ernesto, julio a setiembre.....	55
Figura 24. Resumen rendimiento de acarreo veta Don Ernesto, octubre a diciembre.....	55
Figura 25. Resumen rendimiento de acarreo veta Don Ernesto, julio a diciembre.....	56
Figura 26. Cámara 3990-1, veta Don Ernesto, periodo inicial.....	57
Figura 27. Análisis de granulometría, Cámara 3990-1, veta Don Ernesto, periodo inicial.....	58
Figura 28. Perfil granulométrico, Cámara 3990-1, veta Don Ernesto, periodo inicial.....	58
Figura 29. Cámara 3990-2, veta Don Ernesto, periodo optimizado.....	59
Figura 30. Análisis de granulometría, Cámara 3990-2, veta Don Ernesto, periodo optimizado.....	59
Figura 31. Perfil granulométrico, Cámara 3990-2, veta Don Ernesto, periodo optimizado.....	60
Figura 32. Resumen granulometría, veta Don Ernesto, periodo de estudio.....	61
Figura 33. Resumen evaluación económica, veta Don Ernesto, periodo de estudio.....	62
Figura 34. Validación: conciliación tonelaje – ley equivalente, veta Don Ernesto.....	64

Figura 35. Validación: conciliación tonelaje – NSR, veta Don Ernesto.....	64
Figura 36. Validación: rendimiento de acarreo - veta Don Ernesto, Nv 3990.....	65
Figura 37. Validación: grado de fragmentación, veta Don Ernesto, Nv 3990 .....	66
Figura 38. Geología regional, mina el Porvenir.....	74

## RESUMEN

La presente tesis titulada: «Análisis de la conciliación del tonelaje, leyes y NSR de la veta Don Ernesto, Nv 3990 para la mejora del rendimiento operacional en la Unidad Minera El Porvenir - Cerro de Pasco, 2024175» permite realizar el análisis de las variables operacionales y económicas durante dos periodos evaluados: julio a setiembre (periodo inicial) y de octubre a diciembre (periodo optimizado). El desarrollo de la tesis considera el método inductivo / deductivo, donde se analiza el tonelaje, leyes, valor de mineral, etc., en los planes de producción de corto plazo, con la finalidad de mejorar la rentabilidad operacional de la unidad minera. El análisis de la conciliación del tonelaje con el NSR y ley equivalente considera una mejora en octubre a diciembre (periodo mejorado), incrementando las leyes de Zn equivalente de 4.98 % a 5.02 %, a su vez, la mejora del valor de mineral NSR de 116.91 \$/t a 117.41 \$/t y un incremento en el nivel de cumplimiento del plan de producción de 79.58 % a 80.57 %. Las mejoras permitieron el incremento de la ley equivalente de Zn en 0.3 %, mejora del NSR en 0.50 \$/t y un incremento del nivel de cumplimiento en 1.0 %. Asimismo, se mejoró el rendimiento de acarreo de 19.76 t/viaje a 21.43 t/viaje, producto de un mayor tonelaje acarreado de 30,115.51 t a 33,478.48 t, generando mayores viajes de acarreo de 1,538 viajes a 1,603 viajes. La mejora del segundo escenario permitió el incremento del tonelaje acarreado en 3,362.97 t, con un incremento de 65 viajes e incremento del rendimiento de acarreo en 1.67 t/viaje. La mejora durante el periodo optimizado indica la disminución de la granulometría en 5.93 cm, incremento del porcentaje pasante en 12.91 % e incrementando el factor de llenado en 10 %, mejorando el tonelaje acarreado. Finalmente, el progreso de la evaluación económica durante los meses de octubre a diciembre (periodo optimizado) realizado en el tonelaje acarreado en la veta Don Ernesto, Nv 3990 permitió la mejora del rendimiento operacional en la UM El Porvenir, considerando una mejora de 161,432 \$.

**Palabras clave:** producción, toneladas acarreadas, ley de cabeza, ley equivalente, *cut off*, costo operación, NSR, etc.

## ABSTRACT

This thesis entitled "Analysis of the reconciliation of tonnage, grades and nsr of the Don Ernesto vein, Nv 3990 for the improvement of operational performance in the El Porvenir Mining Unit - Cerro de Pasco, 2024", allows for the analysis of the variables operational and economic, during 2 evaluated periods: July to September (initial period) and from October to December (optimized period). The development of the thesis considers the inductive/deductive method, where tonnage, grades, ore value, etc., are analyzed in short-term production plans, with the aim of improving the operational profitability of the mining unit. The analysis of the reconciliation of the tonnage with the NSR and equivalent grade, considers an improvement in October to December (improved period), improving the equivalent Zn grades from 4.98% to 5.02%, in turn the improvement of the NSR ore value of 116.91 US\$/ton to 117.41 US\$/ton and an increase in the level of compliance with the production plan from 79.58% to 80.57%. The improvements allowed an increase in the equivalent Zn grade by 0.3%, an improvement in the NSR by 0.50 US\$/ton and an increase in the compliance level by 1.0%. Likewise, hauling performance was improved from 19.76 ton/trip to 21.43 ton/trip, because of a higher tonnage hauled from 30,115.51 ton to 33,478.48 ton, generating greater hauling trips from 1,538 trips to 1,603 trips. The improvement of the second scenario allowed an increase in hauled tonnage by 3,362.97 tons, with an increase of 65 trips and an increase in hauling performance by 1.67 ton/trip. The improvement during the optimized period shows a decrease in granulometry by 5.93 cm, an increase in the throughput percentage by 12.91% and an increase in the filling factor by 10%, improving the tonnage carried. Finally, the improvement of the economic evaluation during the months of October to December (optimized period) carried out on the tonnage hauled in the Don Ernesto vein, Lv 3990, allowed the improvement of operational performance at the El Porvenir MU, considering an improvement of 161,432 US\$.

**Keywords:** production, tons hauled, head grade, equivalent grade, Cut off, operating cost, NSR, etc.