

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



TESIS

“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN EN EL NV. 160
ZONA CODICIADA DE COMPAÑÍA MINERA QUIRUVILCA S.A.”

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
GESTIÓN MINERA

ELABORADO POR:
EDUARDO CHAVEZ LEZCANO

ASESOR:
M.Sc. Ing. SANDRO GERMAN GUARNIZ ANTICONA

LIMA – PERÚ
2021

DEDICATORIA

A, mi esposa e hija, por el constante apoyo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a todos los docentes, por su dedicación, esfuerzo y vocación de la Sección de Posgrado de la Facultad de la Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica de la Universidad de Ingeniería.

ÍNDICE

	Pagina
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE	iv
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCCIÓN.....	16
CAPÍTULO I:.....	18
GENERALIDADES.....	18
1.1. Antecedentes Bibliográficos.	18
1.2. Descripción de la realidad Problemática.....	21
1.3. Formulación del problema.	24
1.4. Justificación e importancia de la investigación.	25
1.5. Objetivos de la Investigación.....	26
1.5.1. Objetivo General.....	26
1.5.2. Objetivos Específicos.....	26
1.6. Hipótesis.	26
1.6.1. Hipótesis General.....	26
1.6.2. Hipótesis Específicos.	26
1.7. Variables e Indicadores.....	27
1.7.1. Variables.	27
1.7.2. Indicadores.....	27
CAPÍTULO II:	28
EL MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL.....	28
2.1. Bases teóricas.....	28
2.2. Marco Conceptual.	38

CAPÍTULO III:	40
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL TRABAJO DE TESIS	40
3.1. Metodología de la Investigación.	40
3.1.1.Tipo.	40
3.1.2. Nivel.	40
3.1.3. Diseño.....	40
3.1.4. Población y muestra.	41
3.1.5. Técnicas e instrumentos para recoger información.	41
3.1.6. Técnicas de procesamiento de datos.	41
3.1.7. Delimitación Espacial, Temporal y Social.	41
3.1.8. Convivencia.....	42
3.1.9.Relevancia Social.....	42
3.1.10.Implicancia Práctica.	42
3.1.11.Viabilidad de la Investigación.....	43
3.1.12.Alcance y limitación de la investigación.....	43
3.2. Desarrollo del trabajo de tesis.	43
3.2.1. Ubicación.....	43
3.2.2. Accesos y distancias.....	46
3.2.3. Clima, fauna y flora.....	46
3.2.4. Geología General.....	46
3.2.5. Geología Regional.....	48
3.2.6. Geología Local.	48
3.2.7. Geología Estructural.....	49
3.2.8. Geología económica.	50
3.2.9. Paragénesis.....	51
3.2.10. Zonamiento.....	52
3.2.11. Alteración Hidrotermal.....	53

3.2.12. Factores de Minado.	53
3.2.13. Recuperaciones de mineral cubicado en un bloque.....	54
3.2.14. Método de Explotación.	54
3.2.15. Secuencia de Minado.....	55
CAPÍTULO IV:.....	57
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	57
4.1. Análisis de los resultados de la Investigación.....	59
4.1.1. Análisis FODA.....	67
4.1.2. Análisis diagrama de Pareto.....	69
4.1.3. Análisis diagrama Causa – Efecto.....	71
4.1.4. Análisis de Gestión Operativa.....	73
4.1.5. Planeamiento de Minado.....	74
4.1.6. Requerimiento de Equipo.....	79
4.1.7. Proceso – Acarreo (Carro minero, Tonelada métrica, etc).....	81
4.1.8. Proceso – Transporte (volquetes, distancias, material transportado).....	82
4.1.9. Diseño de Extracción de Material.....	84
4.1.10. Optimización de la extracción.....	87
4.2. Propuesta de optimiz. para reducir costos de extracción por TRADE – OFF.	89
4.2.2. Análisis.....	95
4.3. Contrastación de hipótesis.....	99
4.3.1. Finos producidos.....	99
4.3.2. Volumen de extracción.....	101
4.3.3. Costo de extracción.....	104
4.4. Indicadores de medidas de desempeño.....	105
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXOS.....	114

Anexo 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	115
Anexo 2: Precio Unitario de Locomotora Goodman 4 Toneladas	116
Anexo 3: Otros	122
Anexo 4: Curriculum Vitae	123

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1.1. Producción 2015 y 1er Semestre 2016 de Zona Codiciada.....	23
Tabla 1.2. Comparativo de Producción 2015 y 1er Semestre 2016 de Zona Codiciada.....	24
Tabla 3.1. Accesos y Distancias de Quiruvilca.	46
Tabla 4.1. Comparativo de Finos del 2,015 y Primer Semestre 2,016.....	58
Tabla 4.2. Resumen del comparativo de Finos del 2,015 y Primer Semestre 2016.	59
Tabla 4.3. Programa Base de Producción de Zona Codiciada.	59
Tabla 4.4. Programa mensual de Producción Julio 2016- Zona codiciada.	60
Tabla 4.5. Programa de extracción Mina - Zona Codiciada.....	61
Tabla 4.6. Programa de extracción Superficie - Zona Codiciada.....	61
Tabla 4.7. Reporte Mensual de Operaciones Zona Codiciada.	62
Tabla 4.8. Costo por el traslado de mineral actual.	63
Tabla 4.9. Cuadro de Producción antes ejecutar el BY 703W.....	65
Tabla 4.10. Metafísica.	66
Tabla 4.11. Análisis FODA.....	67
Tabla 4.12. Análisis Pareto.....	69
Tabla 4.13. Tiempo de extracción promedio por viaje del NV 160 (antes de Construcción del By pass 703W).	70
Tabla 4.14. Cut off Mina - Zona Codiciada.	73
Tabla 4.15. Distribución de Taladros.	75
Tabla 4.16. Índice Operacional.	77
Tabla 4.17. Estándar de Sostenimiento.	77
Tabla 4.18. Cuadro de Extracción ejecutado el BY 703W.	79
Tabla 4.19. Costo del Equipo de Producción.	80

Tabla 4.20. Tiempo promedio de Extracción del NV 160 (Antes de la construcción del BY 703 W).	81
Tabla 4.21. Tiempo del Ciclo de locomotora antes del By pass.	82
Tabla 4.22. Tiempo de Extracción del Volquete.	83
Tabla 4.23. Diseño de Extracción de Material.	84
Tabla 4.24. Tiempo Promedio de Extracción del NV160 después del BY 703 W.	88
Tabla 4.25. Optimización del Tiempo de Extracción.	88
Tabla 4.26. CAPEX de Excavación del BY 703 W.	91
Tabla 4.27. Recuperación del Tiempo y Costo de Inversión.	92
Tabla 4.28. Datos del CAPEX.	93
Tabla 4.29. Valor presente de flujos.	93
Tabla 4.30. Valores del VAN, TIR e IR.	94
Tabla 4.31. Índices Operativos de la Mina Quiruvilca- Zona Codiciada.	95
Tabla 4.32. Comparación de Ciclos de Tiempos de Extracción.	96
Tabla 4.33. Ahorro de tiempo de Extracción por Construcción del BY 703W. ...	97
Tabla 4.34. Comparativo de Tonelaje Programado VS Tonelaje Antes del By pass de Julio 2016.	98
Tabla 4.35. Incremento de Finos (Onzas).	99
Tabla 4.36. Comparativo de Finos (Oz) de Julio a Diciembre – 2016.	100
Tabla 4.37. Incremento de Finos (Oz) Julio-Diciembre - 2016.	101
Tabla 4.38. Incremento del volumen de extracción.	101
Tabla 4.39. Comparativo de producción de Julio a Diciembre – 2016.	102
Tabla 4.40. Incremento de producción Julio-Diciembre - 2016.	103
Tabla 4.41. Ahorro del Costo de Acarreo	104
Tabla 4.42. Indicadores de desempeño.	106

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1. Esquema perforación galería sección pequeña.....	32
Figura 2.2. Esquema perforación galería sección mediana.....	33
Figura 2.3. Esquema perforación galería sección grande.....	33
Figura 2.4. Chimenea de dos compartimientos en ejecución.....	36
Figura 3.1. Ubicación de la Mina Quiruvilca.	44
Figura 3.2. Mapa de Ubicación de la Quiruvilca.	45
Figura 3.3. Ubicación del Distrito de Quiruvilca.	47
Figura 3.4. Propiedades de C.M. Quiruvilca.	47
Figura 3.5. Modelo de Yacimiento de Quiruvilca.	49
Figura 3.6. Sistema de Fracturamiento de Quiruvilca.	50
Figura 3.7. Geología Económica Regional.	51
Figura 3.8. Paragénesis.	52
Figura 3.9. Zonamiento Mineralógico.....	52
Figura 3.10. Ancho de Veta.	53
Figura 3.11. Secuencia de Minado.....	55
Figura 3.12. Secuencia de Minado Breasting.	55
Figura 3.13. Secuencia de Minado Realce por Tramos en Avance.....	56
Figura 3.14. Secuencia de Minado Realce Masivo.	56
Figura 4.1. Proyecto de las chimeneas Trillizas.....	64
Figura 4.2. Proyecto del Desarrollo de BY 703W.....	66
Figura 4.3. Gráfico de Pareto por viaje.....	71
Figura 4.4. Análisis Causa – Efecto.	72
Figura 4.5. Malla de Perforación.	76
Figura 4.6. Sostenimiento del Alza del BY. 703W.	78
Figura 4.7. Vista de Trabajo del Volquete de 17 Toneladas.....	83
Figura 4.8. Sección Longitudinal e Transversal de Chimeneas Trillizas.....	85

Figura 4.9. Sección Planta de las Chimeneas Trillizas.	85
Figura 4.10. Actividades de las Chimeneas Trillizas.....	86
Figura 4.11. Sistema de Extracción.	87
Figura 4.12. Sección del BY 703 W.	89
Figura 4.13. Vista del BY 703W.	90
Figura 4.14. Recuperación del tiempo y costo de inversión.	92

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo mejorar el sistema de extracción en el nivel 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A., para el cual se propuso la implementación de una nueva Infraestructura conformada por un By pass y la rehabilitación de Chimeneas, con ello se logrará incrementar la productividad y reducir los costos de extracción en esta zona.

El By pass servirá para realizar la extracción en forma paralela con la galería principal del NV. 160 y las Chimeneas, se utilizará para la extracción de los niveles superiores.

En principio se ha procedido en realizar un análisis de las causas que afectarían positiva y negativamente la extracción en la zona, de igual forma la toma de tiempos el cual es una variable que influye en la reducción de costos e incremento de la producción. Se ha considerado el cálculo del Capex – Opex para el diseño del By pass, con el principio del Trade off para la recuperación del costo de inversión y el diseño de las Chimeneas.

En el capítulo III, mencionamos el método de la investigación, las técnicas e instrumentos para recoger la información, las delimitaciones, la relevancia social, viabilidad de la investigación alcance y delimitación. En el desarrollo del trabajo citamos, la ubicación, la parte geológica, métodos de explotación y secuencia de minado.

En el capítulo IV, se realizan análisis de resultados de la investigación a través de las herramientas de mejoramiento continuo, como el Foda, diagrama de Pareto, diagrama Causa – efecto y gestión operativa. De igual forma se realiza un

planteamiento de minado, requerimiento de equipo, diseño de extracción del material, la propuesta de optimización de reducir costos de extracción – Trade off, la contrastación de hipótesis sobre el volumen y optimización de la extracción. Finalmente, con la nueva Infraestructura se ha logrado incrementar los finos en 35 %, el rendimiento de toneladas hombre aumentó en 52 % (de 8.31 t/h a 12.6 t/h), también el volumen de producción se incrementó en un 35 % y se logró reducir el costo de extracción de 4.5 US\$/t a 0.89 US\$/t generándose un ahorro de 3.61 US\$/t, correspondiente al 80.22% del costo inicial. El Valor Actual Neto (VAN) del proyecto generó un beneficio de \$ 6,706.14, la Tasa Interna de Retorno (TIR) que rinde el proyecto es de 3% y la Razón Beneficio/Costo o Índice de rentabilidad (IR) que mide cuánto valor es creado para realizar la inversión se obtuvo un resultado de 1.15, también mejoró los indicadores de medida de desempeño obteniéndose valores del 66 % para la Eficiencia, 100 % la Eficacia y 66 % Efectividad.

ABSTRACT

The objective of the investigation is to improve the extraction system at level 160 Coveted Zone of Compañía Minera Quiruvilca SA, for which the implementation of a new Infrastructure made up of a Bypass and the rehabilitation of Chimneys will be proposed, thereby increasing the productivity and reduce extraction costs in this area.

The Bypass will serve to perform the extraction in parallel with the main gallery of the NV. 160 and the chimneys, will be used for the extraction of the upper levels.

In principle, an analysis has been carried out of the causes that would positively and negatively affect the extraction in the area, in the same way the taking of time which is a variable that influences the reduction of costs and increase of production. The calculation of the Capex - Opex for the design of the Bypass, with the principle of Trade off for the recovery of the investment cost and the design of the chimneys, has been considered.

In chapter III, we mention the research method, the techniques and instruments to collect the information, the delimitations, the social relevance, feasibility of the research scope and delimitation. In the development of the work we mention, the location, the geological part, exploitation methods and mining sequence.

In Chapter IV, analysis of research results is carried out through continuous improvement tools, such as Foda, Pareto diagram, Cause - effect diagram and operational management. In the same way, a mining approach, equipment requirement, material extraction design, the optimization proposal to reduce

extraction costs - Trade off, the contrast of volume hypothesis and extraction optimization are carried out.

Finally, with the new Infrastructure, it has been possible to increase the fines by 35%, the yield of man tons increased by 52% (from 8.31 t / h to 12.6 t / h), also the production volume increased by 35% and managed to reduce the cost of extraction from 4.5 US \$ / t to 0.89 US \$ / t, generating a saving of 3.61 US \$ / t, corresponding to 80.22% of the initial cost. The Net Present Value (NPV) of the project generated a profit of \$ 6,706.14, the Internal Rate of Return (IRR) that the project yields is 3% and the Benefit / Cost Ratio or Profitability Index (IR) that measures how much value it is. Created to make the investment, a result of 1.15 was obtained, it also improved the performance measurement indicators, obtaining values of 66% for Efficiency, 100% Efficacy and 66% Effectiveness.

INTRODUCCCIÓN

El sistema de extracción en minería subterránea a nivel internacional, se despliega en la mecanización con equipos de mayor capacidad como los scooptram, camiones y volquetes, que recorren a través de túneles y rampas dimensionados de acuerdo al potencial del yacimiento en forma gigantesco.

A nivel nacional, en la mayoría de las minas del Perú el sistema de extracción se realiza también a través de túneles, galerías y rampas con equipos pero de menor capacidad comparados con el sistema de extracción a nivel internacional que lo denominamos minería mecanizada y también se cuenta con minas que su sistema de extracción se realiza con locomotoras-carros mineros, skip y fajas transportadoras en ocasiones que se le denomina minería convencional; o la combinación de ambos sistemas de extracciones.

En CMQ S.A, el sistema de extracción conserva una infraestructura que se desarrolla con locomotoras y carros mineros para la extracción intermedia y extracción principal de las tres zonas de la mina. En la zona más profunda también se realiza con faja transportadora hasta un nivel intermedio, además en zona Codiciada es requerido de cargador frontal y volquetes.

La razón fundamental de la investigación, es efectuar un sistema de extracción continuo en la Zona Codiciada de CMQ S.A., para el cual se optó en proponer el

proyecto implementar una nueva Infraestructura conformada por un By pass y la construcción de Chimeneas, que nos va a acceder a mejorar la extracción.

Esta mejora consiste en incrementar el volumen de mineral polimetálico en el Nivel Inferior (NV. 160), de los tajeos del NV. 50, NV. 3800 y NV. 100 (Niveles Superiores), y a su vez extraer el mineral polimetálico de los tajeos del mismo nivel en forma paralela, porque hasta junio del 2016 la extracción del mineral polimetálico de los tajeos del NV. 50 y NV. 3800 se realizaba por la Galería principal del NV. 3800 hacia una tolva ubicada en superficie, para luego ser cargado por un Cargador Frontal a los volquetes , el cual era transportado 4.5 kilómetros hacia la cancha de tolva de gruesos, generando un costo elevado en la extracción.

Este By pass nos permitirá incrementar el volumen de extracción del mineral polimetálico y evitar la manipulación del equipo que trabaja en superficie en el NV. 3800. La construcción de las Chimeneas principales (Ch 715W y Ch 729W) ubicadas en el NV. 160, se usará para la extracción del NV. 50 – NV. 3800 y NV. 100 respectivamente, el mineral polimetálico recibido es transportado en carros mineros hacia el echadero principal Op 215 ubicado en el mismo Nivel 160, que a través de este Ore pass llega el mineral polimetálico al Nivel de extracción principal 220 y desde este Nivel principal el mineral polimetálico es transportado por carros mineros de mayor capacidad hacia la tolva de gruesos en superficie.

CAPÍTULO I:

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes Bibliográficos.

Velásquez, L. (2018). En su tesis Estudio de factibilidad económica del Sistema de extracción de mineral en el Proyecto de profundización de la Compañía Minera Río Chicama – Unidad Bumerang, La libertad 2018, plantea realizar un estudio de factibilidad económica que permita seleccionar el método de extracción de mineral sustentable en el proyecto de profundización de la Compañía Minera Río Chicama – Unidad Bumerang, La Libertad 2018 y que entre sus conclusiones determina que “A este nivel de profundización y con las características específicas de los proyectos de profundización, rampa y pique; los indicadores económicos inclinan la balanza para continuar utilizando rampas para la profundización. En el futuro se requiere continuar haciendo evaluaciones técnico-económicas para definir proyectos profundización”.

A. Demirci, B. eevli and O. Dayi (2016). En su trabajo “Underground haulage selection: Shaft or ramp for a small-scale underground mine”, publicado en el South African Institute of Mining and Metallurgy, realizaron una comparación de los métodos de extracción de mineral al utilizar rampas o un pique vertical; para llevar a cabo la evaluación consideraron el costo de inversión total del proyecto, costo unitario de transporte de mineral e indicadores financieros como el VAN y el TIR y dentro de sus resultados de su evaluación muestran que “Para una profundización de 700 m, el costo de inversión y el VAN favorece a la rampa con una profundización de 700 m, mientras que el índice del costo del traslado de la carga favorece a la extracción utilizando un pique”.

Fernández R., (2016). En su tesis Optimización del proceso de Revestimiento con concreto mediante el uso del Sistema Slick Line para el transporte de concreto en la construcción del Pique principal Marsa, esboza que en el Perú a la fecha hacer excavaciones verticales en lugares donde existen stock de mineral económico es ir más allá de lo razonable, por la profundidad en la que se encuentra el mineral, concluye que “Las compañías mineras hacen lo necesario para cambiar su sistema de extracción, replanteando por un sistema de pique vertical para el traslado de trabajadores a lugares más profundas de una forma beneficiosa y rápida, realizando la extracción del material por izado utilizando skip, directamente a superficie o en niveles intermedios”.

Medina, A. (2014). En su tesis Sistema de extracción de mineral del pique 718 con winche de izaje e incremento de la producción en mina Calpa Arequipa – Perú,

plantea la preparación del pique 718 para permitir la disposición, ejecución y la marcha de la extracción del material en forma mecanizada con winche de izaje, para el aumento de la extracción vertical en mina Calpa; el cual concluye que “Se consiguió el incremento de la producción en menor tiempo con winche de izaje al través del pique 718 en mina Calpa, logrando reducir el tiempo de extracción”.

Arias, L. (2013). De la tesis “Planeamiento y Diseño del Sistema de extracción del Proyecto de profundización de la U.O. San Braulio Uno”, plantea como objetivo planear y diseñar el sistema de extracción del proyecto de profundización de la mina San Braulio, que incluye el izaje y extracción del mineral a superficie. Contiene determinar los equipos óptimos, ciclos de trabajo, costos de capital y maniobra para el izaje y transporte. Entre sus conclusiones señala que “Actualmente debido al agotamiento de reservas en la mina y considerando la extracción en menor tiempo posible de los blocks entre Nv. 3880 y Nv. 3950 de las vetas Magaly, Verónica, Daniela y Carol, también encontrando la dificultad de producir desde el mismo Nv. 3880 a consecuencia de retrasos en los acuerdos con la comunidad, se requiere la necesidad de ejecutar un pique inclinado desde el Nv. 3950 hacia el Nv. 3880”

Baldeón, Z. (2011). En la tesis “Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en Cía. Minera Condestable S.A.” expone la elaboración de una “Guía para la Optimización de flotas de acarreo en minas subterráneas”, para conseguir incrementar la productividad, la reducción de costos del ciclo de carga y acarreo. Entre sus conclusiones señala que “Si se conoce el

periodo de acarreo y transporte, se puede deducir la flota o equipos necesarios a mínimo costo unitario y/o máxima producción en la unidad de tiempo. Asimismo, demuestra que el carguío y acarreo establecen mecanismos más gravitantes en el costo de minado de una operación minera”.

Finalmente, con el aporte de **Alva, M. (2002)** con su tesis “Operaciones mineras en mina Quiruvilca” e **Pascal, L. (1991)** con su tesis “Técnicas para el Planeamiento de Minado en Mina Quiruvilca” se obtendrá una mayor aclaración de la parte operativa y planeamiento de la mina Quiruvilca, el cual nos sirvió también para el presente trabajo que será próspero para demostrar que por el desarrollo del By pass y la construcción de Chimeneas se incrementará el volumen de extracción y se optimizará la extracción minimizando el costo de extracción.

1.2. Descripción de la realidad Problemática.

Quiruvilca, es una de las minas más antiguas del Perú, con reportes de explotación desde el año 1789, los trabajos mineros se transportan desde la época incaica y colonial (por evidencias de trabajos típicos de estos tiempos). En 1995 Pan American Silver adquirió el 80% de acciones de Quiruvilca y en 1996 consolidó el 99.99%. En 2012 Southern Peaks Mining LP adquirió el 99.99 % de las acciones y finalmente en el 2016 los accionistas Luis Sáenz y Luis Santillana adquieren el 99.99 % de las acciones de Quiruvilca hasta la actualidad.

En décadas pasadas el minado se enfocó a vetillas de Cu-Ag (Zn) y luego se ha variado a las vetas con mineralización de Zn-Pb (Ag), estas vetas varían entre 0.5 m. a 2.10 m. de potencia con infraestructura en la mina de forma convencional

utilizando el método de sircado; razón por el cual la extracción de mineral se debe ejecutar cuidando la contaminación y el mínimo trabajo de manipuleo dentro de las labores para no elevar los costos operativos.

Considerando que la extracción de mineral es uno de los ejes principales dentro de las operaciones mineras el cual requiere de una óptima planificación y un buen diseño de las infraestructuras dentro de la mina para dar cumplimiento a los programas de corto, mediano y largo plazo de producción y avances.

Precedentemente a la implementación de la nueva infraestructura el mineral extraído de la Zona Codiciada de minera Quiruvilca se realizaba por interior mina en un 63 % y un 37 % por superficie con volquetes y la necesidad de cargador frontal, generando este último un alto costo en el transporte de mineral, muy aparte de la contaminación ambiental que esta crea al paso de los vehículos livianos y pesados por estar cerca a las comunidades aledañas.

Se construyó chimeneas para la extracción de mineral por interior mina y así poder eliminar la extracción por superficie, se logró trabajar por un periodo corto de tiempo, pero lamentablemente en NV. 160 se creó un problema por la falta de versatilidad en la línea cauville en el tránsito de locomotoras, debido a la falta de infraestructura (By pass) que generaba tiempos muertos para la extracción, por consiguiente la zona Codiciada no podía cumplir el programa de producción mensual ni mucho menos aumentar dicha producción.

Razón por el cual, se planteó realizar este proyecto de una nueva Infraestructura para corregir el incumplimiento de la producción anual y eliminar el déficit del tonelaje, así como también optimizaría el tránsito de las locomotoras.

En la Tabla N° 1.1, se puede observar el déficit de la producción mensual del año 2015 y el déficit del primer semestre de producción mensual del año 2016 que ocurriría antes de la implementación de la nueva Infraestructura conformada por un By pass y la construcción de las Chimeneas trillizas, la deuda del tonelaje crecía mes a mes, perjudicando la gestión operativa en la mina.

Tabla 1.1. Producción 2015 y 1er Semestre 2016 de Zona Codiciada.

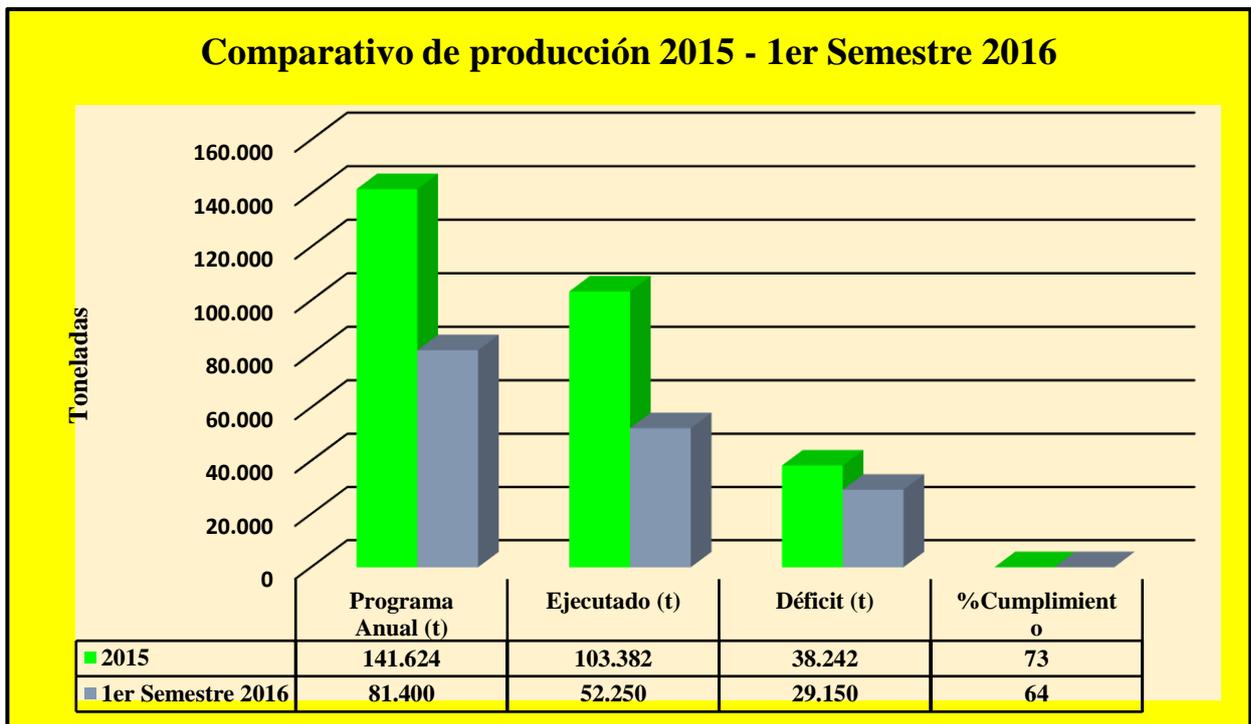
Año 2015	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Programa (t)	14,500	13,500	14,509	14,000	13,900	13,300	9,667	9,500	8,348	9,550	10,000	10,850	141,624
Ejecutado (t)	12,165	8,062	11,099	9,990	9,998	7,908	6,867	7,968	6,720	7,844	7,693	7,068	103,382
Déficit (t)	2,335	5,438	3,410	4,010	3,902	5,392	2,800	1,532	1,628	1,706	2,307	3,782	38,242
%Cumplimiento	84	60	76	71	72	59	71	84	80	82	77	65	73

1er Semestre 2016	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total (t)
Programa (t)	13,500	13,000	13,500	13,800	13,800	13,800	81,400
Ejecutado (t)	8,350	9,100	8,260	8,950	9,140	8,450	52,250
Déficit (t)	5,150	3,900	5,240	4,850	4,660	5,350	29,150
%Cumplimiento.	62	70	61	65	66	61	64

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N° 1.2, se muestra el comparativo de producción entre el año 2015 y el primer semestre del año 2016 con déficit anual de 38,242 t, cumplimiento de 73% y déficit semestral de 29,150 t cumplimiento de 64%, respectivamente.

Tabla 1.2. Comparativo de Producción 2015 y 1er Semestre 2016 de Zona Codiciada.



Fuente: Elaboración propia.

1.3. Formulación del problema.

Problema General:

¿Cómo influye el desarrollo de nueva Infraestructura para incrementar la productividad y reducir los costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.?

Problema Específico:

- ¿Cómo influye el desarrollo de nueva Infraestructura para incrementar la productividad en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.?
- ¿Cómo influye el desarrollo de nueva Infraestructura para reducir los costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.?

1.4. Justificación e importancia de la investigación.

En la práctica, Compañía Minera Quiruvilca S.A. será la beneficiaria por solucionarse el problema de extracción ya que:

- Se incrementará la productividad.
- Se reducirá el costo por extracción de mineral al eliminará el manipuleo del mineral en superficie por el cargador frontal y volquete.
- Se eliminará la extracción de mineral en superficie, reemplazándolo por interior mina.
- Mejorará la calidad del mineral al no estar expuesto al ambiente con vientos y lluvias que generan fluctuaciones en la ley de mineral.
- También será como un aporte a la actividad minera.

En lo personal, con el presente trabajo tendré la oportunidad de obtener el Grado de Maestro en Gestión Minera.

Esta investigación es importante, porque va a solucionar el problema de extracción de la Zona Codiciada de la mina Quiruvilca, y con estos resultados que se obtiene

se ayudará al a gestión de la Gerencia de Operaciones y por ende al directorio de la empresa minera.

1.5. Objetivos de la Investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Implementar el desarrollo de nueva Infraestructura para incrementar la productividad y reducir los costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Implementar el desarrollo de nueva Infraestructura para incrementar la productividad en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.
- Implementar el desarrollo de nueva Infraestructura para reducir los costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.

1.6. Hipótesis.

1.6.1. Hipótesis General.

Mediante el desarrollo de nueva Infraestructura se logrará incrementar la productividad y reducir los costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.

1.6.2. Hipótesis Específicos.

- Mediante el desarrollo de nueva Infraestructura se logrará incrementar la productividad en el N.V. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.

- Mediante el desarrollo de nueva Infraestructura se logrará la reducción de costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.

1.7. Variables e Indicadores.

1.7.1. Variables.

- a) Variable dependiente: Y

Y1: Desarrollo de nueva Infraestructura (By pass y Chimeneas)

- b) Variable Independiente: X

X1: Productividad.

X2: Costo de extracción.

1.7.2. Indicadores.

- a) Indicadores del Problema General.

- Finos producidos por mes (Oz. Ag.).
- Eficiencia, Eficacia y Efectividad.

- b) Indicadores del Problema Específico.

- % toneladas/hora.
- % Incremento de producción mes.
- US\$/toneladas.

CAPÍTULO II:

EL MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1. Bases teóricas.

Las bases teóricas para sustentar la investigación, se expondrán en los diferentes aspectos teóricos en el presente Capítulo.

La presente investigación se fundamenta en la teoría de “COMPENSACIONES” (TRADE – OFF), citado en libro de ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN - 2DA EDICIÓN por Fernando D’ Alessio Ipinza, en el Capítulo 5 de “La función de producción: su validez hoy” Paginas: 100 – 101.

En el “XII CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE PROYECTOS”, con el tema: “Como alcanzar soluciones satisfactorias aplicando Trade off en la dirección y gestión de proyectos” por: Luis José Amendola, Tibaire Depool y José Manuel González, donde se realiza el análisis del “Trade-off” considerando que: “Es una herramienta de ayuda oportuna en los procesos de toma

de decisiones, aplicada con el sentido de obtener soluciones que surgen de criterios bien definidos y evaluados por los interesados”.

Del artículo publicado en la plataforma de Economipedia, sobre el “Trade –off”, es considerada por el economista y analista económico internacional Francisco Coll Morales, como: “La relación existente entre costo-beneficio de dos acciones, del cual se mide el beneficio que se obtiene al adoptar una decisión en lugar de otra”.

Es precisamente bajo este fundamento en Zona Codiciada de CMQ S.A., se ha realizado un Trade-off al ejecutar un intercambio de extracción de superficie a cambio de la extracción por interior mina, considerando las variables de costo, tiempo, calidad y versatilidad en la operación, que al final se cristianiza en un beneficio.

Finalmente, el diseño de la nueva Infraestructura se sustenta en el Capítulo 5 “DISEÑO DE LABORES HORIZONTALES Y VERTICALES” del texto “Diseño de Explotaciones e Infraestructuras Mineras Subterráneas” de Juan Herrera Herbert descritas en las páginas: 54 – 57. Del cual se describe de la siguiente forma:

A. LABORES HORIZONTALES (GALERÍAS, TRANSVERSALES, GUÍAS Y OTRAS LABORES HORIZONTALES).

El diseño de la infraestructura se inicia determinando la sección de la galería, transversal, rampa o plano inclinado. Los hastiales estarán distanciados lo mínimo necesario para el paso seguro de los equipos de mayor tamaño, previendo espacio suficiente o adicional para las vías y la

capa de grava, la cuneta, las condiciones eléctricas, de agua, de aire comprimido y la tubería de ventilación. Además debe haber espacio suficiente para el paso de los trabajadores. Muchas de estas dimensiones se especifican en la Reglamentación vigente del lugar. Recientemente la sección de estas labores de infraestructura se ha ido incrementando debido al cada vez mayor tamaño de los equipos utilizados. En grandes minas se nota una tendencia a sustituir los camiones de interior articulados de carga horizontal (tipo Wagner) y de velocidad lenta por camiones volquete de tipo estándar de exterior para carreteras reforzados y de alta velocidad, así como las LHD por palas cargadoras frontales con gran éxito. Al cabo de 2 ó 3 años estos equipos se venden en el mercado secundario y se renuevan para la mina. El costo de inversión resulta muy inferior.

La tubería de ventilación y los conductos de insumos se llevan por el lado de la cuneta, para ahorrar espacio y librarlos de golpes y choques.

Se utilizan dos sistemas para la realización de estas labores: 1) perforación y voladura, y 2) sistemas mecánicos mediante minadores continuos y tuneladoras (Tunel Boring Machine, TBM). El método de perforación y voladura es el más común, se puede realizar con personal propio, es mucho flexible y es poco sensible a los cambios de litología. La sección de una labor se puede cambiar en la siguiente perforación o gradualmente de acuerdo con las necesidades de intersecciones y cruces de galerías y el explosivo sigue siendo el instrumento de excavación más eficiente desde el punto de vista del costo y de la utilización eficiente de la energía. La ventaja de las tuneladoras y de los minadores continuos es que dejan los parámetros

de las galerías y en particular el techo en muchas mejores condiciones que el explosivo. Sin embargo en cuencas carboníferas las tuneladoras pueden propiciar incendios en las capas de carbón que atraviesan debido al intenso calor que generan en el frente de corte. El método de perforación y voladura se realiza con los equipos habituales de la mina en cambio la instalación de una tuneladora es muy costosa y difícil de operar.

Ahora bien, cuando se trata de hacer la preparación de una mina nueva que exige la realización de muchas labores en estéril y al mismo tiempo labores preparatorias en mineral, es habitual contratar las labores en estéril con contratistas especializados, y realizar las labores en mineral con personal propio ya que se trata de labores productivas, que además coge la experiencia adecuada al tipo específico de yacimiento en cuestión.

Las galerías pueden dividirse en tres tipos de acuerdo con J.D. Jacobs según su tamaño:

Pequeñas: menores de 9 m² de sección. Las menores no pueden ser inferiores a 2 m de ancho y 2.5 m de alto; si fuesen menores la circulación de personal y equipos se hace difícil y no se puede usar equipos mecánicos.

Medias: entre 9 y 24 m² de sección. Este rango de tamaño cubre las necesidades de la mayor parte de las minas de interior.

Grandes: entre 24 y 40 m² de sección. Estas secciones se requieren cuando el transporte de interior se realiza por ferrocarril de ancho de vía de superficie o con grandes camiones.

La perforación y voladura se hacen con los medios habituales que se explican en otra parte del laboreo de minas. A título de ejemplo se muestra a continuación tres esquemas de perforación para cada una de las categorías definidas:

Esquema de perforación para galerías de pequeña sección: 8.40 m²

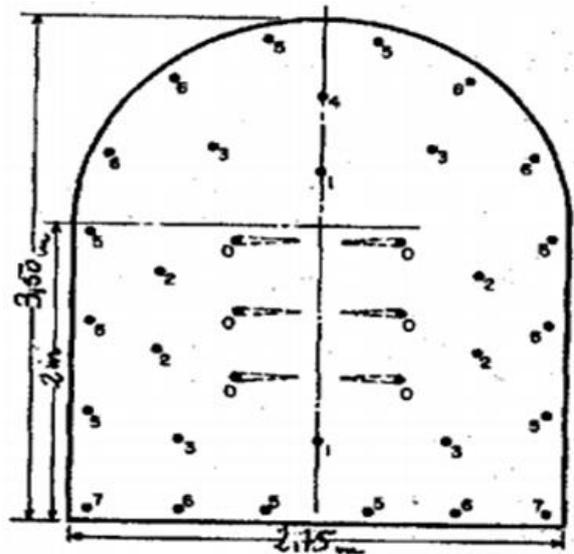


Figura 2.1. Esquema perforación galería sección pequeña.

Fuente: texto “Diseño de Explotaciones e Infraestructuras Mineras Subterráneas”

Esquema de perforación para galerías de sección media: 16.06 m²

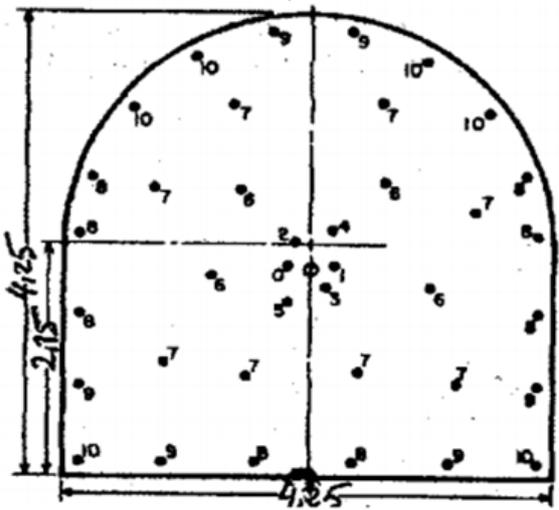


Figura 2.2. Esquema perforación galería sección mediana.

Fuente: texto “Diseño de Explotaciones e Infraestructuras Mineras Subterráneas”.

Esquema de perforación para galerías de sección grande: 33.25 m²

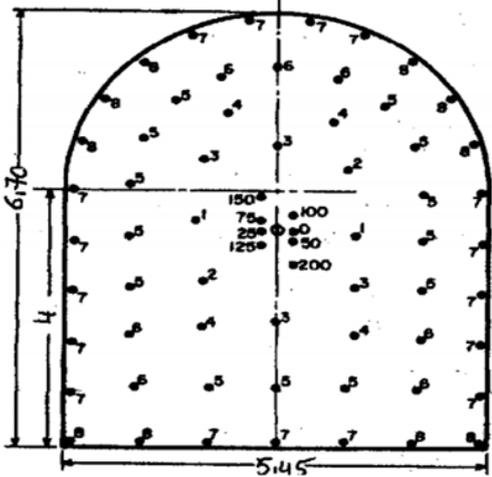


Figura 2.3. Esquema perforación galería sección grande.

Fuente: texto “Diseño de Explotaciones e Infraestructuras Mineras Subterráneas”.

La pala de mano solo se emplea en pequeñas operaciones tales como desescombro de cunetas o en situaciones en las que no es posible el acceso de medios mecánicos. En el diseño y planificación de una excavación subterránea es importante escoger la pala adecuada, siempre la mayor posible, que pueda trabajar en un área determinada con el espacio suficiente. El camión de transporte debe ser el adecuado a la cargadora en dimensiones y en capacidad de carga. Si la cargadora usada fuese una LHD cumplirá también la función de transporte. Para evitar el polvo se riega con agua y se lleva la tubería de ventilación al frente.

A medida que la galería va desarrollándose se fortifica en los tramos en que sea necesario mediante los sistemas habituales: bulonado, cuadros metálicos, gunitado, cementado, etc.

B. LABORES VERTICALES (CHIMENEAS) – MÉTODOS CONVENCIONALES.

El uso de métodos convencionales para la realización de labores verticales ha descendido en los últimos años pero todavía se usan profusamente en minería subterránea, sobre todo en chimeneas cortas, menores de 25 a 30 m. Para alturas superiores la tendencia es a utilizar sondeos de gran diámetro. Las labores verticales se emplean para el paso de hombres, de equipos y suministros, para la bajada de mineral o de estériles y rellenos y para la ventilación.

En el método convencional, el tipo de andamiaje o sostenimiento utilizado depende de la sección y pendiente de la chimenea. Si la pendiente es menor

de 40° se necesita poca madera para la protección de las personas aunque el uso de mampostas horizontales ayuda a desplazarse y apoyar las columnas de los martillos perforadores. En chimeneas verticales o muy pendientes se requiere un andamiaje adecuado incluso cuando la roca se sostiene muy bien. Las mampostas se cortan a la distancia entre hastiales y se calzan con cuñas, mediante el hacho o maza.

La forma más simple de poner la madera es en una fila en cada extremo de los hastiales. El forro de tabla horizontal sirve de plataforma para apoyar la columna del martillo perforador y se mueve después de cada disparo. Un método similar consiste, en vez de utilizar mampostas, en perforar sendos barrenos cortos en los extremos opuestos de los dos hastiales, introduciendo en los cuatro barrenos un trozo de barrena gastada previamente cortada y se ponen dos tubos de tubería metálica encajados en los trozos de barrena: las tablas de la plataforma se colocan sobre ellos.

La chimenea de dos compartimientos se sube con andamiaje de mampostas o fortificación del compartimiento de la escala. Las mampostas se colocan a pares a intervalos de 1 m o más, una en un hastial de la chimenea y la otra hacia el medio. El hueco entre mampostas se forra con tablas para separar el paso de hombre del hueco de paso de escombros. Se dejan plataformas y la escala se pone alternada para mayor seguridad. Se hacen recortes o nichos en el paso de hombre para almacenar suministros. El hueco de paso de escombros está lleno y solo se extrae por la parte inferior lo necesario para dejar espacio arriba suficiente para trabajar. En este sentido funciona como el método de cámaras almacén.

En la figura siguiente muestra una chimenea con el compartimiento de personal fortificado, en el que se coloca un techo de tabla en el paso de hombre para el disparo de la pega. Este tipo de chimenea se realiza cuando el terreno necesita sostenimiento y hay que mantener expedita la comunicación entre labores. Después de ventilar los humos del disparo, los mineros suben y van quitando tabla por tabla del techo del compartimiento de subida echando el escombro volado de cada tabla al compartimiento del escombro y a continuación se prepara la siguiente perforación.

Chimenea de dos compartimientos en ejecución.

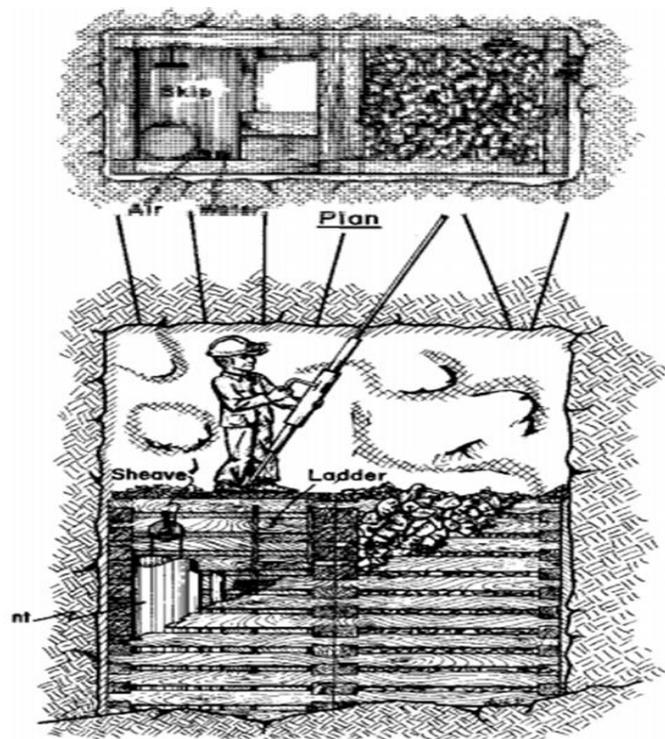


Figura 2.4. Chimenea de dos compartimientos en ejecución.

Fuente: texto "Diseño de Explotaciones e Infraestructuras Mineras Subterráneas"

Este tipo de labor vertical puede extenderse a tres compartimientos de modo que el central es para paso de hombre y los laterales para desescombro.

En el Capítulo IV, se ha realizado un análisis de datos correctos y oportunos sobre la realidad en la mina, aplicando las herramientas de mejoramiento continuo:

- FODA: Se ha elaborado esta herramienta evaluando una propuesta de optimización para reducir costos de extracción – Trade off.
- Herramientas gráficas propuestas por el Dr. Deming, como: PARETO, que es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que lo generan, este concepto a la calidad se aplica orientándose lo que hoy se conoce regla 80 /20. Según este concepto si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20 % de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema y DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO, que permite identificar las causas y posibles soluciones de un problema específico.

A través de estas herramientas se identifica las causas principales y las causas secundarias con el objetivo de determinar la causa raíz del problema, como en este caso para resolver la dificultad de incumplimiento de producción por la falta de una nueva Infraestructura.

- Se realiza un análisis del Capex – Opex sobre la implementación del By pass, considerando una comparación de tiempo y tonelaje antes y después de implementado la nueva Infraestructura conformada por chimeneas y By pass.

- Se considera el ahorro de tiempo, tonelaje de extracción y recuperación del costo de inversión después de ejecutado el By pass.
- Se efectúa cuadros comparativos de incrementos de finos y volumen de extracción, a partir de toma de datos de tiempos de extracción.
- Se obtiene las deducciones de los Indicadores de Medidas de Desempeño (Eficiencia, Eficacia y Efectividad), del texto “Modelo instrumental para medir la sostenibilidad en la gestión de compañías mineras metálicas formales en el Perú” del DR. Ing. Max Schwarz, citadas en la paginas 21 – 23.

2.2. Marco Conceptual.

Metas Físicas:

Es la relación entre los recursos humanos, físicos y financieros, y las necesidades reales de los usuarios.

Optimización de procesos:

El propósito es eliminar el desperdicio de recursos y gastos alcanzando el objetivo del proceso.

Productividad:

Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

Costo Operativo:

Son los gastos que afrontará la empresa durante el periodo posterior a la inversión inicial; es decir, después de culminada la ejecución del proyecto.

Gastos:

Es un egreso o salida de dinero que una persona o empresa debe pagar para acreditar su derecho sobre un bien o a recibir un servicio.

Opex:

En inglés “Operating expense”, es un costo permanente para el funcionamiento de un producto, negocio o sistema.

Capex:

Son inversiones de bienes de capitales que crea beneficios, y se ejecuta cuando un negocio invierte en la compra de un activo fijo o para añadir valor a un activo existente con una vida útil que se extiende más allá del año imponible.

By pass:

Es una derivación, desvío o cortar una ruta de una galería principal.

Extracción de mineral:

Es un proceso minero que se lleva a cabo con la participación de personal y equipos mineros.

Chimenea:

Excavación vertical o inclinada construida desde un nivel inferior a un nivel superior con la finalidad de transportar material o para permitir el pase del aire como ventilación, puede ser construida en estéril o en mineral.

Costos:

El costo o coste es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL TRABAJO DE TESIS

3.1. Metodología de la Investigación.

3.1.1. Tipo.

El Tipo de la investigación por su objeto es: Aplicada.

3.1.2. Nivel.

El Nivel de la investigación es: Descriptiva.

3.1.3. Diseño.

El Diseño de la investigación es: Cuasi experimenta – Longitudinal – Cuantitativo.

M \longrightarrow O

Muestreo no aleatorio:

M = Muestra en estudio.

O = Observación o medición.

3.1.4. Población y muestra.

La población está conformada por el número de carros mineros para el transporte de mineral (16) y dos locomotoras.

3.1.5. Técnicas e instrumentos para recoger información.

Se trabajará con instrumentos de medición directa (Toma de tiempos y tonelajes de los carros mineros) y las técnicas de recolección de datos serán la de observación y reportes. Además, se realizará el procesamiento y análisis de datos recolectados, así como el análisis económico y financiero.

3.1.6. Técnicas de procesamiento de datos.

Se realizará un análisis comparativo descriptivo, realizando la clasificación y sistematización de indagación en cuadros y gráficos. El procesamiento de estos datos será informático y se empleará los programas Excel versión 2019, Word versión 2019 y Auto CAD versión 2019.

3.1.7. Delimitación Espacial, Temporal y Social.

- Delimitación Espacial.

Se desarrollará en la unidad minera Quiruvilca, situada en el Distrito de Quiruvilca, de la provincia Santiago de Chuco y departamento de la Libertad.

- Delimitación temporal.

El análisis del costo de transporte de Mineral se realiza desde el año 2015 a la fecha.

- Delimitación social.

El presente trabajo se aplicará en el Nivel 160 de la Zona Codiciada de la Compañía Minera Quiruvilca S.A.

3.1.8. Convivencia.

El Proyecto de investigación servirá para que Compañía Minera Quiruvilca S.A. obtenga una mejor Gestión en seguridad, incremente el volumen de extracción, optimice la extracción de niveles superiores e inferior en forma paralela y minimice el costo de extracción.

3.1.9. Relevancia Social.

La eliminación de la extracción con volquetes del NV. 3800 de Zona Codiciada de CMQ S.A. dará una nueva imagen de salubridad de la empresa hacia la población. Paulatinamente la tolva de extracción de mineral en superficie será eliminada logrando dar una mejora en el aspecto socio ambiental.

3.1.10. Implicancia Práctica.

La información obtenida, será técnica y práctica, dejando lo teórico para el complemento, con la construcción de la nueva Infraestructura se conseguirán optimizar el traslado del mineral en menor tiempo y minimizar el costo de extracción.

El problema identificado será aprobado en las reuniones de planeamiento, para luego pasar al gabinete topográfico y finalmente ejecutado en el campo en base a controles por el área de operaciones, dentro de los plazos establecidos.

3.1.11. Viabilidad de la Investigación.

El proyecto es viable, ya que se cuenta con los recursos de equipos y personal necesarios y sobre todo el compromiso de ejecutar dentro de los plazos establecidos la construcción de la nueva Infraestructura. Respecto a los recursos financieros, materiales y otros serán cubiertos por la misma Empresa para el desarrollo del presente trabajo.

3.1.12. Alcance y limitación de la investigación.

El alcance abarcará a la Zona Codiciada de la Compañía Minera Quiruvilca S.A., en cuanto a las limitaciones del estudio estará sujeto a la aprobación de la nueva Infraestructura, en la reunión de planeamiento conformada por las áreas de Seguridad, Geomecánica, Geología y Minas; y estará contemplado dentro del Programa Mensual de Producción y Avances.

3.2. Desarrollo del trabajo de tesis.

3.2.1. Ubicación.

Quiruvilca está ubicada en la parte céntrica del departamento de La Libertad, provincia Santiago de Chuco y distrito de Quiruvilca, en la Cordillera Occidental

de los Andes del Norte, las líneas centrales UTM del área de interés son 796084E y 9114046N, Datum WGS84, zona 17 sur, a una altura promedio de 4000 m.s.n.m.

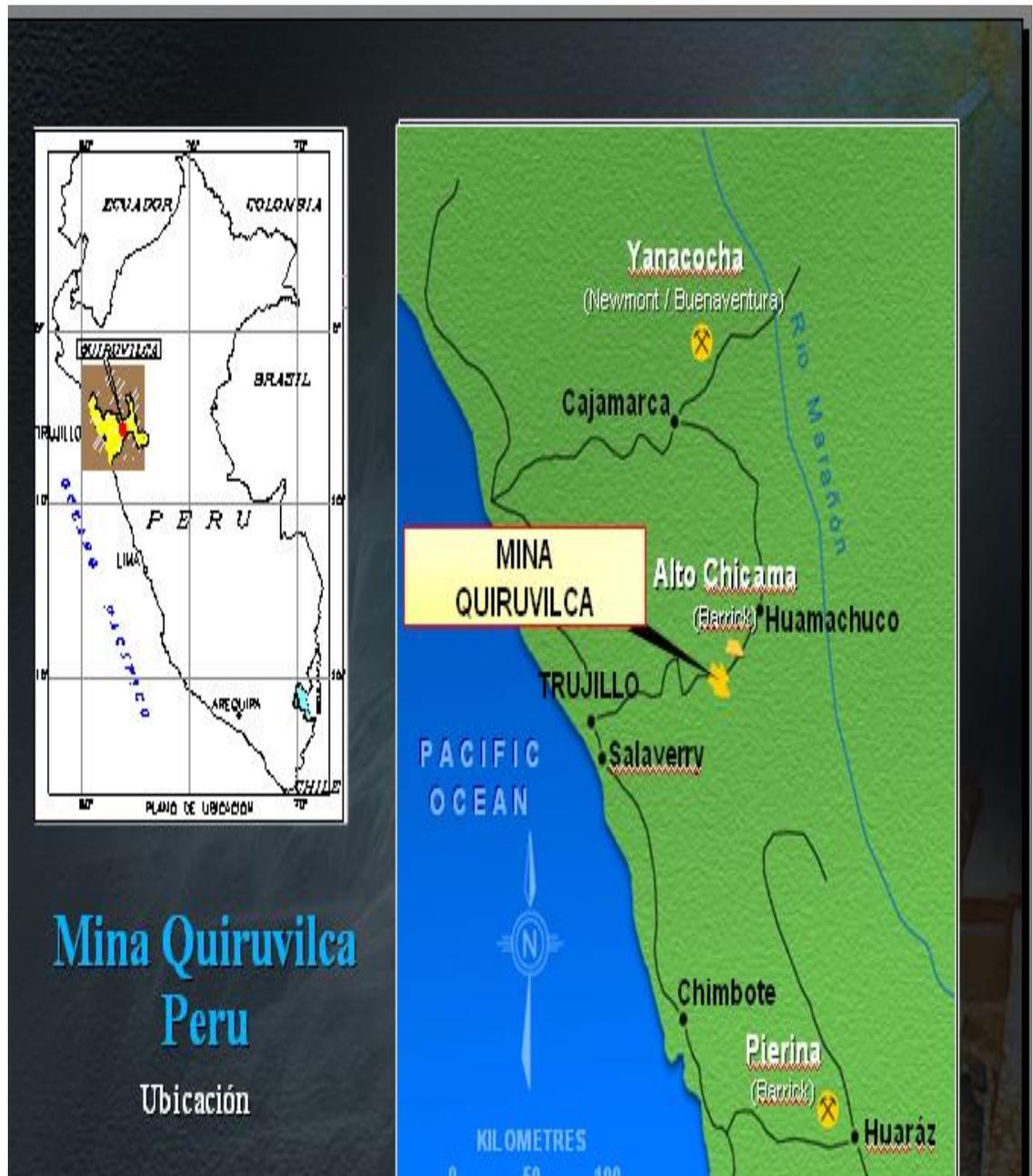


Figura 3.1. Ubicación de la Mina Quiruvilca.

Fuente: CMQ.

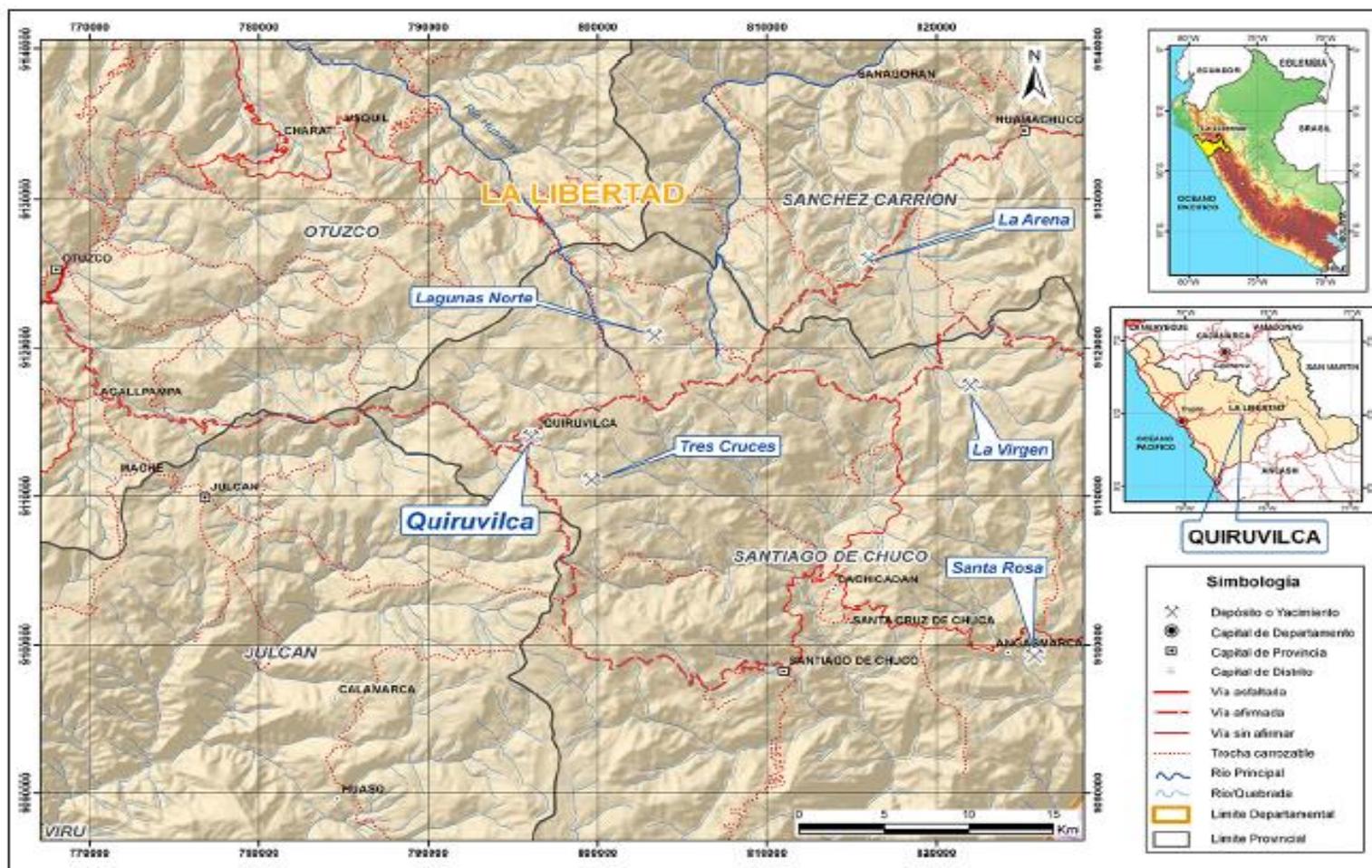


Figura 4.2. Mapa de Ubicación de la Quiruvilca.

Fuente: *Prospección Geológica-Minera regional en la región La Libertad, INGEMMET.*

3.2.2. Accesos y distancias.

Es accesible a partir lima por la vía Panamericana Norte hasta Trujillo, pasando por Otuzco, y luego, por la misma vía hasta la mina.

Tabla 5.1. Accesos y Distancias de Quiruvilca.

Acceso	Distancia (Km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Otuzco	70
Otuzco - Quiruvilca	50
TOTAL	690

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Clima, fauna y flora.

Es templado a frío con temperaturas promedio de 15° a 20° C y mínimas de 5° a 6° C.

En esta zona tenemos presencia de ganado lanar, equino, porcinos y algunas otras.

La vegetación en las partes altas es escasa, constituida mayormente de ichu, en las quebradas la temperatura favorece aspectos de otras variedades de vegetación como queñual, tola y cactáceas.

3.2.4. Geología General.

Este yacimiento presenta una variedad compleja de minerales de mena entre ellos los principales siendo la galena, esfalerita y la calcopirita; y como ganga a la pirita, arsenopirita, estibina, marcasita, entre otros.

En esta zona hay rocas volcánicas y basálticas instruídas por pequeñas inyecciones riolíticas, además se observan unas pocas capas de tufos y sedimentos lacustres tufáceos.



Figura 6.3. Ubicación del Distrito de Quiruvilca.

Fuente: Google Earth.



Figura 7.4. Propiedades de C.M. Quiruvilca.

Fuente: Sidemcat – Ingemmet.

3.2.5. Geología Regional.

La geología regional del yacimiento Quiruvilca se basa en una estratigrafía variada con edades desde el Triásico superior hasta el cuaternario reciente, además se encuentra en ellas rocas sedimentarias de origen marino y volcánicas como:

- **Grupo Zaña**

Formadas de lavas, tufos y brechas mayormente andesíticas de color verde, de material de tamaño medio grueso de potencias de 400 m. Y que están conformadas por las Formaciones: Chicama, Chimú, Santa, Carhuaz, Farrat, Inca, Chulec, Pariatambo y Huaylas, siendo esta última relacionada con la Formación Chota del área de Cajamarca.

- **Grupo Calipuy**

Está compuesto en su parte inferior por desbordamientos riolíticos, riodacíticos y dacíticos en material gruesos y medianos, el cual se interfieren lutitas arenosas rojo-violáceos y lechos de conglomerados marrón- violáceos.

Los volcánicos Calipuy sobreyacen en discordancia a la Formación Huaylas y a las rocas del batolito costanero, por lo tanto se le asigna al Terciario Inferior.

3.2.6. Geología Local.

La geología local de Quiruvilca con litología predominante de rocas volcánicas. Este yacimiento se encuentra constituido por intrusiones subvolcánicas con basamento a rocas cretácicas. Entre las formaciones rocosas se encuentran la Chimú la cual presenta lutitas intercalados de delgados mantos de carbón. Al Noreste de Quiruvilca en el

rumbo N 60-70° E también de desplazamiento sinistral y que son el inicio del sistema NE-SW. El fracturamiento es complicado y en zonas, como las intersecciones, se forma un vetilleo entrecortado e irregular a manera de stockworks.

El segundo sistema de fracturamiento tensional sucede en la zona Norte conocida como Central-Satélite, tiene un rumbo promedio de N 45-65° E con altos ángulos de buzamiento.

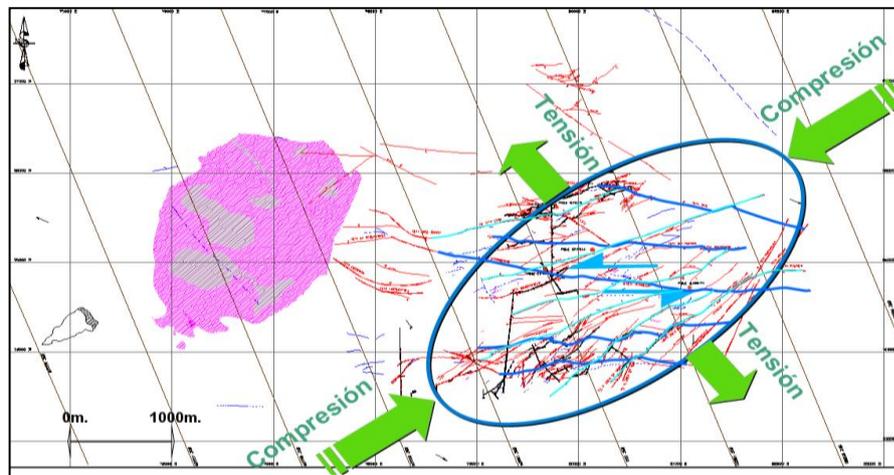


Figura 9.6. Sistema de Fracturamiento de Quiruvilca.

Fuente: Elaboración CMQ.

3.2.8. Geología económica.

Extendidos en la región se presentan mayormente depósitos minerales del tipo vetiforme. En el caso de los depósitos vetiformes o filoneanos, la mineralización predominante es polimetálica, los metales predominantes son la galena, blenda, calcopirita, enargita, tetraedrita, oro relacionado a pirita, cuarzo, calcita, rodocrosita y otros minerales de ganga.

Los vetiformes se emplazan en peñones volcánicas del Calipuy y sedimentarios del Mesozoico.

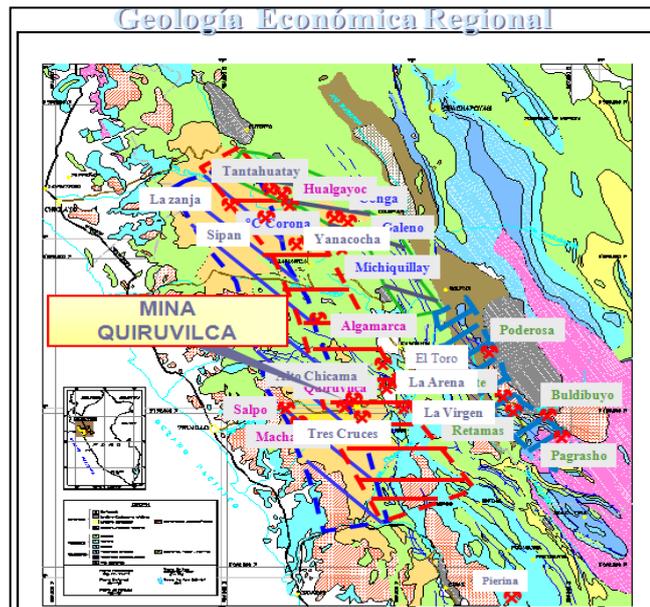


Figura 10.7. Geología Económica Regional.

Fuente: Elaboración CMQ.

3.2.9. Paragénesis.

La secuencia de deposición mineral se desarrolla de la siguiente manera:

- a) Un primer fracturamiento de cizalla y tensión en el depósito (Almiranta).
- b) Un segundo pulso sigue depositando pirita de colores cada vez más claros; decrece notablemente la deposición de enargita y empieza a depositarse tetrahedrita, esfalerita y galena; aparece la calcopirita y arsenopirita, mayor cantidad de cuarzo lechoso masivo y también cristalizado.
- c) En una tercera etapa continúa depositándose pirita aunque en menor cantidad, masiva y de gruesa cristalización, se asocia a la calcopirita y arsenopirita; sigue el aporte de tetrahedrita y en mayor cantidad galena/esfalerita.

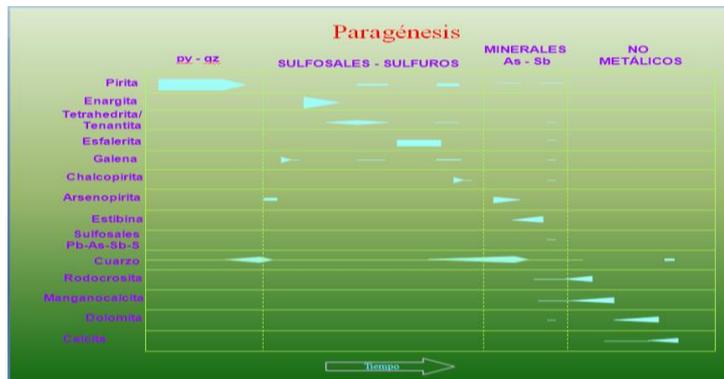


Figura 11.8. Paragénesis.

Fuente: Elaboración CMQ.

3.2.10. Zonamiento.

Alrededor de la primera zona de cobre, se ubica una estrecha franja llamada de transición, esta zona está caracterizada por la presencia de esfalerita-galena y tetrahedrita-enargita incipiente, hacia el Oeste (zona Codiciada) la predominancia de esfalerita es evidente; la zona de transición es cerrada hacia el Norte, Oeste y Sur, al Este es abierta y ofrece posibilidades de continuidad en ese sentido (Pampa la Julia).

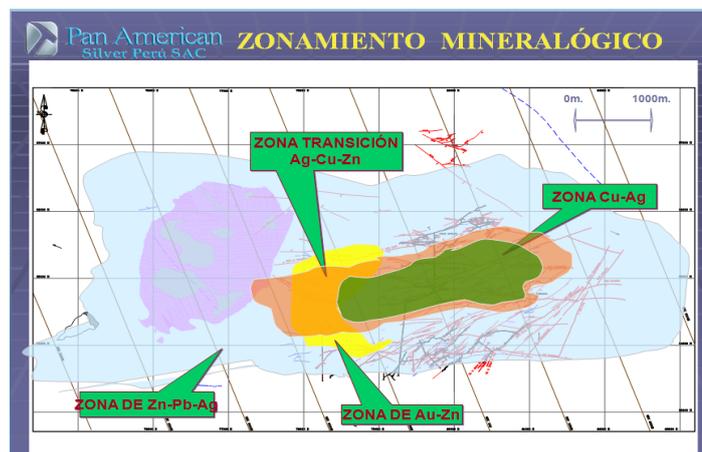


Figura 12.9. Zonamiento Mineralógico.

Fuente: Elaboración CMQ.

3.2.11. Alteración Hidrotermal.

El proceso hidrotermal ha afectado en diverso grado a las rocas de caja de las vetas del yacimiento, cambiando su composición en relación a la distancia de los canales de mineralización; globalmente se ha determinado que la alteración corresponde al tipo cuarzo-sericita-pirita.

3.2.12. Factores de Minado.

3.2.12.1. Dilución de Mineral.

La aplicación práctica del método de explotación involucra la dilución del mineral por efecto de caída de las cajas estériles o casi estériles.

En Quiruvilca se realiza el muestreo solo sobre la mineralización de las vetas y luego para el control operativo se diluyen al ancho de labor. Para efecto de la estimación de reservas se aplica un ancho mínimo minable de 0.80m, aplicado por ser el ancho en que las rastras o scrapers se desplazan eficientemente. El Ancho Diluido es calculado independientemente para cada canal aplicando las siguientes consideraciones:

$$\begin{aligned} AV \leq 0.40m &= 0.80m \\ AV > 0.40m &= AV+0.40m \end{aligned}$$

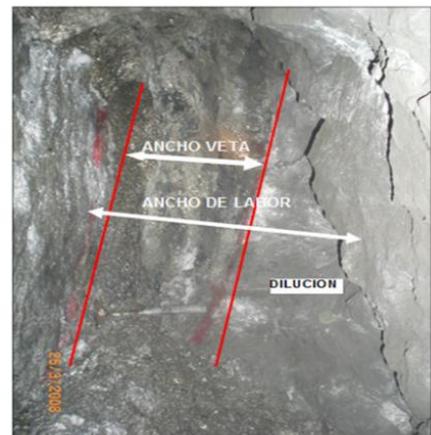


Figura 13.10. Ancho de Veta.

Fuente: Elaboración CMQ.

3.2.12.2. Dilución durante la fase de limpieza de mineral.

En Quiruvilca, el procedimiento de minado involucra colocar tablas al piso de los tajeos antes de la rotura de mineral con la doble aplicación de favorecer el desplazamiento de la rastra y para evitar contaminar el mineral con el material estéril del relleno utilizado, por ello en la estimación de reservas aplicamos una dilución “0” por este concepto.

3.2.13. Recuperaciones de mineral cubicado en un bloque.

El factor de recuperación de mineral cubicado en un bloque de Reservas involucra al mineral que se abandona “in situ” por motivos de estabilidad. El método de explotación tradicional de corte y relleno ascendente aplicado en Quiruvilca no permite dejar pilares durante la explotación, pero en algunos casos quedan tramos de veta sin explotar (generalmente en los extremos) debido al empobrecimiento y/o adelgazamiento de las vetas.

3.2.14. Método de Explotación.

El método explotación en Quiruvilca es el Corte y Relleno Ascendente, con tres variantes de acuerdo a la resistencia del macizo rocoso:

- Breasting (RMR 15 - 30)
- Realce por tramos en avanzada (RMR 30 – 45)
- Realce masivo (RMR 45 – 60)

3.2.15. Secuencia de Minado.

Se trabaja un promedio de 60 tajeos mediante el método de Corte y Relleno Ascendente con relleno hidráulico. Las rebanadas horizontales tienen 3-3.5m de altura y la limpieza del mineral se realiza mediante winches de acuerdo a la potencia de la veta, en 35m de longitud de ala con máxima eficiencia, como se puede apreciar en la Figura 3.11.

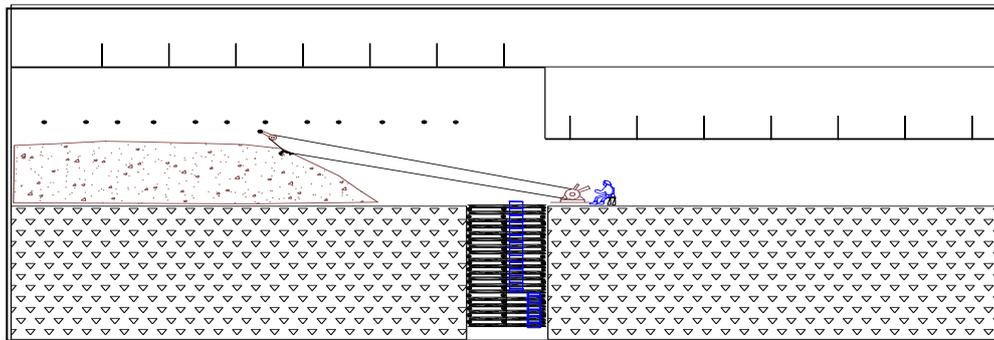


Figura 14.11. Secuencia de Minado.

Fuente: Elaboración CMQ.

Las secuencias de minado se pueden apreciar en las Figuras 3.12, 3.13 y 3.14.

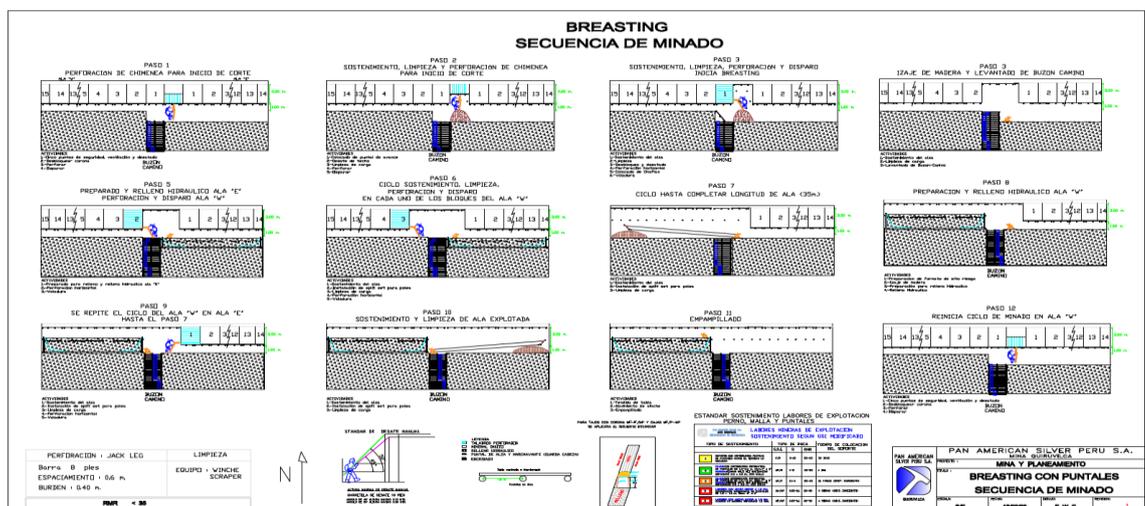


Figura 15.12. Secuencia de Minado Breasting.

Fuente: Elaboración CMQ.

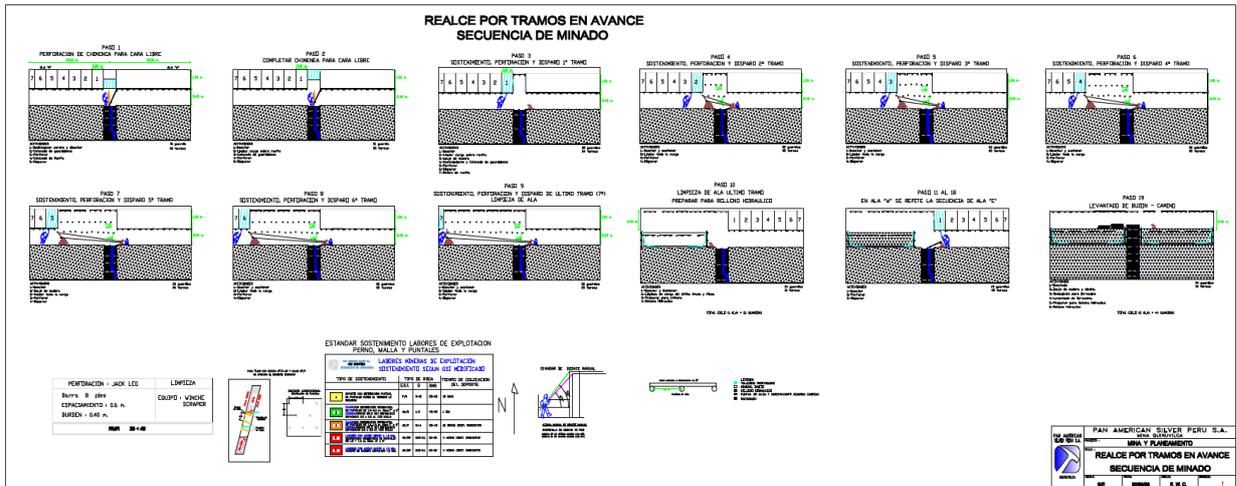


Figura 16.13. Secuencia de Minado Realce por Tramos en Avance.

Fuente: Elaboración CMQ.

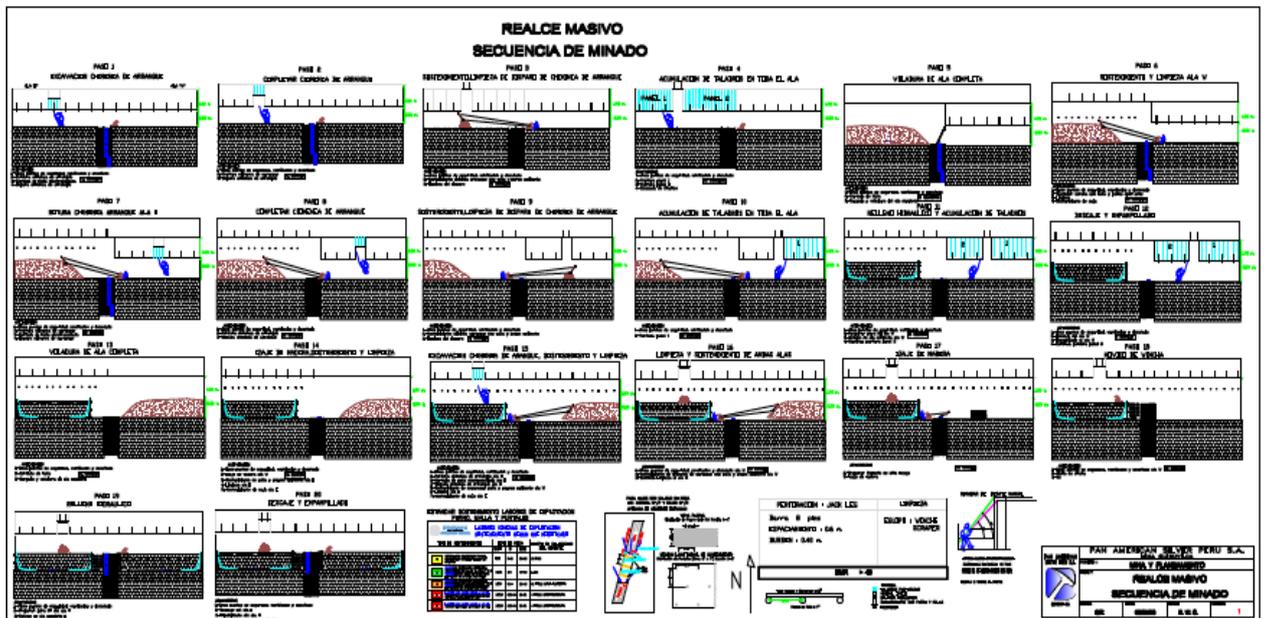


Figura 17.14. Secuencia de Minado Realce Masivo.

Fuente: Elaboración CMQ.

CAPÍTULO IV:

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La Zona Codiciada antes de la implementación de la nueva infraestructura, en el año 2015 y en el primer semestre del año 2016 presentaba déficit por incumplimiento de volumen de extracción de acuerdo a los programas anuales y mensuales comprometidos en las reuniones gerenciales, obteniendo cumplimiento de 73% para el periodo 2015 y 64% para el primer semestre del 2016.

A consecuencia de este resultado, también se vio afectada el cumplimiento de finos en el año 2,015 con un déficit de 127,268 de onzas de Ag y en el primer semestre del 2,016 con déficit de 95,422 onzas de Ag, como se puede apreciar en la Tabla 4.1.

Sumado a estos inconvenientes el alto costo de 4.5 US\$/t del transporte por superficie del NV. 50 y 3800, comparado con el costo de 0.89 US\$/t del transporte por interior mina de los NV. 100 y 160, era otro factor que afectaba la productividad de la zona y en aras de buscar una mejora se plantea la necesidad de unificar el transporte por interior mina.

Entonces se propuso en alinear un mejoramiento del sistema de extracción con la implementación de una nueva infraestructura basado en la presente investigación con datos de campo obtenidos en nuestros controles, que nos beneficia para realizar comparaciones de tiempo, volumen de extracción y finos.

Tabla 18.1. Comparativo de Finos del 2,015 y Primer Semestre 2,016.

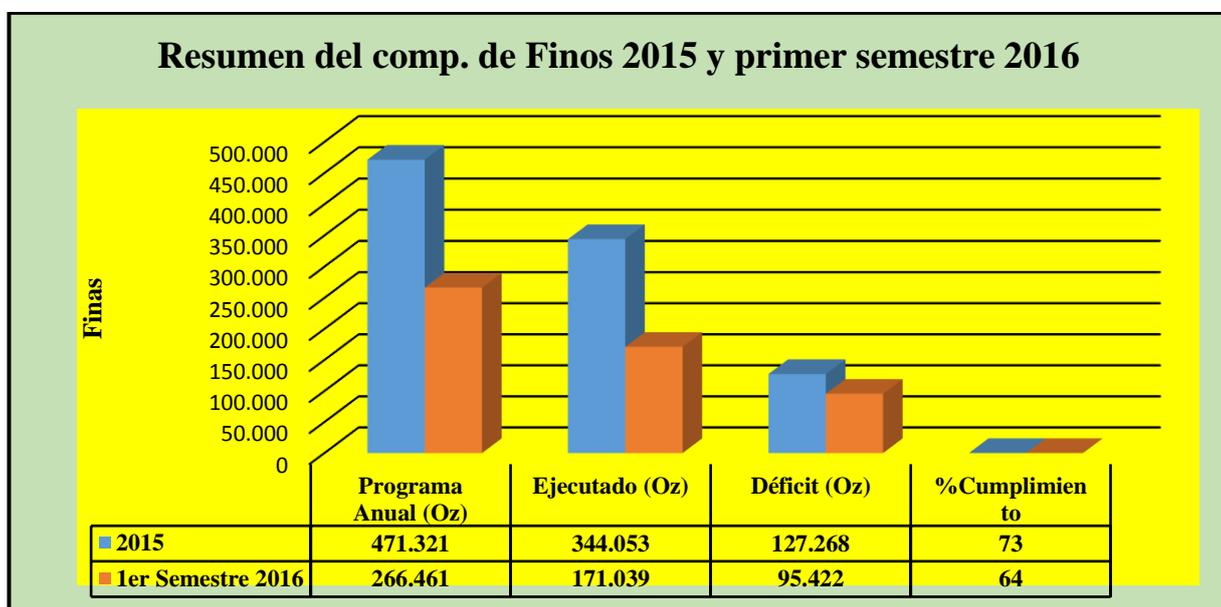
1er Semestre 2016	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total (Oz)
Programa (Oz)	44,192	42,555	44,192	45,174	45,174	45,174	266,461
Ejecutado (Oz)	27,333	29,789	27,039	29,298	29,920	27,661	171,039
Déficit (Oz)	16,858	12,767	17,153	15,876	15,254	17,513	95,422
%Cumplimiento.	62	70	61	65	66	61	64

Año 2015	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total (Oz)
Programa (Oz)	48,256	44,928	48,286	46,592	46,259	44,262	32,172	31,616	27,782	31,782	33,280	36,109	471,321
Ejecutado (Oz)	40,485	26,830	36,937	33,246	33,273	26,318	22,853	26,517	22,364	26,105	25,602	23,522	344,053
Déficit (Oz)	7,771	18,098	11,348	13,345	12,986	17,944	9,318	5,098	5,418	5,678	7,678	12,586	127,268
%Cumplimiento	84	60	76	71	72	59	71	84	80	82	77	65	73

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4.2, se muestra el Resumen del comparativo de finos del año 2, 015 y primer semestre del 2,016, obteniéndose cumplimientos del 73 % y 64 %, respectivamente.

Tabla 19.2. Resumen del comparativo de Finos del 2,015 y Primer Semestre 2016.



Fuente: Elaboración propia.

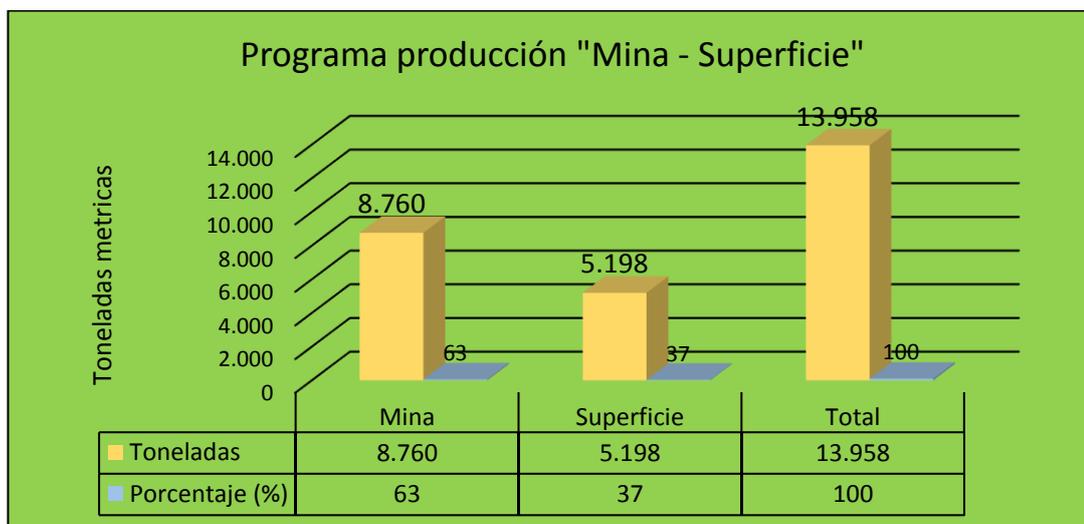
4.1. Análisis de los resultados de la Investigación.

Para realizar la investigación se dispuso examinar la causa raíz de la realidad del incumplimiento del tonelaje de la zona Codiciada y para esto se consideró el mes de julio como base promedio del año 2016.

Para este mes base, se aprobó un programa de producción de 13,958 t, como se detalla en la Tabla 4.3.

Tabla 20.3. Programa Base de Producción de Zona Codiciada.

	Programa Base de Producción (t)	%
Mina	8,760	63
Superficie	5,198	37
Total	13,958	100



Fuente: Elaboración propia.

Este tonelaje programado se encuentra distribuida en los tajeos que se hallan en los niveles de la zona Codiciada, el cual se detalla en la Tabla 4.4.

Tabla 21.4. Programa mensual de Producción Julio 2016- Zona codiciada.

Programa mensual Julio - 2016 Zona Codiciada			
Nivel	Tajo		
Morococha	588 W	958	t
	786 W	455	t
50	900 W	210	t
	716 W	338	t
	808 W	596	t
	795 W	390	t
	350 W	915	t
3800	410 W	576	t
	515 W	419	t
	1175 W	714	t
	612 W	585	t
	590 W	1206	t
100	642 W	581	t
	579 W	715	t

Programa mensual Julio - 2016 Zona Codiciada			
Nivel	Tajo		
	310 W	503	t
	440 W	323	t
160	760 W	1025	t
	858 W	1073	t
	1161 W	1509	t
	607 W	867	t
	total	13 958	t

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma la extracción en mina por carros o convoy y en superficie por volquete se distribuía de acuerdo a la Tabla 4.5 y Tabla 4.6, respectivamente.

Tabla 22.5. Programa de extracción Mina - Zona Codiciada.

NV.	N° Tajos	Toneladas / Programado	t/día	t /gda.	N° Carros/gda.	N° Convoy/viaje
Mor.	1	958	32	16	11	2
100	5	3,328	111	56	40	5
160	4	4,474	149	75	54	6
Total	10	8,760	292	147	105	13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23.6. Programa de extracción Superficie - Zona Codiciada.

NV.	N° Tajos	Toneladas / Programado	t/día	t /gda.	Cap. de Volquete t/viaje	N° viajes/día
50 y 3800	10	5,198	173	87	17	10

Fuente: Elaboración propia.

Que en suma llegan a los 13,958 t. Una vez obtenida el tonelaje de mineral en los tajeos, es transportado hacia la tolva de gruesos por interior mina y superficie que se encuentra ubicada a 4.5 km de las operaciones mineras, generando un costo 0.89 US\$/t por acarreo en interior mina con locomotoras y carros mineros; y un costo de 4.5. US\$/t por transporte de mineral con volquete, como se puede apreciar en la Tabla 4.7, del Reporte Operacional del mes de Enero a Julio del 2016, correspondiente a la zona Codiciada de la Compañía Minera Quiruvilca S.A.:

Tabla 24.7. Reporte Mensual de Operaciones Zona Codiciada.

COMPañÍA MINERA QUIRUVILCA S.A										AÑO 2016
REPORTE MENSUAL DE OPERACIÓN MINA										
		Promedio 2015	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	Acumulado
Codiciada	US \$/TMS	26.92	20.81	20.82	20.93	20.61	24.43	30.71	32.12	25.27
Avanc - Desar - Horizontal	US \$/TMS	0.90	0.35	0.48	0.23	0.41	0.04	1.51	1.73	0.77
Avanc - Desar - Sostenimiento	US \$/TMS	0.09	0.09	0.05	0.06	0.09	0.09	0.30	0.21	0.13
Avanc - Desar - Vertical	US \$/TMS	0.42	0.15	0.01	0.11	0.12	0.08	0.44	0.13	0.17
Avanc - Explorac - Horizontal	US \$/TMS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01
Avanc - Explorac - Sostenimiento	US \$/TMS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Avanc - Explorac - Vertical	US \$/TMS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Transp - Mineral - Locomotora	US \$/TMS	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Transp - Mineral - Volquete	US \$/TMS	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
Avanc - Operac - Horizontal	US \$/TMS	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Avanc - Operac - Sostenimiento	US \$/TMS	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Avanc - Operac - Vertical	US \$/TMS	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Avanc - Preparac - Horizontal	US \$/TMS	0.63	0.24	0.25	0.09	0.15	0.13	0.12	0.12	0.16
Avanc - Preparac - Sostenimiento	US \$/TMS	0.16	0.26	0.32	0.07	0.01	0.00	0.07	0.14	0.12
Avanc - Preparac - Vertical	US \$/TMS	0.14	0.03	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Avanc - Rehabilitac - Horizontal	US \$/TMS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Avanc - Rehabilitac - Sostenimiento	US \$/TMS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Avanc - Rehabilitac - Vertical	US \$/TMS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Servic Mina - Aire, Agua, Tuberías	US \$/TMS	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Servic Mina - Bombeo y Drenaje	US \$/TMS	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Servic Mina - Manito Vías	US \$/TMS	0.03	0.04	0.03	0.00	0.03	0.00	0.03	0.03	0.02
Servic Mina - Manito Piques	US \$/TMS		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.92	0.33
Servic Mina - Ventilación	US \$/TMS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Explotac - R. Detritico	US \$/TMS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Explotac - R. Hidráulico	US \$/TMS	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Explotac - Rotura	US \$/TMS	20.80	13.52	13.45	13.97	13.41	17.27	20.42	22.14	17.04

Fuente: Reporte Mensual de Operaciones Mina-2016.

En base a este Reporte Mensual de Operaciones Mina–2016 de CMQ SA de la zona Codiciada, se ha considerado la Tabla 4.8, el costo por el transporte de mineral actual.

Tabla 25.8. Costo por el traslado de mineral actual.

Costo por el transporte de mineral actual						
Costo Tarifario de un Volvo US\$/h 55.00						
Ruta de Transporte de Mineral	Equipo	Capacidad (t)	Distancia (Km)	Ciclo (h/viaje)	Costo (US\$/t)	Costo (US\$/viaje)
NV. 3800 a Cancha de TV Gruesos	Volvo	17	4.5	0.752	4.5	73.14

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, el costo con volquete es cinco veces más caro que el costo por interior mina, muy aparte de la dilución del mineral por estar expuesto al ambiente, de la contaminación ambiental que esta crea al paso de los vehículos livianos y pesados por estar cerca a las comunidades aledañas.

Es así que nace la idea de buscar una mejora para la zona Codiciada, entonces se pensó y verificó en el campo con la siguiente pregunta: “¿Que perfeccionamiento habría, para bajar los costos de transporte?”, luego de un análisis se decidió acondicionar chimeneas de tajeos antiguos que se encontraban en perfectas condiciones entre el NV.3800 y NV. 100 y para dar la continuidad de la extracción del NV. 100 al Nv.160 se utilizarían las chimeneas trillizas ubicadas en el NV. 160, Ch 729W (extracción del NV. 100), Ch 722W (tránsito de personal y servicios) y Ch 715W (para extracción del NV. 50, NV. 3800), para que la extracción de mineral se concentre solo por interior mina y así poder eliminar la extracción por superficie, así como se podrá apreciar en el Proyecto de las Chimeneas trillizas, Figura 4.1.

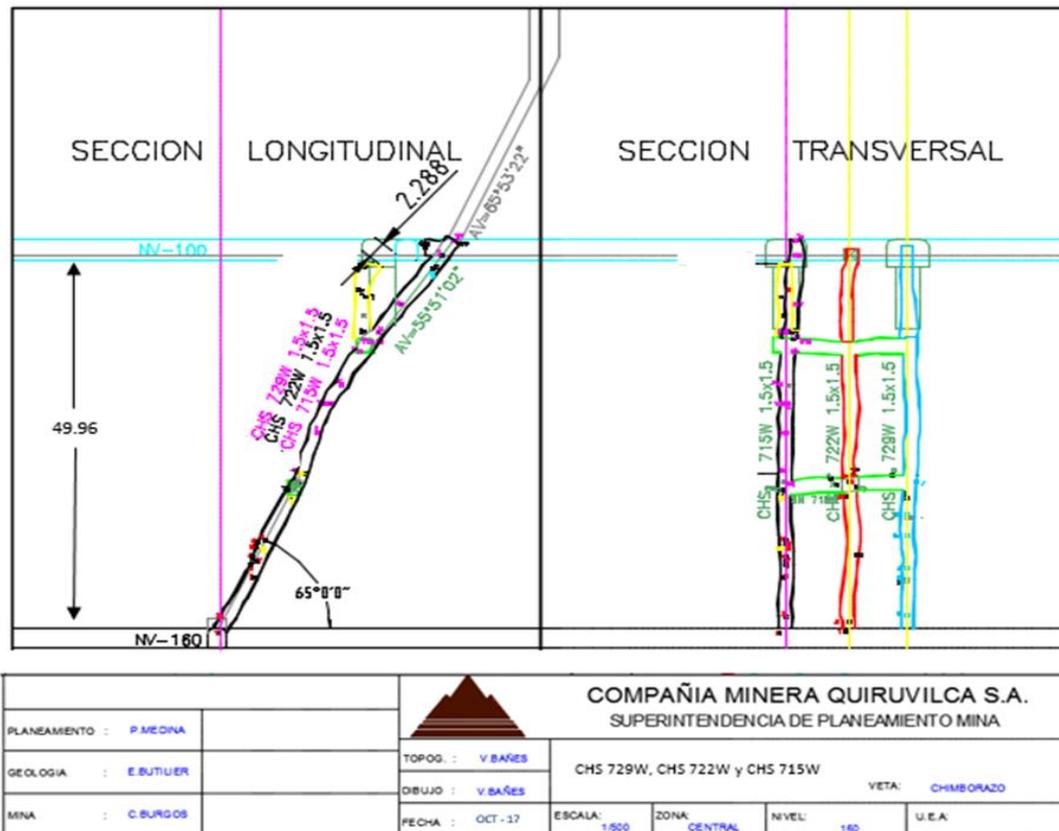


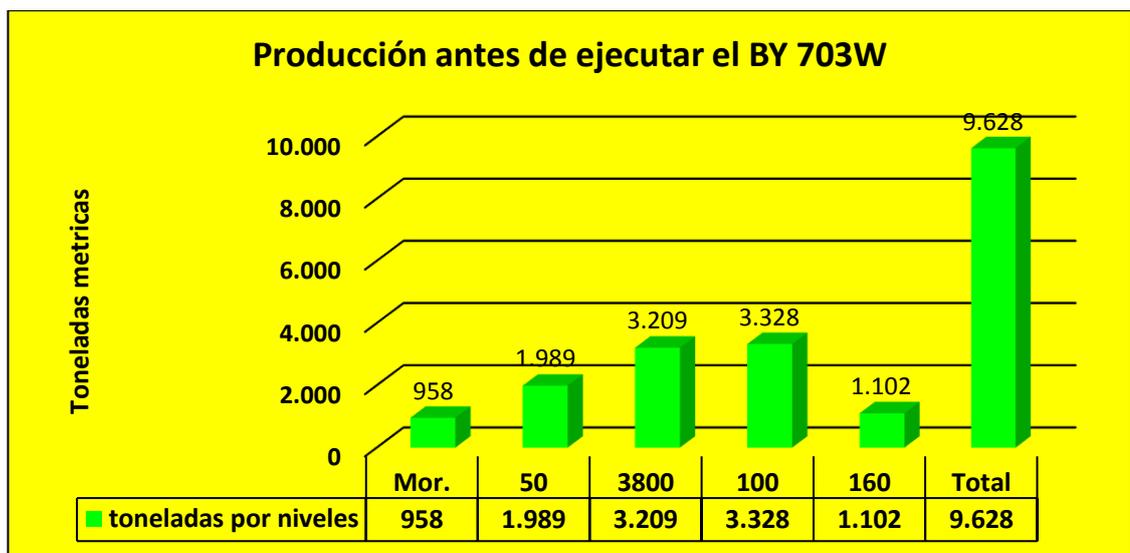
Figura 26.1. Proyecto de las chimeneas Trillizas.

Fuente: CMQ S.A.

Se logró trabajar como prueba por un periodo corto de tiempo, pero lamentablemente se creaba un problema por la falta de versatilidad en la línea cauville en el tránsito de locomotoras, debido a la falta de infraestructura (By pass) que generaba tiempos muertos para la extracción, por consiguiente la zona Codiciada no podía cumplir el programa de producción mensual ni mucho menos aumentar la producción, bajo este esquema la producción llegaba a 9,628 t, con un cumplimiento de 74%, y sumando la extracción por la zona Central el cumplimiento era del 76%, como se puede apreciar en la Tabla 4.9.

Tabla 27.9. Cuadro de Producción antes ejecutar el BY 703W.

NV.	N° Tajos	tonelaje sin ejecutar el By pass	t/día	t/gda.	N° Carros/gda.	N° Convoy/Viaje	Observaciones
Mor.	1	958	32	16	11	2	La extracción es por la Z. Central (No se considera para los cálculos)
50	5	1,989	66	33	23	3	
3800	5	3,209	107	55	39	5	
100	5	3,328	111	56	40	5	
160	4	1,102	37	19	13	2	Extracción por falta de infraestructura (By pass).
Total	20	9,628	321	163	115	15	



Fuente: Elaboración propia.

Entonces, se planteó en la reunión de planeamiento mensual realizar un proyecto de desarrollo del By pass que aparte de mejorar la producción también mejoraría el tránsito de las locomotoras y tendría las características de acuerdo a la Tabla 4.10.

Tabla 28.10. Metafísica.

Metas físicas						
Tipo	Sección	Descripción	Gradiente	Cantidad	Metros	Total
By Pass	2.40 x 2.60	Desarrollo Horizontal	0%	1	60	60

Fuente: Elaboración propia.

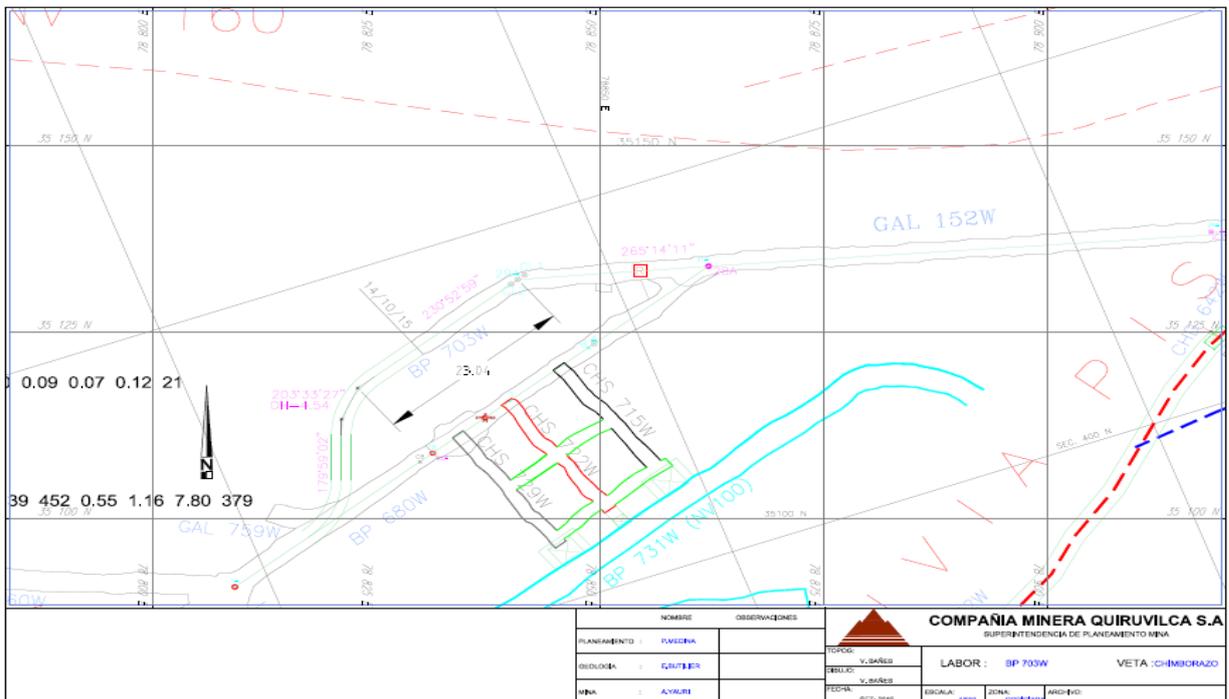


Figura 29.2. Proyecto del Desarrollo de BY 703W.

Fuente: CMQ S.A.

Luego de ser analizado y considerando todos estos aspectos se dispuso al responsable de la Zona Codiciada para que realice en el breve plazo un estudio de factibilidad del proyecto del By pass de la Zona Codiciada.

Para el cual se ha elaborado los análisis respectivos utilizando las herramientas de mejora continua, que a continuación se detallan.

4.1.1. Análisis FODA.

Se ha evaluado una Propuesta de optimización para reducir costos de extracción por Trade-off y para ello se elaboró un análisis FODA de acuerdo a la Tabla 4.11.

Tabla 30.11. Análisis FODA.

	Fortalezas	Debilidades
	<p>F1. Yacimiento de mineral mediante vetas, donde las labores son convencionales para la extracción de mineral con seguridad, aplicación de corte y relleno.</p> <p>F2. Minería polimetálica; la mina produce minerales de zinc, cobre, plomo, plata, con alto contenido de cobre y zinc, ley de cabeza.</p> <p>F3. Implementación del sistema de gestión de seguridad OHSAS 18001, como mejora continua en la reducción de incidentes, y en los índices de seguridad (índice de frecuencia, severidad, accidentabilidad).</p> <p>F4. Compromiso de la alta dirección; en alcanzar los objetivos y metas trazadas, obtención de la producción planificada con seguridad.</p>	<p>D1. Profundizar las labores, proponiendo desarrollos, debido a que se tienen que encontrar mayores reservas, para continuar con la explotación y vida de la mina.</p> <p>D2. Capacitar por medio de especialistas, al personal en los diversos procesos de minado como perforación y voladura de rocas, caída de rocas, medio ambiente, etc. como mejoramiento continuo, y mejorar los índices de productividad y seguridad, para evitar accidentes.</p> <p>D3. Falta mejorar la gestión en la responsabilidad social, en el desarrollo de las comunidades vecinas de Quiruvilca y Shorey.</p> <p>D4. Falta mejorar el control ambiental de aguas ácidas de la mina.</p> <p>D5. Deficiente control en la gestión de logística, en la entrega de repuestos y materiales en forma oportuna.</p> <p>D6. Equipos de perforación tercerizados muy antiguos mayores a 5 años de antigüedad.</p>
Oportunidades		
<p>O1. Bloomberg Markets, calificó al Perú como el tercer país en Latinoamérica (luego de Chile y Panamá) entre los mejores países emergentes. Frontier Markets, para invertir</p>	<p>F1,F2,O1,O2. Incrementar la extracción de mineral, mejorar los procesos.</p> <p>F4O1,O2,O3. Incrementar las exploraciones, en la búsqueda de nuevas yacimientos y reservas.</p>	<p>D1,O1,O2,O3,. Extracción de mayor tonelaje aprovechando la política macroeconómica, monetaria, y bajo nivel del País.</p> <p>D2,D6,O1,O2,O3,O4. Renovación de equipos para la perforación.</p>

<p>a nivel mundial ubicándolo en la octava posición.</p> <p>O2. Política macroeconómica y monetaria, y el respeto a la institucionalidad; el Perú ha sostenido un escenario adecuado para la inversión extranjera.</p> <p>O3. El bajo nivel de riesgo país, que presenta el País, según Standard & Poor's, que elevó su nota crediticia de largo plazo para Perú a BBB+, mencionando que el Perú ha reducido su vulnerabilidad a los choques externos, y mejorando su capacidad para registrar un crecimiento estable.</p> <p>O4. Implementación de tecnología moderna.</p> <p>O5. Implementación del ISO 14001 como gestión ambiental.</p>	<p>F2,F4,O1,O2,O3,O4. Empleo de la tecnología en la búsqueda de nuevas reservas.</p> <p>F2,F4,O1,O4. Abastecimiento de la logística en mina, y a menor costo.</p> <p>F3,F4,O1,O5. Implementación de ISO 14001, OHSAS 18001.</p>	<p>D5,O1,O2,O3,O4. Implementación de logística y a menor costo en mina.</p> <p>D2,D5,D6,O1,O2,O3,O4,O. Mayor capacitación en equipos modernos, seguridad medio ambiente.</p> <p>D3,D4.O1,O2,O3,O5. Gestionar la responsabilidad social y el medio ambiente.</p>
<p>Amenazas</p>		
<p>A1. Disminución del precio y demanda de metales a nivel mundial: debido a la desaceleración de las economías emergentes, sobre todo de china, que se ha transformado en el principal socio comercial de varios países de la región, en particular los exportadores de materias primas peruanas.</p> <p>A2. Desarrollo de sustitutos del zinc, plomo, plata.</p> <p>A3. Influencia negativa de algunas organizaciones políticas en temas sociales, ambientales;</p> <p>A4. Percepción de la minería; algunas ONGS, informan</p>	<p>F1,F2,A1. Optimizar los procesos, reducción de costos.</p> <p>F3,F4,A3,A4. Implementación de ISO 14001, OHSAS 18001.</p> <p>F4,A2. Compromiso de la alta dirección en conservación del medio ambiente.</p> <p>F4A3. Compromiso de la alta dirección en el desarrollo de las comunidades.</p>	<p>D3,D4,A3,A4. Mejora de procesos en el control de aguas acidas, y medio ambiente.</p> <p>D2,A3,A4. Incrementar las capacitaciones en seguridad y medio ambiente por especialistas.</p>

negativamente a las comunidades, impidiendo el desarrollo de proyectos mineros.		
---	--	--

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Análisis diagrama de Pareto.

Se han identificado seis causas y dentro de los cuales se han calificado doce sub causas, que se pueden corregir para resolver el problema del proyecto, analizando estas sub causas identificamos la causa raíz posible que es de “Falta de diseño de un By pass”, que se encuentra incluida en la causa de infraestructura, que corresponde a un sexto de las causas, es decir aproximadamente al 20% de las causas que resolvería el 80 % del problema, de acuerdo a la Tabla 4.12.

Tabla 31.12. Análisis Pareto.

Problema	Causas	Sub causas
Incumplimiento de producción	Extracción de mineral	Mayor manipuleo con equipo.
		Alto costo de extracción por el Nv. 3800.
	Infraestructura	Falta de diseño de un By Pass.
		Necesidad de cancha para acumulación de mineral.
	Personal	Expuesto a desviaciones en superficie.
		Capacitación constante sobre transporte en superficie e interior mina.
	Medio Ambiente	Fuerte contaminación en superficie.
		Operaciones de trabajo cerca a la población.
	Equipo	Se requiere de volquetes y un cargador frontal.
		Congestión de tránsito de equipo en interior mina.
	Método de trabajo	Paralización de equipos por falta de un buen método de trabajo.
		Tiempo muerto por espera en la extracción.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4.13, representa el ciclo de trabajo de 91 min de un convoy de carros mineros que traslada mineral desde las tolvas de los tajeos hacia el echadero principal Op 215 W del NV. 160 y en el Figura N° 4.3, se muestra el Grafico de Pareto por Viaje.

Al realizar el análisis del ciclo de extracción promedio por viaje antes de la construcción del By pass, se identificó las causas principales de acuerdo al diagrama de Pareto, entre estas, el 20% de estas causas resolvería el 80% del problema, es decir la causa “Tiempo de espera” correspondería al 20%, el cual no debe existir este tiempo y para esto la extracción debe ser continuo.

Tabla 32.13. Tiempo de extracción promedio por viaje del NV 160 (antes de Construcción del By pass 703W).

Actividad	Minutos	%	Acum.	Acum. %
Tiempo de descarga	18.08	19.87%	18.08	19.87%
Tiempo de regreso	17.5	19.23%	35.58	39.10%
Tiempo de espera	16	17.58%	51.58	56.68%
Tiempo de traslado	15.75	17.31%	67.33	73.99%
Tiempo de espera	15.5	17.03%	82.83	91.02%
Tiempo de llenado	8.17	8.98%	91.00	100.00%
TOTAL	91	100%		

Fuente: Elaboración propia.

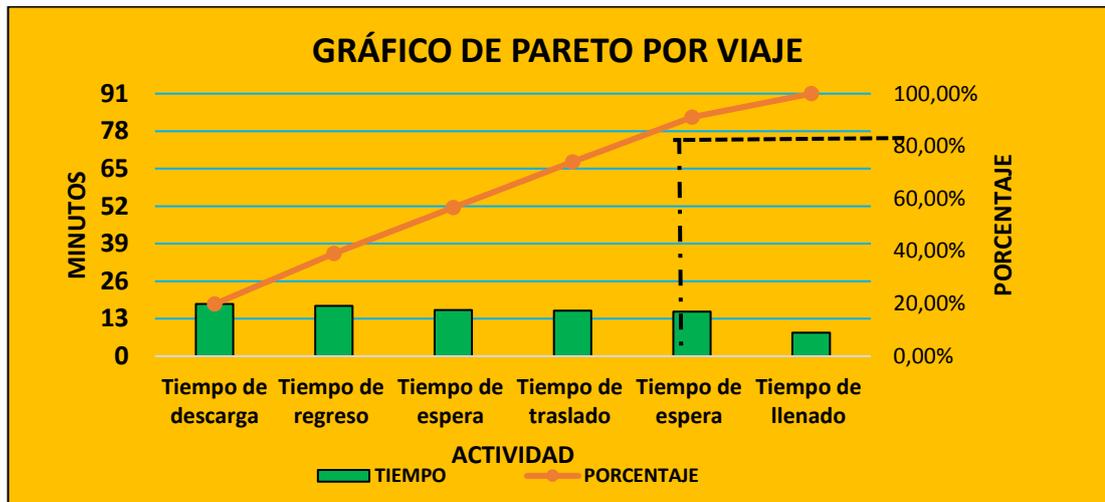


Figura 33.3. Gráfico de Pareto por viaje.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Análisis diagrama Causa – Efecto.

En el diagrama de causa – efecto, en la Figura 4.4, nos muestra las causas secundarias que involucran a las causas principales como: a la extracción de mineral, a la infraestructura, al personal, al medio ambiente, a los equipos y al método de trabajo, y como resultado se genera el incumplimiento de la producción.

Del diagrama, se verificó que para mejorar el incumplimiento de la producción se tenía que analizar cada causa principal con sus respectivas causas secundarias, luego de analizar se encontró la dificultad en la infraestructura y en ella la falta del diseño de un By pass, que solucionaría en gran medida las causas secundaria.

Por ejemplo, el personal ya no estaría expuesto a desviaciones en superficie y no se realizaría capacitación en el área de mina sobre transportes en superficie; en infraestructura, se realizaría el By pass y no habría necesidad de una cancha de

acumulación de mineral en superficie; en la extracción de mineral, no existiría manipuleo de mineral con equipo en superficie y se eliminaría el costo de extracción por superficie; en medio ambiente, no existiría contaminación de mineral en superficie y no habría operación de trabajo cerca a la población; en equipos; no se requeriría de volquetes / cargador frontal y se eliminaría la congestión de tránsito con equipos en interior mina; y finalmente en método de trabajo, no habría paralización de equipos en interior mina y se eliminaría los tiempos muertos por espera en la extracción.

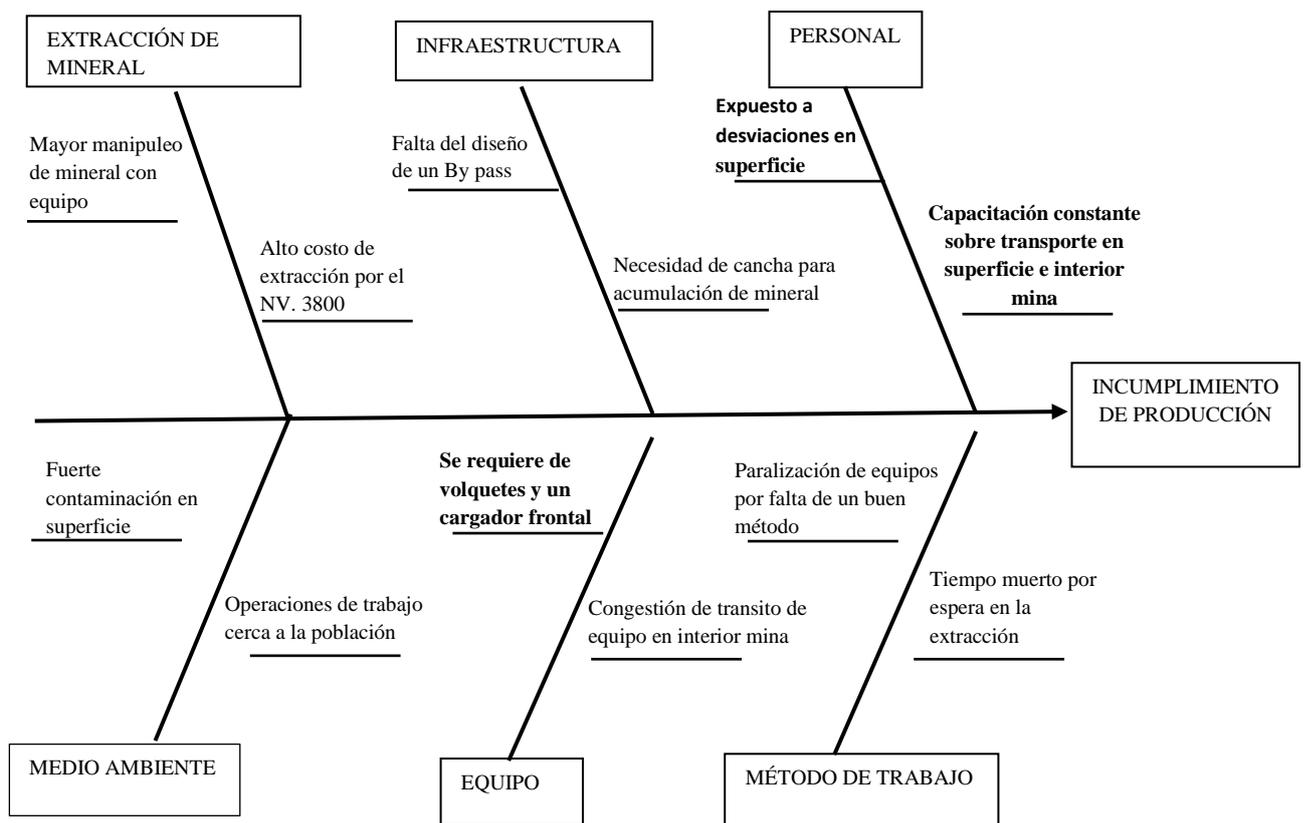


Figura 34.4. Análisis Causa – Efecto.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Análisis de Gestión Operativa.

La mina Quiruvilca zona Codiciada en el año 2015 e inicios del año 2016 presentaba un problema con el transporte del material roto hacia la tolva de gruesos. El problema principal estaba centrado en la falta de versatilidad en la línea cauville en el NV 160, como se mencionó anteriormente, el cual tenía que permitir el libre tránsito de dos locomotoras de 4 t; sin embargo, debido a la falta de infraestructuras (By pass) generaba tiempos muertos para la locomotora encargada de extraer el material de la zona de codiciada y transportarlo hasta Op 215 W del mismo nivel.

El sistema de rieles en el nivel 160 presenta como alternativa de mitigación a este problema un sistema de señalización por semáforos y ciertos By pass en zonas estratégicas. Este sistema reduce el nivel de confluencia de locomotoras; sin embargo, al momento de cargar el material de las chimeneas trillizas hacia la locomotora genera una obstrucción inevitable para la locomotora encargada de extraer el material de la zona de Codiciada.

En la siguiente Tabla 4.14, se representa el costo de minado para la mina Quiruvilca, Zona Codiciada.

Tabla 35.14. Cut off Mina - Zona Codiciada.

Área	Codiciada
	US\$/t
Explotación	13.77
Exploración	0.53
Desarrollo	3.82
Preparaciones	1.61
Operación Mina	0.11

Rehabilitaciones	0.00
Acarreo con locomotora	0.89
Relleno Hidráulico	0.00
Servicios auxiliares	0.48
Administración mina	1.16
Cut Off Mina	22.38

Fuente: Elaboración propia.

De esta Tabla 4.14, se observa que el costo de minado para la Zona Codiciada es de 22.38 US\$/t, considerando el costo de acarreo con locomotora de 0.89 US\$/t (4% del costo total).

4.1.5. Planeamiento de Minado.

Para iniciar el proyecto se tuvo que contar con la aprobación del programa mensual de avances, el marcado y pintado de la sección y gradiente de la labor por el área de topografía y el seguimiento inter diario hasta su culminación.

Operativamente, el proyecto se inicia con las instalaciones y verificación de las tuberías y mangueras de agua / aire que son necesarios para el funcionamiento de la máquina perforadora y pala neumática. Luego, se realiza el ciclo de perforación y voladura de la sección marcada, la siguiente guardia realizan el desato de rocas del alza y cajas, el regado de la carga producto del disparo. La limpieza se ejecuta con la pala neumática, colocando como puntas de avance dos rieles de 40 Lbs para el movimiento de los equipos, el cual cargará a los carros mineros de 1.5 m³ para que estos lo trasladen con una locomotora hasta el echadero principal Op 215W, una vez culminada la limpieza total del frente, se procede a sostener el alza con malla electro

soldada de 4 x 4 y Split set de 5 pies hasta el tope de la labor. El perforista realiza el marcado de la malla de perforación y la gradiente para iniciar nuevamente la perforación del frente hasta tres avances de 1.50 m de cada uno, en la cuarta guardia le tocará colocar el tendido de la línea férrea que consta de dos rieles de 40 Lbs de 6 m de largo, 08 durmientes de 6' x 8' x 1.50 m, 04 eclisas de 40 Lbs y 30 clavos de riel de 40 Lbs, para clavar los rieles en los durmientes. Y así sucesivamente se continua con el ciclo hasta la culminación del desarrollo del By pass.

La distribución de los taladros y la cantidad de explosivo semexa 65% utilizado para un disparo, se puede apreciar en la Tabla 4.15.

Tabla 36.15. Distribución de Taladros.

Taladros 38 mm	Numero Taladros	Cartuchos por taladros (6 pies)	Dimensión de cartucho	Total cartuchos Semexa 65%	Kilo de explosivo por cartucho	Total kilos de explosivo
Arranque	1	10	7/8"x7"	10	0,0857	0,857
1º Ayudas	4	9	7/8"x7"	36	0,0857	3,0852
2º Ayudas	4	9	7/8"x7"	36	0,0857	3,0852
Ayuda de cuadrador	2	8	7/8"x7"	16	0,0857	1,3712
Cuadrador	4	8	7/8"x7"	32	0,0857	2,7424
Ayuda de corona	1	7	7/8"x7"	7	0,0857	0,5999
Coronas	5	6	7/8"x7"	30	0,0857	2,571
ayuda de arrastre	3	7	7/8"x7"	21	0,0857	1,7997
Arrastre	4	8	7/8"x7"	32	0,0857	2,7424
Alivios de arranque	4		7/8"x7"	0	0,0857	0
Alivios de corona	4		7/8"x7"	0	0,0857	0
	36			220		18,854

Fuente: Elaboración propia.

La malla de perforación para el BY 703W, de sección 2.4 m x 2.6 m, es el siguiente:

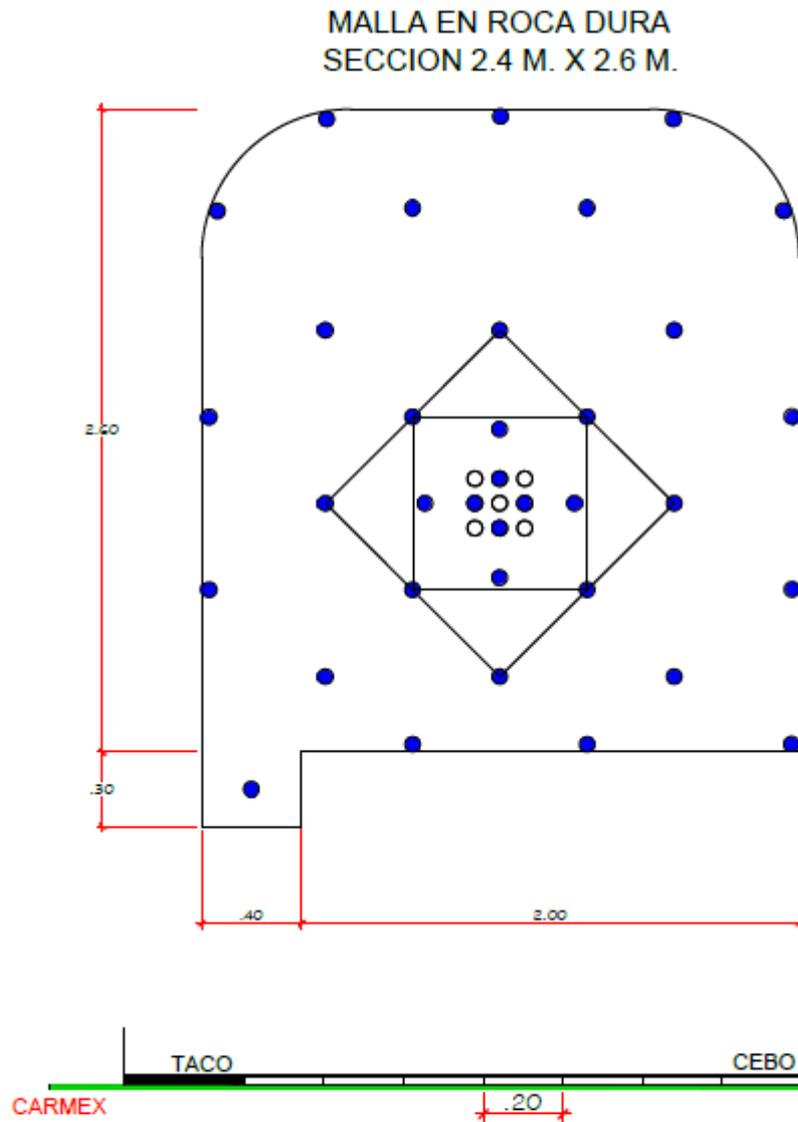


Figura 37.5. Malla de Perforación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38.16. Índice Operacional.

Finalmente obtenemos el índice operacional, en el siguiente cuadro.

Datos	Unidades	6 pies
Metros cúbicos	m3	10
Toneladas	TN	30
Factor de carga	Kg/m3	1,8854
Factor de potencia	Kg/TN	0,628
Factor de potencia	Kg/m	11,8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39.17. Estándar de Sostenimiento.

El Standard de sostenimiento considerado para el avance según el tipo de roca:

GSI	Q	RMR	Tiempo autosoporte	Tipo sostenimiento
MF/R	1,5	45-55	1 Día	Pemo split set 5' sostenimiento espaciado 1,5 m. x 1,5 m.
MF/P	0,4-1	35-45	12 Horas (Sostenimiento inmediato)	Pemo split set 5' sostenimiento espaciado 1,2 m. x 1,2 m. con malla electro soldada 4 x 4.



Fuente: Elaboración propia.

El sostenimiento se realiza de acuerdo a la recomendación del área de geomecánica (establecida en la Tabla Geomecánica), utilizando el mismo equipo de perforación del avance, con máquina perforadora Jackleg y brocas de 38 mm. Se realiza la perforación a la roca, luego se extiende la malla al alza para finalmente colocar los pernos de Split set. El tipo de malla es: MALLA ESOLD MESHPRO 4X4-8-2,02X25 MT de espesor, como se puede apreciar en la siguiente Figura 4.6.

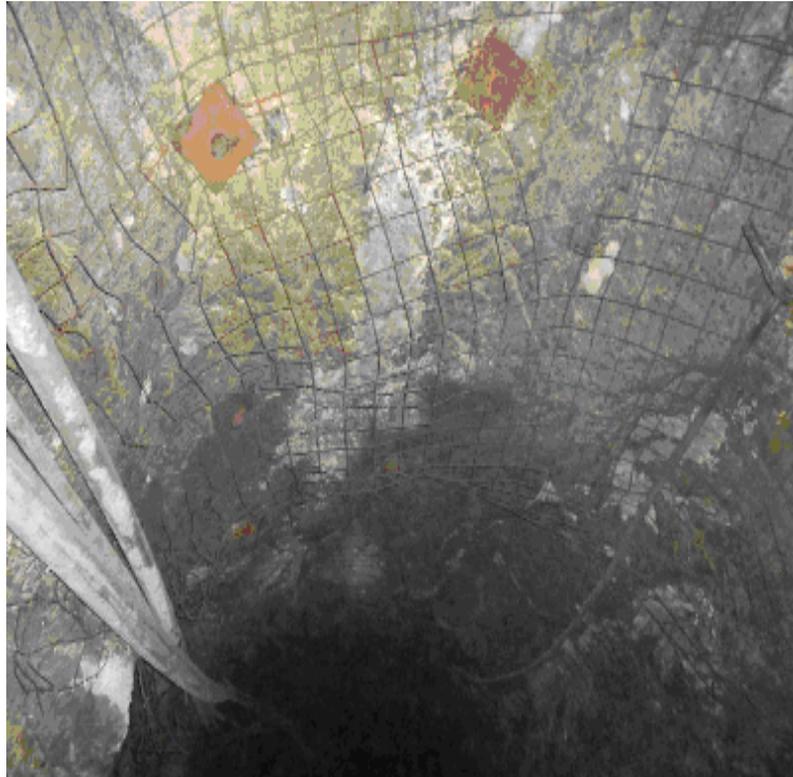


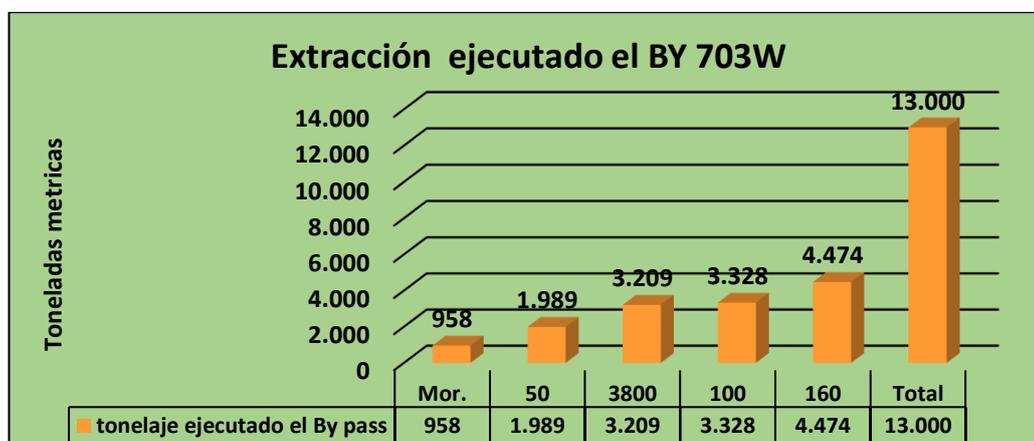
Figura 40.6. Sostenimiento del Alza del BY. 703W.

Fuente: Elaboración propia.

También para la ejecución del proyecto se consideró un nuevo programa de extracción de la zona Codiciada considerando la culminación del By pass y con este programa se llegaría a cumplir el tonelaje de 13,000 t y sumando el tonelaje de extracción del NV. Morococha que se extrae por la zona Central resultaría 13,958t, es decir el 100% de la producción de la zona Codiciada y se eliminaría la extracción por superficie como se podrá apreciar en la Tabla 4.18.

Tabla 41.18. Cuadro de Extracción ejecutado el BY 703W.

NV.	N° Tajos	tonelaje ejecutado el By pass	t/día	t /gda.	N° Carros/gda.	N° Convoy/Viaje	Observaciones
Mor.	1	958	32	16	11	2	La extracción es por la Z. Central (No se considera para los cálculos)
50	5	1,989	66	33	23	3	
3800	5	3,209	107	55	39	5	
100	5	3,328	111	56	40	5	
160	4	4,474	149	75	54	6	Extracción culminado el By Pass.
Total	20	13,000	433	219	156	19	19 viajes/gd para dos locomotoras c/u con 10 carros



Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Requerimiento de Equipo.

Los equipos solicitados para la realización de la producción y avance de la Zona Codiciada, son equipos pertenecientes a la empresa que han pagado su vida útil encargados de suministrar aire a presión, locomotora, pala neumática, ventiladores,

winches y equipos de perforación, a continuación se detalla en la Tabla 4.19, el costo por hora de producción.

Tabla 42.19. Costo del Equipo de Producción.

Equipos de producción		
Compresora Kaeser FSD 350	16.43	\$/h
Compresora Kaeser GA-315	16.42	\$/h
Locomotora a Trolley Clayton 12 t	30.6	\$/h
Locomotora a Trolley IMIN 8 t	26.29	\$/h
Locomotora GD de 4 t	17.22	\$/h
Pala Neumática	8.22	\$/h
Ventiladores 5 HP	0.27	\$/h
Ventiladores 10 HP	0.46	\$/h
Ventiladores 15 HP	0.67	\$/h
Ventiladores 20 HP	0.88	\$/h
Ventiladores 30 HP	1.31	\$/h
Ventiladores 50 HP	2.16	\$/h
Ventiladores 60 HP	2.61	\$/h
Ventiladores 100 HP	4.28	\$/h
Winches 15 HP	5.56	\$/h
Winches 20 HP	5.74	\$/h
Winches 25 HP	6.08	\$/h
Winches 30 HP	6.41	\$/h
Jackleg	0.12	\$/ft

Fuente: Elaboración propia.

Los equipos de acarreo para el NV. 160 está compuesta por dos locomotoras GD de 4 t y 16 carros mineros U35, que hacen dos convoyes de 08 carros cada uno.

Estos equipos, se dedican con el acarreo de la extracción de las chimeneas: Ch 715W y Ch 729 (Chimeneas trillizas) correspondientes del NV.50, NV.3800 y Nv. 100, y de la extracción de los tajeos del mismo NV. 160.

4.1.7. Proceso – Acarreo (Carro minero, Tonelada métrica, etc).

Previo a la construcción del BY 703W existía deficiencias en la optimización de tiempos para los equipos de acarreo, lo cuales no podían transitar de manera continua, porque la sección se lo restringía y las dobles vías no se construyeron en puntos estratégicos, como se podrá apreciar en la Tabla 4.20.

Tabla 43.20. Tiempo promedio de Extracción del NV 160 (Antes de la construcción del BY 703 W).

Ciclo del tiempo promedio de extracción por viaje del NV 160 (Antes de la construcción del BY 703W)							
N° Viajes	Tiempo de llenado (min)	Tiempo de traslado (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo de descarga (min)	Tiempo de regreso (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo total (min)
1	7	14	18.5	19	18	19.5	96
2	8	16	17.5	18	18.5	13	91
3	9	15.5	19.5	17.5	19	19	99.5
4	8.5	17	13.5	18	17.5	13.5	88
5	7.5	17	12.5	18.5	17	14.5	87
6	9	15	14.5	17.5	16.5	13.5	86
Promedio	8.17	15.75	16	18.08	17.75	15.5	91

Fuente: Elaboración propia.

El NV. 160 se cuenta con dos locomotoras, las cuales se cruzaban constantemente y obstaculizaban. La locomotora más perjudicada era la que tenía la función de extraer el material desde la zona de profundización de este nivel y tenía que cumplir su circuito hasta el Op 215W; por tanto debía pasar por las chimeneas trillizas, donde se encontraba la segunda locomotora, la cual tenía la función de carguío del material de los niveles superiores y acarreo de la misma al Op 215W.

En la Tabla 4.21, se muestra el tiempo del ciclo de la locomotora encargada del acarreo de la zona de Codiciada.

Tabla 44.21. Tiempo del Ciclo de locomotora antes del By pass.

N° Carros	16
N° Loc./Convoy	2
N°Carros/Convoy	8
Factor (t/Carros)	1.43
Horas de Trabajo en cada guardia	10 Horas 30 min
Viajes/Guardia	19
Viajes/Convoy	9.5
Ciclo del tiempo promedio de extracción antes de construcción del By (min)	91
Tiempo de trabajo antes del By Pass	14 Horas 24.5 min

Fuente: Elaboración propia.

En promedio se determinó que un ciclo de acarreo por una locomotora demora 1 hora con 31 min, llegando a tener un tiempo de espera promedio en ida y vuelta de 15.5 min a 16 min; generándose un tiempo de espera promedio de 15.75 min para poder trasladarse hacia las labores más profundas del nivel y un tiempo de trabajo de 14 horas y 24.5 min por guardia.

4.1.8. Proceso – Transporte (volquetes, distancias, material transportado).

Como se puede apreciar en la Figura N° 4.7, el transporte por superficie que se realizaba para la extracción del material del NV. 50 y NV. 3800, era transportado por un volquete de 17 toneladas con una velocidad promedio de 12 km/h en un terreno sinuoso y bajo las condiciones de seguridad permitidas en la mina Quiruvilca y

transportaban en promedio 173 t/día a una distancia de 4.5 km entre la bocamina del Nv. 3800 y la cancha de acumulación de mineral, lado de las tolvas de chancado.

Extracción del Nv. 3800 hacia Tolvas de Gruesos.



Descarga en Tolva de Gruesos.



Figura 45.7. Vista de Trabajo del Volquete de 17 Toneladas

Fuente: Elaboración CMQ.

El ciclo del volquete según la Tabla 4.22, en promedio de la guardia de 10 viajes es de 0.752 h en una distancia a recorrer en ida y vuelta de 9 km hasta la cancha de acumulación de mineral, lado de las tolvas de chancado.

Tabla 46.22. Tiempo de Extracción del Volquete.

Tiempo de extracción del volquete					
Ítem	Tiempo de acarreo (min)	Tiempo de traslado (min)	Tiempo de descarga (min)	Tiempo de regreso (min)	Tiempo total (min)
1	8	14	5	18	45
2	9	15	4	17	45
3	8.5	14	5.5	17	45
4	9	14.5	5	17.5	46
5	9	15	4.5	16.5	45
6	10	15	6	16	47
7	10	13	5	17	45
8	8.5	14	6	16	44.5
9	9	13	4	19	45
10	8	15	4.5	16	43.5
Promedio	8.9	14.25	4.95	17	45.1

Fuente: Elaboración propia.

Con el proyecto del By pass, esta extracción por superficie estará eliminado porque el transporte de mineral será por interior mina utilizando las chimeneas trillizas y toda la evacuación del mineral concurrirá por el NV. 220.

4.1.9. Diseño de Extracción de Material.

El nuevo diseño de extracción del mineral contempla el uso de chimeneas de extracción que se encuentran ubicadas entre el NV. 50, NV. 3800, NV. 100 y NV. 160, de acuerdo a la Tabla 4.23 y Figura 4.11, del sistema de extracción propuesta.

Tabla 47.23. Diseño de Extracción de Material.

Trayecto de extracción		Chimeneas de extracción	Descripción
Desde	Hasta		
NV. 50	NV. 3800	Ch 295W	Evacuación de mineral de los tajeos del NV. 50.
NV. 3800	NV. 100	Ch 254W	Evacuación de mineral de los tajeos del NV. 50 y NV. 3800.
NV. 100	NV. 160	Ch 715W	Continuidad de la evacuación de mineral de los tajeos del NV. 50 y NV. 3800.
NV. 100	NV. 160	Ch 729W	Evacuación de mineral de los tajeos del NV. 100.
NV. 160	NV. 220	Op 215W	Evacuación de mineral de los tajeos del NV. 50, NV. 3800, NV. 100 y NV.160.

Fuente: Elaboración propia.

Las chimeneas 295W y 254W de tajeos antiguos fueron acondicionadas; mientras que las chimeneas trillizas (715W, 729W y 722W), fueron diseñadas exclusivamente para realizar la evacuación de mineral de los niveles superiores.

En la Figura N° 4.8, se puede apreciar el diseño de las chimeneas trillizas, en sección Longitudinal y Transversal.

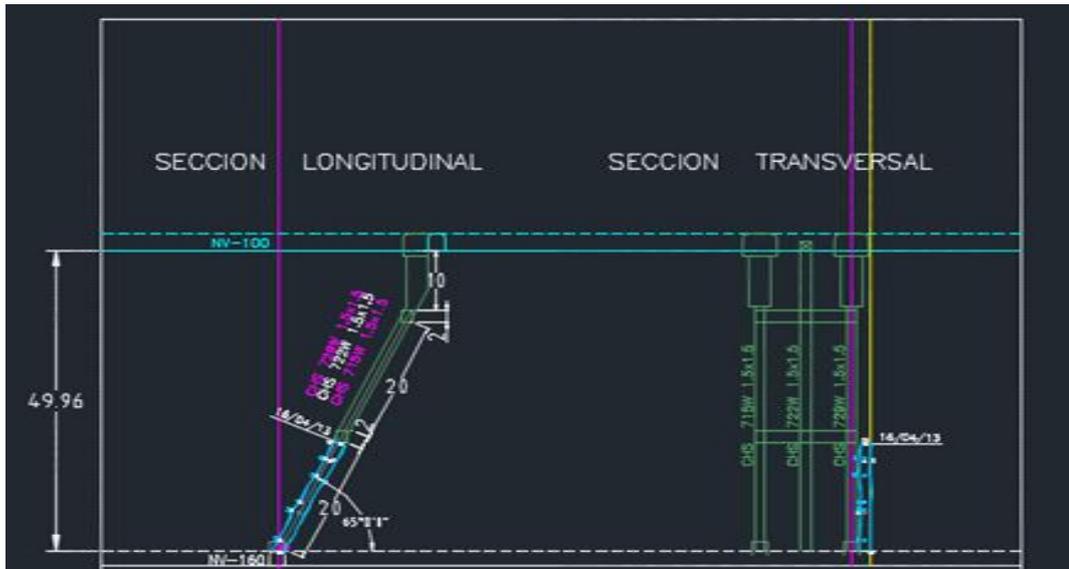


Figura 48.8. Sección Longitudinal e Transversal de Chimeneas Trillizas

Fuente: CMQ S.A.

En la Figura 4.9, se puede apreciar el diseño de las chimeneas trillizas en sección Planta. Así como también el BY 703W, antes de iniciar la rotura. Y de igual forma en la Figura 4.10, se aprecia el ciclo de actividades de las chimeneas trillizas, en forma ordenada de acuerdo al minado priorizando la secuencia de la actividad.



Figura 49.9. Sección Planta de las Chimeneas Trillizas.

Fuente: CMQ S.A.

1er ACTIVIDADES CH 729W	
1	PERFORACIÓN Y DISPARO.
2	VENTILAR, DESATAR, PERFORAR Y DISPARO.
3	VENTILAR, PALEAR DESMONTE DE EXCESO.
4	DESATAR, COLOCAR PUNTAL DE AVANCE P/D.
5	HACER LAS ACTIVIDADES DEL 3 Y 4 HASTA 22 m.
2do ACTIVIDADES CH 722W	
1	PERFORACIÓN Y DISPARO.
2	VENTILAR, DESATAR, PERFORAR Y DISPARO.
3	VENTILAR, PALEAR DESMONTE DE EXCESO.
4	DESATAR, COLOCAR PUNTAL DE AVANCE P/D.
5	HACER LAS ACTIVIDADES DEL 3 Y 4 HASTA 22 m.
3er ACTIVIDADES CH 715W	
1	PERFORACIÓN Y DISPARO.
2	VENTILAR, DESATAR, PERFORAR Y DISPARO.
3	VENTILAR, PALEAR DESMONTE DE EXCESO.
4	DESATAR, COLOCAR PUNTAL DE AVANCE P/D.
5	HACER LAS ACTIVIDADES DEL 3 Y 4 HASTA 22 m.
6	HACER LA ESTOCADA HASTA COMUNICAR LA CH 722W Y CH 729W.
7	COLOCAR ESCALERA, PLATAFORMA CH 722W, PARRILLA CH 729W.
8	SE EMPIEZA LA 1er ACTIVIDAD.
9	SE EMPIEZA LA 2da ACTIVIDAD, HACER LA ESTOCADA A LA CH 715W Y 729W.
4ta ACTIVIDADES CH 722W	
1	COLOCAR ESCALERA HASTA 40 m. (2da ESTOCADA).
2	COLOCAR LA PARRILLA EN LA CH 715W Y PLATAFORMA.
3	RETIRAR LAS ESCALERAS DE LA CH 715W.
4	ARMAR BUZÓN PARA CH 715W.
5	RETIRAR LA PLATAFORMA DE LA CH 715W, DESATAR, PERFORAR Y DISPARAR.
6	CH 715W. VENTILAR, DESATAR PERFORAR Y DISPARAR.
7	CH 715W. VENTILAR, DESATAR, COLOCAR PUNTAL P/D.
8	CH 715W. CONTINUAR CON LA ACTIVIDAD 07, HASTA COMUNICAR 2da ESTOCADA.
9	CH 715W. 2da ESTOCADA COLOCAR LA PARRILLA, PERFORAR Y DISPARAR.
10	CH 715W. VENTILAS, DESATAS, COLOCAS PUNTAL DE AVANCE. P/D.
11	CH 729W. CONTINUAS CON LAS ACTIVIDADES 9 y 10.

Figura 50.10. Actividades de las Chimeneas Trillizas.

Fuente: CMQ

Las chimeneas de extracción, conforman un circuito de evacuación del mineral como se puede apreciar en la Figura 4.11 adjunto, desde el NV. 50 hasta el NV. 220, y esta a su vez es empalmada hasta la cancha de acumulación de mineral, lado de las tolvas de chancado.

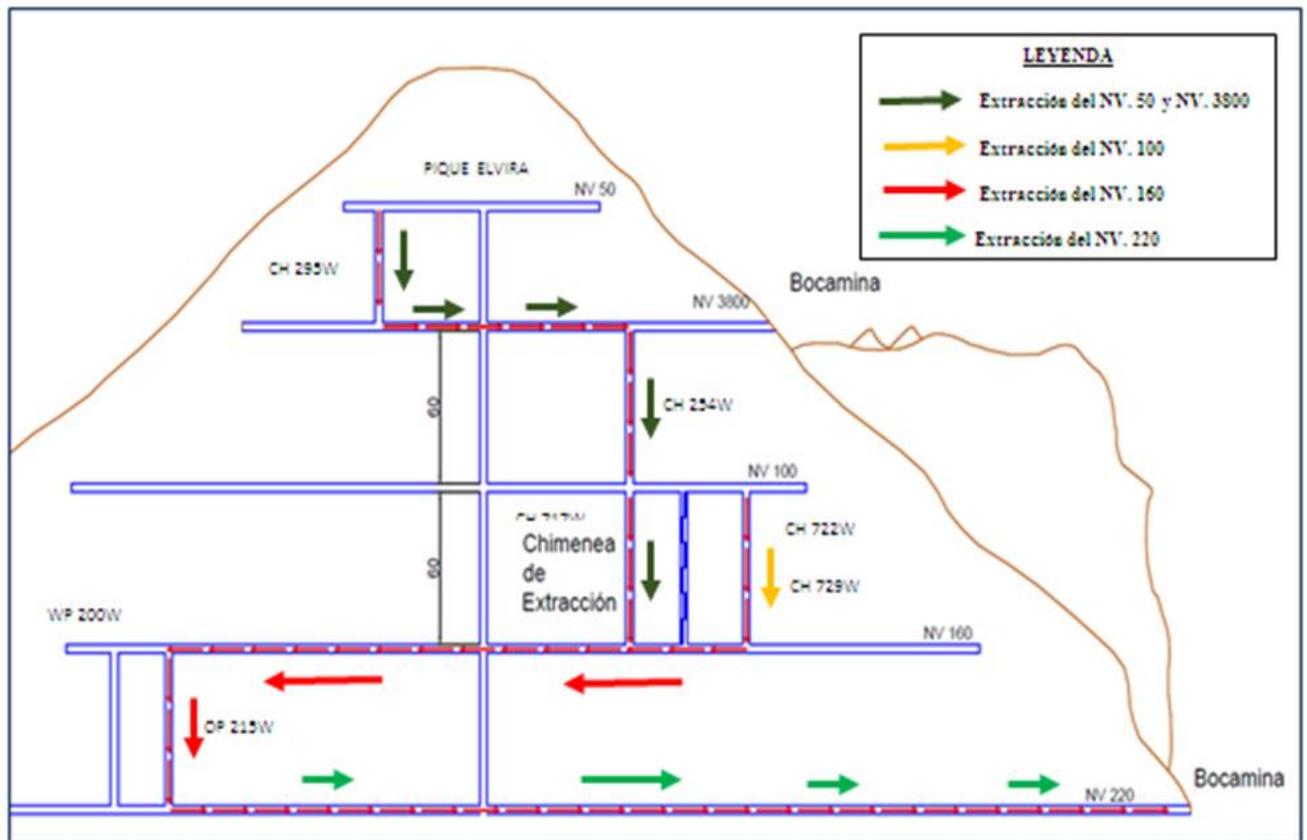


Figura 51.11. Sistema de Extracción.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.10. Optimización de la extracción.

La optimización de la extracción de los niveles superiores y niveles inferiores, luego de haber implementado la construcción del BY 703W se logró el objetivo a través de la reducción del ciclo de extracción de 31 min/viaje, quedando como optimo por ciclo a 60 min/viaje, para realizar la extracción en el Nv. 160 en forma paralela ambos convoy, como se muestra en la Tabla 4.24.

Tabla 52.24. Tiempo Promedio de Extracción del NV160 después del BY 703 W.

Tiempo promedio de extracción del NV160 (Después de haber construido el BY 703 W)							
Ítem	Tiempo de llenado (min)	Tiempo de traslado (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo de descarga (min)	Tiempo de regreso (min)	Tiempo espera (min)	Tiempo total (min)
1	8	15	0	17.5	18	0	58.5
2	7	17	0	18	19	0	61
3	8.5	15	0	17.5	18	0	59
4	9	17	0	19	18.5	0	63.5
5	7	16.5	0	16.5	18	0	58
6	8.5	16.5	0	16	19	0	60
Promedio							60

Fuente: Elaboración propia.

Como resultado, los buzones de la Ch 715W, Ch 729W y de los tajeos del NV. 160, así como el Op 215W, contenían carga de manera perenne, lo cual ayudaba a mantener el equipo de acarreo de forma continua y reducir el tiempo de espera. El tiempo promedio del ciclo se estimó en 60 min/viaje, lo cual significa que en 19 viajes en una guardia se destinaba 9 horas 30 min de transporte en locomotora. Estos viajes resultan en 219 t/gd para un PE de 2.7 y un esponjamiento de 45% y una eficiencia de llenado de 90%.

En la Tabla 4.25, se puede observar la optimización del tiempo de 91 min/gd a 60 min/gd.

Tabla 53.25. Optimización del Tiempo de Extracción.

N° Carros	16
N° Loc./Convoy	2
N°Carros/Convoy	8
Factor (t/Carros)	1.43
Horas de Trabajo en cada guardia	10 Horas 30 min
Viajes/Guardia	19
Viajes/Convoy	9.5
Ciclo del tiempo promedio de extracción después de construcción del By (min)	60
Tiempo de trabajo después del By pass	9 Horas 30 min

Fuente: Elaboración propia

4.2. Propuesta de optimización para reducir costos de extracción por TRADE – OFF.

El análisis comparativo se realizó entre la situación antes de la construcción del By pass y después de la construcción del By pass 703 W; por consiguiente, se ha considerado el CAPEX necesario para realizar la conexión (Tabla 4.26), el cual asciende a 44,790.39 \$ para 60.00 m de By pass de sección 2.4x2.6.

A continuación podemos apreciar la sección e ingreso del By pass:

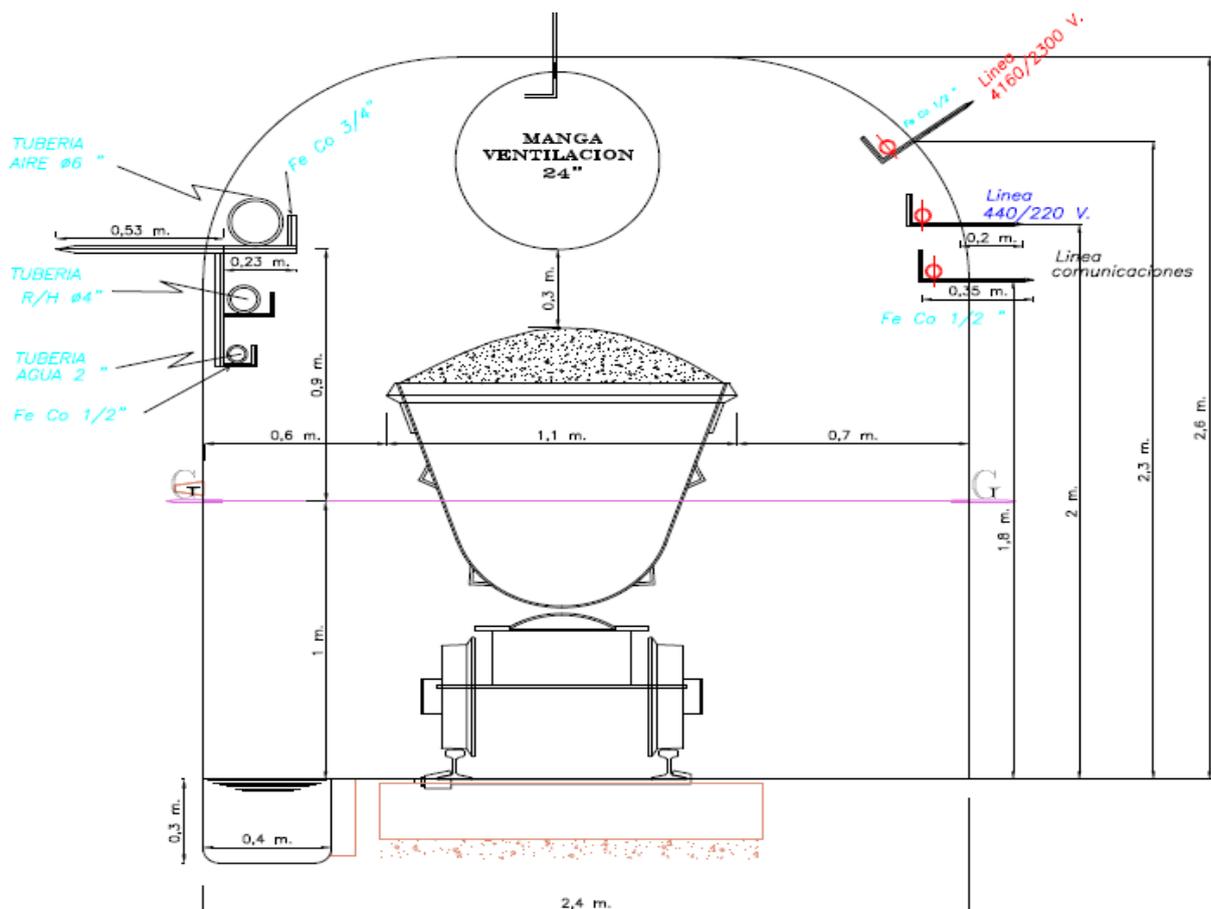


Figura 54.12. Sección del BY 703 W.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 55.13. Vista del BY 703W.

Fuente: Elaboración propia.

El CAPEX también considera la instalación y material de la línea cauville como son los rieles de 40 lbs, durmientes cada 0.5 m, 6 unidades de clavos por durmiente, 2 unidades de eclisas por cada junta de riel y las zapas en las juntas, es decir de acuerdo a las necesidades de la Tabla 4.26.

Tabla 56.26. CAPEX de Excavación del BY 703 W.

CAPEX EXCAVACIÓN BY PASS								
BY PASS 703 W								
Item	Descripción	Infraestructura	Ubicación	Unid	Cantidad	Peso	P.U (US\$)	Total (US\$)
1	Excavación de by pass 2.2x2.6 m Roca Tipo III A	By pass	Bp 703W	US\$/m	0	1	175.96	0
2	Excavación de by pass 2.2x2.6 m Roca Tipo III B	By pass	Bp 703W	US\$/m	60	1	196.15	11769
3	Excavación de by pass 2.2x2.6 m Roca Tipo IV	By pass	Bp 703W	US\$/m	0	1	206.5	0
4	Perno de sostenimiento de 5" Split Set	By pass	Bp 703W	US\$/Unid	472	1	2.71	1279.12
5	Perno de sostenimiento de 1" Split Set	By pass	Bp 703W	US\$/Unid	177	1	1.98	350.46
6	Instalación de Perno de sostenimiento de 5" Split Set	By pass	Bp 703W	US\$/Unid	649	1	8.71	5652.79
7	Malla negra N° 8 4"x4"	By pass	Bp 703W	US\$/m	425	1	4.96	2108
8	Adaptador de Split set	By pass	Bp 703W	US\$/Unid	6	1	85	510
9	Fieles de 40 Lb	Linea Cauville	Bp 703W	US\$/m	162	1	22.5	3645
10	Instalación de Fieles	Linea Cauville	Bp 703W	US\$/m	162	1	25.09	4064.58
11	Durmientes de 6" x 8" x 1.25 m	Linea Cauville	Bp 703W	US\$/Unid	133	1	5.94	790
12	Durmientes de 6" x 8" x 3 m	Linea Cauville	Bp 703W	US\$/Unid	24	1	15.64	375.36
13	Clavos rieleros de 40 Lbs	Linea Cauville	Bp 703W	US\$/Kg	100	1	1.95	195
14	Eclisas de 40Lbs	Linea Cauville	Bp 703W	US\$/Kg	52	1	2.5	130
15	Pernos o tuercas 3/4"x3" para eclisas	Linea Cauville	Bp 703W	US\$/Unid	112	1	0.42	47
16	Instalación de Zapa	Linea Cauville	Bp 703W	US\$/Unid	2	1	301.03	610
17	Explosivo Emulnor 1000 de 1"x7"	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Pie	14160	1	0.2	2842
18	Guías (Mecha rapida)	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	2360	1	0.15	354
19	Explosivo Carmex de 7 pies	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	2124	1	0.7	1467
20	Manga de ventilación de 24"	Operación Bp	Bp 703W	US\$/m	60	1	3.45	207
21	Aceite Mobil Almo 529	Operación Bp	Bp 703W	US\$/gl	30	1	9.64	289.2
22	Manguera de jebe 1" (para aire)	Operación Bp	Bp 703W	US\$/m	100	1	2.3	230
23	Manguera de jebe 1/2" (para agua)	Operación Bp	Bp 703W	US\$/m	100	1	2.6	260
24	Tacos de madera de 7/8"x3m	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	50	1	0.92	46
25	Barretillas de aluminio 10 pies	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	2	1	24	48
26	Barretillas de aluminio 8 pies	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	2	1	20	40
27	Barretillas de aluminio 6 pies	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	2	1	18	36
28	Llave stilson 14"	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	1	1	46	46
29	Palana mineras	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	2	1	15	30
30	Picos	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	2	1	31	62
31	Brocas de 36 mm	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	50	1	20.92	1046
32	Brocas de 38 mm	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	50	1	22	1100
33	Barras conicas 2 pies	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	10	1	53	530
34	Barras conicas 4 pies	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	20	1	68.5	1370
35	Barras conicas 6 pies	Operación Bp	Bp 703W	US\$/m	20	1	87	1740
36	Alquiler Maquina perforadora Atlas	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	60	1	30	1800
37	Manguera Boa de jebe 2"	Operación Bp	Bp 703W	US\$/Unid	50	1	20	1000
							Total \$	44790.39

Fuente: Elaboración propia.

La inversión del By pass será recuperada a partir del mes 10 considerando solo el costo de acarreo por locomotora, el cual es de 0.49 \$/min. En un día de acarreo se ha logrado ahorrar 288.61 \$ (34.1% del costo de antes de la construcción), de acuerdo a la Tabla N° 4.27 y en la Figura N° 4.14 se muestra la Recuperación del Tiempo y Costo de Inversión.

Tabla 57.27. Recuperación del Tiempo y Costo de Inversión.

Antes de la construcción del By pass			Después de la construcción del By pass		
CAPEX			CAPEX		
Inversión	0	\$	Inversión	44790.39	\$
OPEX			OPEX		
Costo horario	0.49	\$/min	Costo horario	0.49	\$/min
Tiempo viaje	91	min	Tiempo viaje	60	min
N° viajes	19	uni	N° viajes	19	uni
Costo día	847.21	\$	Costo día	558.6	\$
Costo Equipo Producción.	17.22	\$/h	Costo Equipo Producción.	17.22	\$/h

Fuente: Elaboración propia.



Figura 58.14. Recuperación del tiempo y costo de inversión.

Fuente: Elaboración propia.

Con la información del CAPEX y OPEX se distribuyen los datos en la Tabla 4.28 y Tabla 4.29, respectivamente:

Tabla 59.28. Datos del CAPEX.

Datos	
Inversión Inicial (FCo) (\$)	44,790.39
Vida Útil (n)	11
Meses de Operación (i)	11
Tasa Anual de Interés (r)	12%
Tasa Mensual de Interés (r)	0.95%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60.29. Valor presente de flujos.

Meses de Operación	Valor Presente (\$)
0	-44,790.39
1	4,923.09
2	4,876.77
3	4,830.87
4	4,785.41
5	4,740.38
6	4,695.77
7	4,651.58
8	4,607.80
9	4,564.44
10	4,521.49
11	4,478.94
Valor presente de la suma de flujos actualizados. (FCi)	51,676.53

Fuente: Elaboración propia

Y con las siguientes formulas, se efectúa el cálculo del VAN, TIR e IR, del proyecto.

$$VAN = - FCo + \sum_{i=0}^n \frac{FCi}{(1+r)^i}$$

$$0 = \sum_{i=0}^n \frac{FCi}{(1+TIR)^i}$$

$$IR = \frac{VAN}{Inversión\ Inicial}$$

VAN= Valor Actual Neto
 TIR = Tasa Interna de Retorno
 IR = Índice de Rentabilidad o Razón Beneficio/costo.
 FCo = Inversión Inicial
 n = Vida Útil
 i = Mes de Operación
 FCi = Flujo de Caja
 r = Tasa de Interés

Finalmente, ejecutando las operaciones se determina los valores del VAN, TIR e IR, como se puede apreciar en la Tabla 4.30:

Tabla 61.30. Valores del VAN, TIR e IR.

Valor Actual Neto (\$). (VAN)	6,706.14
Tasa Interna de Retorno. (TIR)	3%
Índice de rentabilidad o Razón Beneficio/Costo. (IR)	1.15

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Comparación de Índices de Gestión Operativa.

De la Tabla 4.31, la productividad en la mina entre el año 2016 antes de la construcción y los datos medidos en el 2017 después de la construcción, muestra que el índice de extracción ha mejorado en 35%, el índice de eficiencia mina en 46% y el índice de eficiencia general en 25%. Además la dilución se ha reducido en 29%. Estos cambios se generaron aun considerando que la cantidad de tajeos se ha reducido en 3 unidades.

Tabla 62.31. Índices Operativos de la Mina Quiruvilca- Zona Codiciada.

INDICES DE GESTIÓN OPERATIVA		AÑO 2017	AÑO 2016	AÑO 2017			
				ENE	FEB	MAR	ACUM
UNIDAD OPERATIVA QUIRUVILCA		REAL	REAL	REAL	REAL	REAL	REAL
MINA							
General							
1.0	Índice de Extracción (t/h-g)	4.17	3.08	3.79	4.70	4.02	4.17
1.1	Índice de Eficiencia Mina (t/h-g)	1.95	1.34	1.80	2.17	1.86	1.95
1.2	Índice de Eficiencia General (t-hg)	1.39	1.11	1.41	1.15	1.62	1.39
1.3	Dilución Sin Selectividad (%)	11.20%	15.8%	13.2%	9.8%	10.6%	11.20%
1.4	Número de Tajeos	23	26	25	24	20	23

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Análisis.

La causa de los efectos de la construcción del By pass, son mostradas en los indicadores expuestos en el Capítulo 4.2.1 Concepto de Productividad. Las actividades afectadas son carguío y acarreo del desmonte y mineral producido en los frentes de avances en la zona de Codiciada. Además se ha optimizado las horas del equipo de

carguío (Pala neumática), el cual necesita de una flota de vagones para poder realizar su labor de limpieza.

Realizando una comparación del ciclo de tiempos de trabajo antes y después de la construcción del By pass, el ciclo de extracción se reduce de 91 min a 60 min, al no existir los tiempos de espera, como se aprecia en la Tabla 4.32.

Tabla 63.32. Comparación de Ciclos de Tiempos de Extracción.

Actividad	Tiempo de llenado (min)	Tiempo de traslado (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo de descarga (min)	Tiempo de regreso (min)	Tiempo de espera (min)	Tiempo total (min)
Ciclo del tiempo promedio de extracción antes de construcción del BY 703 W	8.17	15.75	16	18.08	17.75	15.5	91
Ciclo del tiempo promedio de extracción después de construcción del BY 703 W	8	16.17	0	17.42	18.42	0	60



Fuente: Elaboración propia.

Es decir, se consigue un ahorro de 31 min por ciclo de extracción o 4 horas 54.5 min por guardia, que como resultado se logra incrementar la producción de 56.2 t/gd o 3372 t al mes, de acuerdo a la Tabla 4.33.

Tabla 64.33. Ahorro de tiempo de Extracción por Construcción del BY 703W.

Ciclo del tiempo promedio de extracción antes de construcción del By (min)	Ciclo del tiempo promedio de extracción después de construcción del By (min)	Ahorro del tiempo de extracción por construcción del By (min)	Ahorro del tiempo total por 9.5 Viajes/Convoy	Incremento de la producción por ahorro de tiempo por guardia	Incremento de la producción por ahorro de tiempo por mes
91	60	31	4 Horas 54.5 min	56.2 Toneladas	3,372 Toneladas

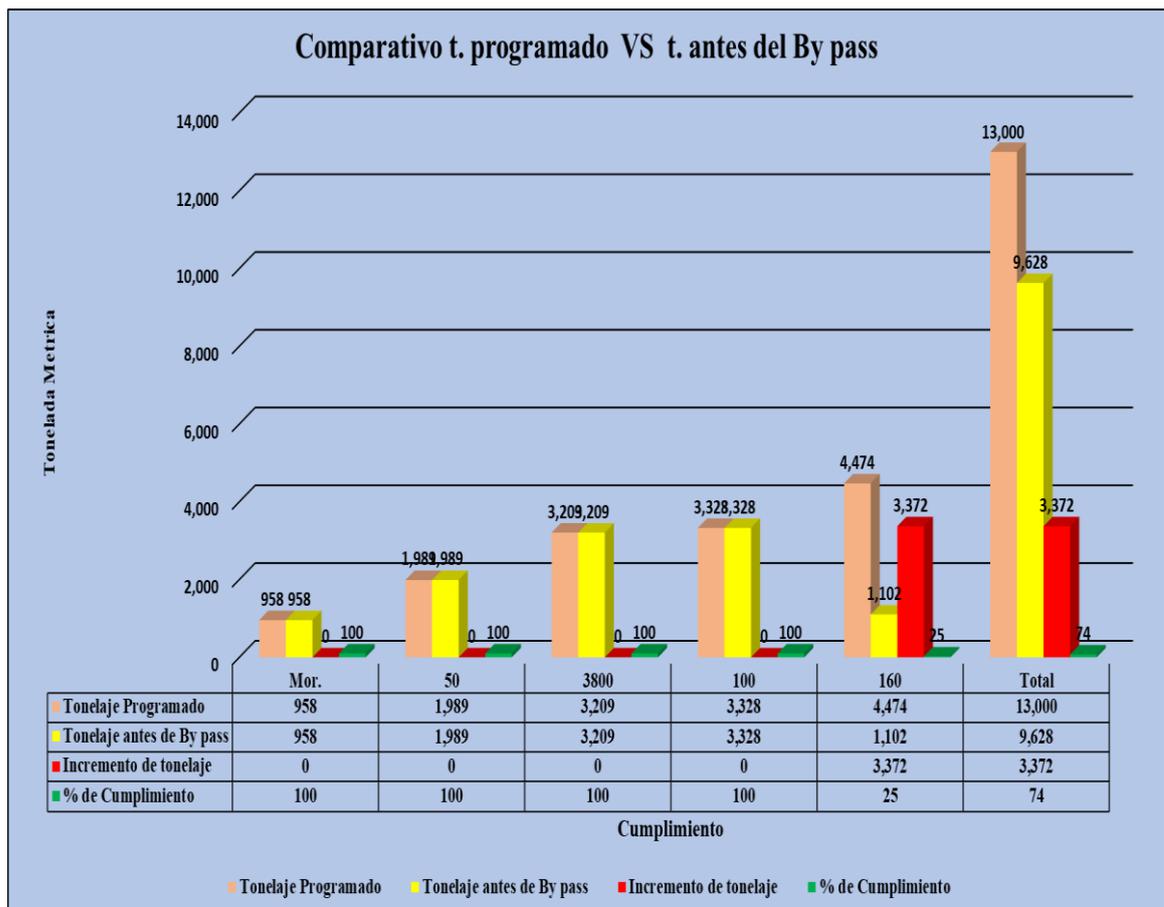
Fuente: Elaboración propia.

Este incremento de la producción por ahorro de tiempo por mes de 3,372 t, es la diferencia del tonelaje que faltaba para cumplir el programa mensual de la producción de la zona Codiciada (sin considerar la extracción del NV. Morococha), también en el NV. 160 la extracción del 25 % de cumplimiento que fue antes de la construcción, con la construcción del By pass se logra cumplir el 100% de su programa de extracción mensual.

En la Tabla 4.34, comparativo, se podrá apreciar que el cumplimiento sin este tonelaje era del 74 % antes de construcción, pero después de la construcción se recupera el tonelaje al 100%.

Tabla 65.34. Comparativo de Tonelaje Programado VS Tonelaje Antes del By pass de Julio 2016.

NV.	N° Tajos	Tonelaje Programado	Tonelaje antes de By pass	Incremento de tonelaje	% de Cumplimiento
Mor.	1	958	958	0	100
50	5	1,989	1,989	0	100
3800	5	3,209	3,209	0	100
100	5	3,328	3,328	0	100
160	4	4,474	1,102	3,372	25
Total	20	13,000	9,628	3,372	74



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Contrastación de hipótesis.

4.3.1. Finos producidos.

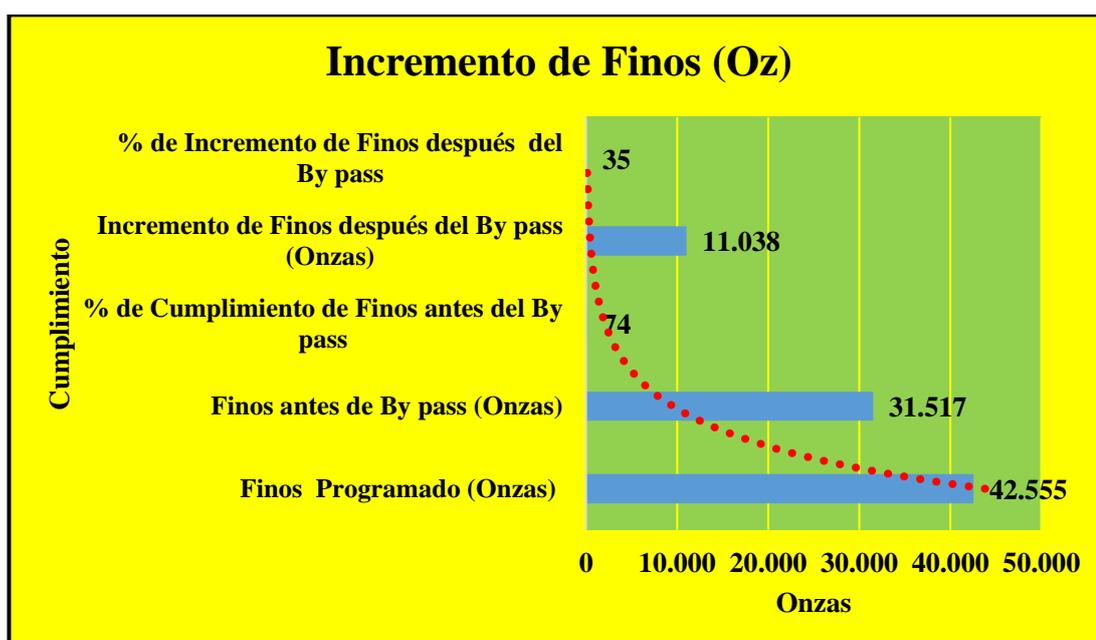
Después de implementar la nueva Infraestructura a fines del mes julio del 2016, los finos producidos se incrementaron en un 35 % (sin considerar la extracción del NV. Morococha), como se aprecia en la Tabla 4.35.

Tabla 66.35. Incremento de Finos (Onzas).

NV.	N° Tajos	Finos Programado (Onzas)	Finos antes de By pass (Onzas)	% de Cumplimiento de Finos antes del By pass	Incremento de Finos después del By pass (Onzas)	% de Incremento de Finos después del By pass
Total	20	42,555	31,517	74	11,038	35

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4.35 también, se muestra el incremento de finos en 11,038 Onzas de Ag, luego de realizarse la nueva Infraestructura.

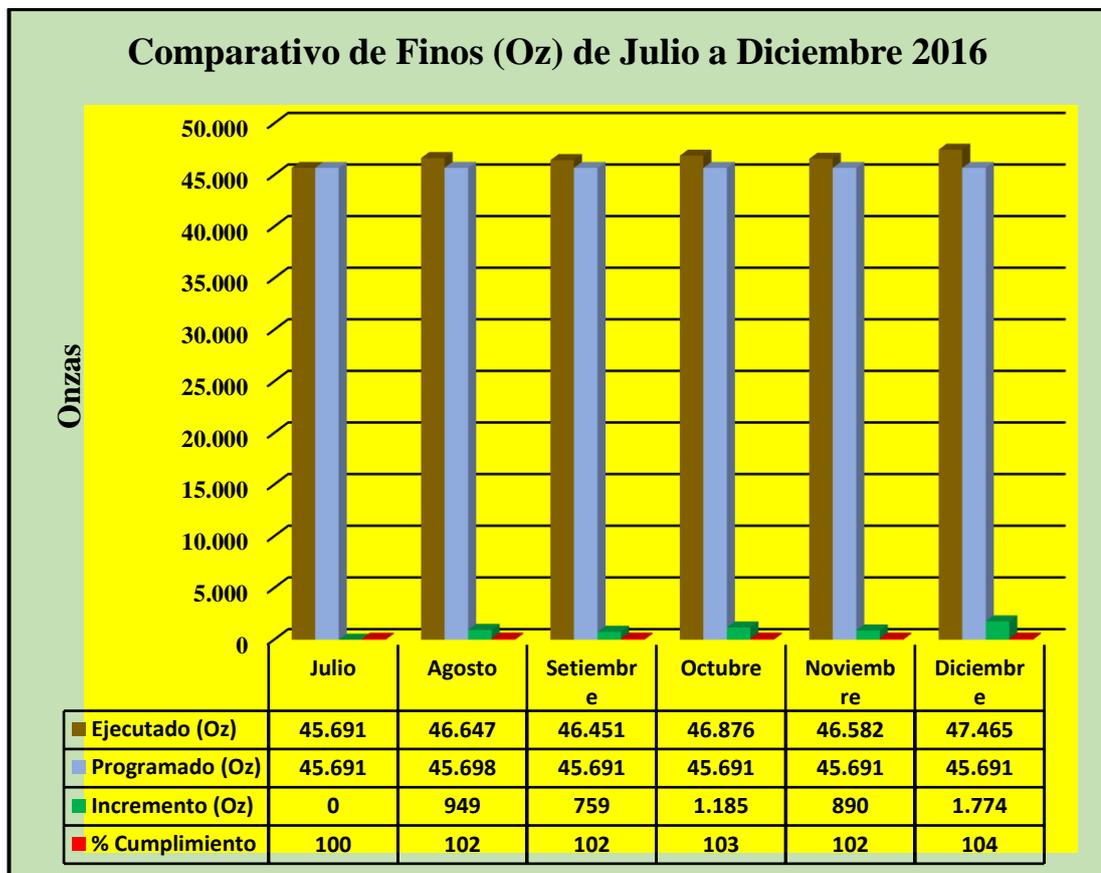


Fuente: Elaboración propia.

Subsiguientemente, para el segundo semestre del año 2016 el resultado de finos se incrementó en 5,558 onzas de Ag como se puede apreciar en la Tabla 4.36.

Tabla 67.36. Comparativo de Finos (Oz) de Julio a Diciembre – 2016.

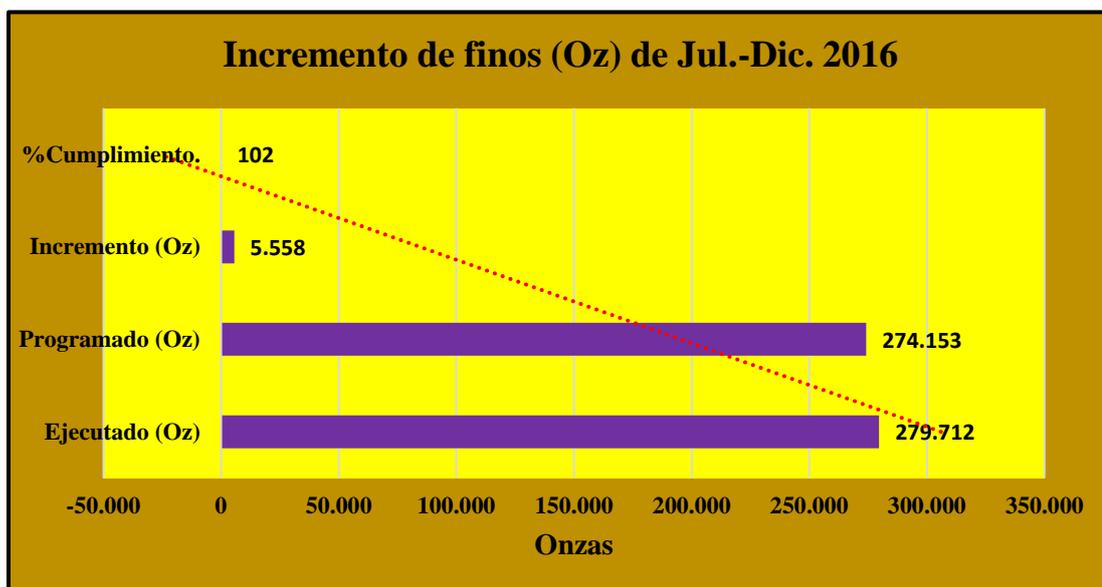
2do Semestre 2016	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Ejecutado (Oz)	45,691	46,647	46,451	46,876	46,582	47,465	279,712
Programado (Oz)	45,691	45,698	45,691	45,691	45,691	45,691	274,153
Incremento (Oz)	0	949	759	1,185	890	1,774	5,558
%Cumplimiento.	100	102	102	103	102	104	102



Fuente: Elaboración propia.

Y en la Tabla 4.37, se puede apreciar el cumplimiento de los finos en 102 %,

Tabla 68.37. Incremento de Finos (Oz) Julio-Diciembre - 2016.



Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Volumen de extracción.

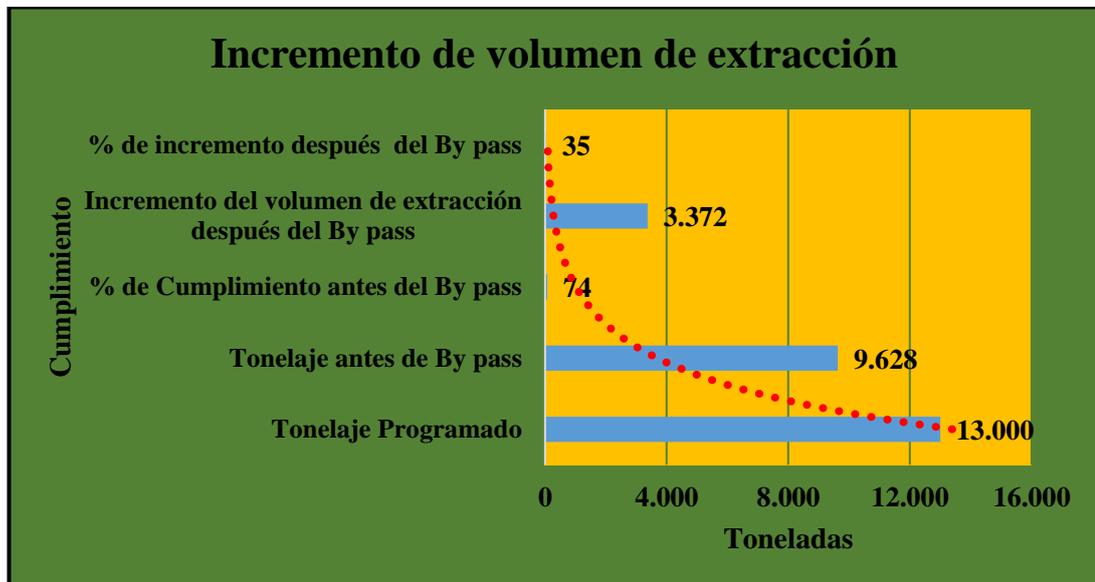
El volumen de la extracción se logró incrementar en un 35% (sin considerar la extracción del NV. Morococha), luego de haber implementado la nueva Infraestructura, como se muestra en la Tabla 4.38.

Tabla 69.38. Incremento del volumen de extracción.

NV.	N° Tajos	Tonelaje Programado	Tonelaje antes de By pass	% de Cumplimiento antes del By pass	Incremento del volumen de extracción después del By pass	% de incremento después del By pass
Total	20	13,000	9,628	74	3,372	35

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.38 también, nos muestra el incremento del volumen de extracción de 3,372 t, luego de realizarse la nueva Infraestructura.

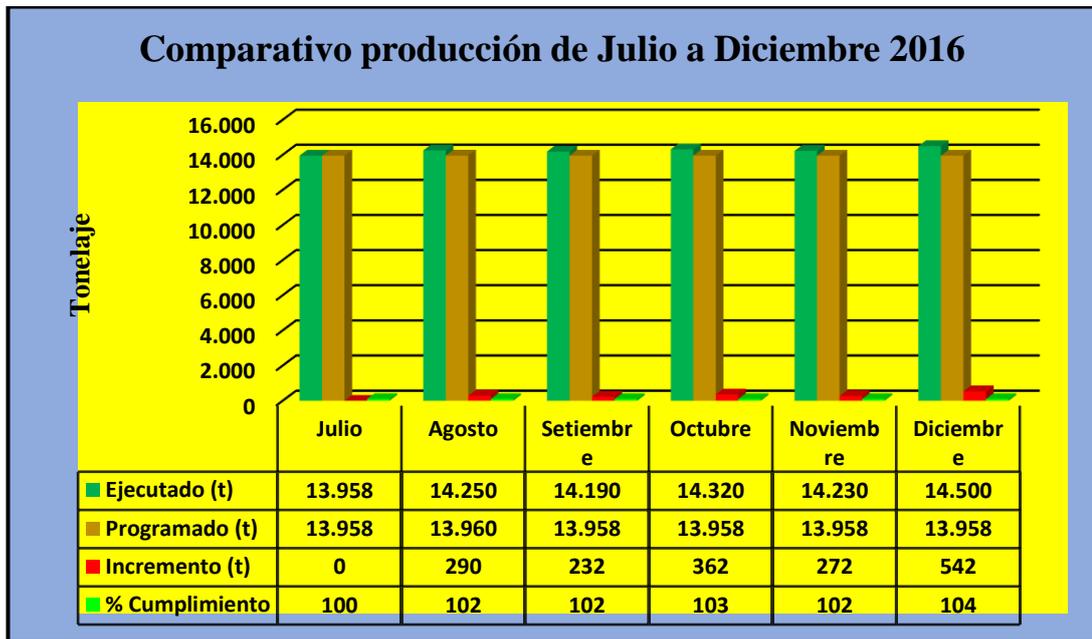


Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, a consecuencia del incremento del volumen de extracción para el segundo semestre del año 2016 el resultado de la producción se incrementó en 1,698 t como se puede apreciar en la Tabla 4.39.

Tabla 70.39. Comparativo de producción de Julio a Diciembre – 2016.

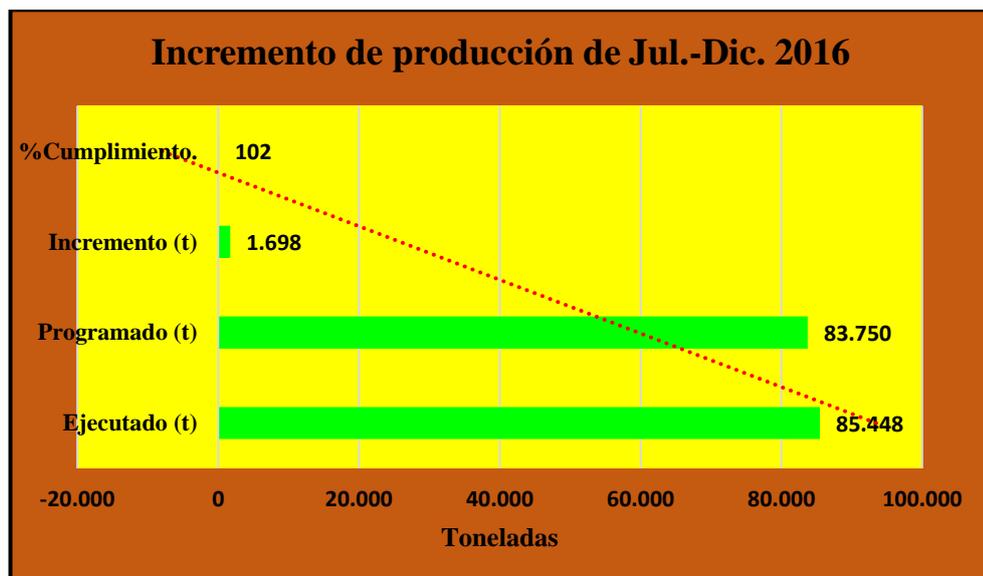
2do Semestre 2016	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Ejecutado (t)	13,958	14,250	14,190	14,320	14,230	14,500	85,448
Programado (t)	13,958	13,960	13,958	13,958	13,958	13,958	83,750
Incremento (t)	0	290	232	362	272	542	1,698
%Cumplimiento.	100	102	102	103	102	104	102



Fuente: Elaboración propia.

Y en la Tabla 4.40, se puede apreciar el cumplimiento de producción en 102 %,

Tabla 71.40. Incremento de producción Julio-Diciembre - 2016.



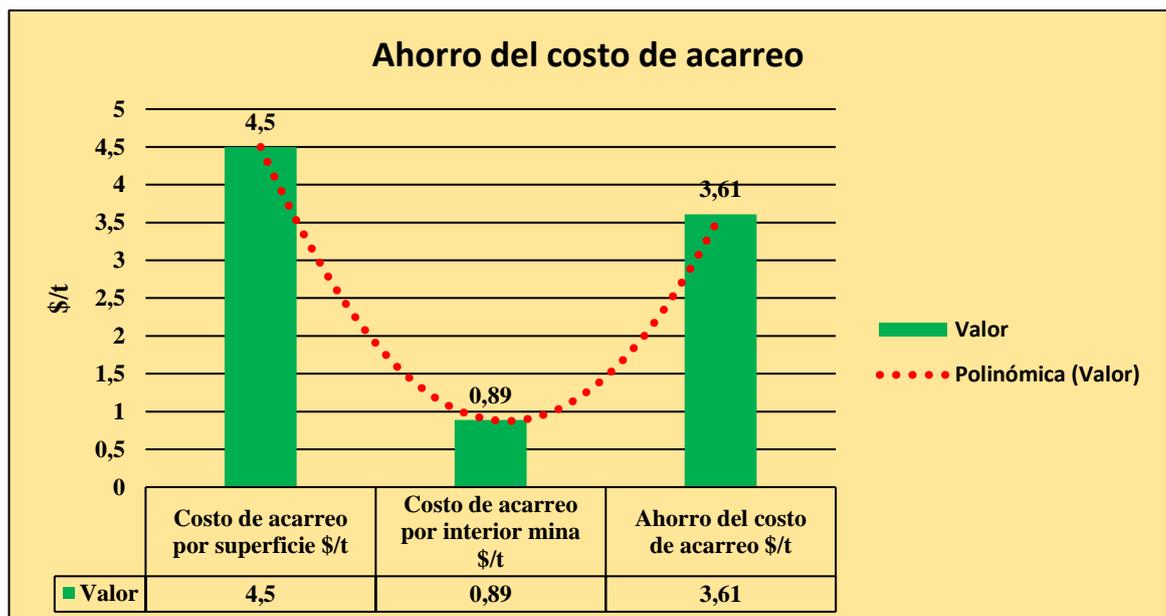
Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Costo de extracción.

El costo de extracción se ha logrado minimizar por la construcción del By pass, ya que se ha eliminado la extracción por superficie que tuvo un costo de 4.5 US\$/t y ahora su costo es de 0.89 US\$/t por interior mina, es decir se ha reducido cinco veces el valor de la extracción, con un ahorro del 80.22 % del costo por superficie, de acuerdo a la Tabla 4.41.

Tabla 72.41. Ahorro del Costo de Acarreo

Costo de acarreo por superficie US\$/t	Costo de acarreo por interior mina US\$/t	Ahorro del costo de acarreo US\$/t	% de ahorro del costo de acarreo
4.5	0.89	3.61	80.22



Fuente: Elaboración propia.

4.4. Indicadores de medidas de desempeño.

Las deducciones de los indicadores de desempeño (Eficacia, Eficiencia y Efectividad) se determinan, reemplazando los datos de los resultados a las formulas según corresponda en la Tabla 4.42.

Datos de los resultados:

RP.	Rendimiento de extracción Programado del ciclo de extracción de 91 min.	8.31 t/h
RR.	Rendimiento de extracción Real del ciclo de extracción de 60 min.	12.6 t/h
LOA.	Logro Obtenido antes de la nueva Infraestructura.	9,628 t
LOD.	Logro Obtenido después de la nueva Infraestructura.	13,000 t
MP.	Meta Propuesta	13,000 t

La Eficiencia, se obtiene de la razón entre el Rendimientos de extracción Programado del ciclo de extracción de 91 min, antes de la implementación de la nueva Infraestructura y el Rendimiento de extracción Real del ciclo de extracción de 60 min, después de implementado la nueva Infraestructura.

La Eficacia, es de la relación del Logro Obtenido del volumen de mineral después de implementado la nueva Infraestructura entre la Meta Propuesta del volumen de mineral del programa de producción mensual.

Y finalmente **la Efectividad**, es el producto de los resultados de la Eficiencia y Eficacia, de una combinación de esfuerzos por el cual se logró la implementación de la nueva Infraestructura en la zona Codiciada.

Tabla 73.42. Indicadores de desempeño.

Eficiencia (%) = RP. / RR.	Eficacia (%) = LO. / MP.	Efectividad (%) = Eficiencia * Eficacia.
66	100	66

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro comparativo se puede considerar:

➤ **En la Eficiencia:**

Se ha logrado el objetivo de incrementar el Rendimiento de extracción de 8.31 t/h a 12.6 t/h, obteniendo un logro de 4.29 t/h.

➤ **En la Eficacia:**

Se ha logrado el objetivo de cumplir con el volumen de extracción al 100%, después de la implementación de la nueva Infraestructura.

➤ **En la Efectividad:**

Se ha logrado cumplir con los resultados propuestos del incremento de la productividad y la reducción de los costos de extracción, utilizando en forma oportuna y razonada de los recursos disponibles de la empresa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Las conclusiones se han determinado en base a los resultados de la Investigación.

1. Con la implementación de la nueva Infraestructura en el mes de Julio 2016 se logró incrementar los Finos en 11, 038 Oz de Plata, es decir en un 35% de aumento con relación a los meses preliminares. A partir de Agosto a Diciembre del 2016 el promedio de incremento de Finos de onzas de Plata se incrementó en un 33%.
2. Se ha logrado eliminar la extracción por superficie, intercambiando la extracción por interior mina, consiguiendo así la reducción del costo de transporte de 4.50 US\$/t a 0.89 US\$/t, logrando un ahorro de 3.61 US\$/t.
3. Con la eliminación de la extracción por superficie, disminuyó el porcentaje de dilución del mineral y se eliminó la contaminación ambiental en el trayecto del NV. 3800 hacia la cancha de tolvas de gruesos.
4. Se ha conseguido optimizar el ciclo de extracción a 60 min/viaje, logrando un ahorro de tiempo de 31 min/viaje, en el NV. 160.
5. Se ha logrado incrementar 3,372 t/mes, con la construcción de la nueva Infraestructura.
6. La inversión de la nueva Infraestructura se recuperó en el décimo mes, considerando que el costo por acarreo por locomotora es de 0.49 US\$/min.
7. El Valor Actual Neto (VAN) del proyecto generó un beneficio de \$ 6,706.14, la Tasa Interna de Retorno (TIR) que rinde el proyecto es de 3% y la Razón

Beneficio/Costo o Índice de rentabilidad (IR) que mide cuánto valor es creado para realizar la inversión se obtuvo un resultado de 1.15.

8. Los resultados de los indicadores de desempeño después de la implementación de la nueva Infraestructura, fueron lo siguiente:
 - Eficiencia: se obtuvo el 66% del Rendimiento de extracción.
 - Eficacia: se logró el 100% del cumplimiento del volumen de extracción.
 - Efectividad: dio como resultado el 66%, el incremento de la productividad y reducción de los costos de extracción.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones son:

1. Respetar: los semáforos y las señaléticas, implementados en puntos estratégicos para evitar posibles desviación en el transito con locomotoras en la nueva Infraestructura.
2. Para el plasteo de la carga detenida en las tolvas, el motorista y su ayudante deberán coordinar con la supervisión para la autorización del trabajo, para el cada colaborador deberá colocarse en los extremos de la nueva Infraestructura (BY 703W), para evitar el tránsito de personal y equipo.
3. Los motoristas respetarán la velocidad de transito de 10 Km/h, al momento de transitar por la nueva Infraestructura (BY 703W), para evitar descarrilamientos.

4. La nueva Infraestructura (By pass), se deberá mantener limpio y ordenado, para ello se sugiera programar inspecciones inopinadas por la supervisión.
5. Cada fin de guardia la nueva Infraestructura (Tolvas) se mantendrán con carga de mineral hasta la altura de la parte superior de la mesa de la tolva, para amortiguar la caída del mineral de los niveles superiores.
6. La supervisión debe realizar un programa de desatado de rocas en la nueva Infraestructura, en coordinación con el área Geomecanica.
7. Además, como mejora del sistema de extracción en el NV. 160 veta Avispa zona Codiciada, se sugiere iniciar el proyecto de la VE 77W de 120 m. de longitud, para interceptar la G1 152W (galería principal de extracción) y el BY 608W (BY de la veta Avispa), con el objetivo de mejorar el rendimiento de extracción, para el cual se logará reducir el tiempo de extracción y se incrementará el volumen de extracción de la referida veta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Alva, M.** (2002). Operaciones mineras en la mina Quiruvilca. Tesis de Titulación. Universidad Nacional de Ingeniería. FIGMM. Código: 18247.
2. **Arias, L.D.** (2013). Planeamiento y Diseño del Sistema de Extracción del Proyecto de Profundización de la U.O. San Braulio Uno. (en línea). Tesis de Titulación. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fecha de acceso: 16 febrero 2019). URL disponible en:

<http://www.tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4500...>
3. **Amendola. L (P); Depool. T.; González. J.M.** Como alcanzar soluciones satisfactorias aplicando Trade-off en la dirección y gestión de proyectos. XII CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE PROYECTOS. Disponible en: <http://www.dspace.aepro.com>.
4. **Baldeón, Z.L.** (2011). Gestión en las Operaciones de Transporte y Acarreo para el incremento de la Productividad en Cia. Minera Condestable S.A. (en línea). Tesis de titulación. Pontificia Universidad Católica del Perú. (Fecha de acceso: 21 marzo 2019). URL disponible en:

<http://www.tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/897>.
5. **Clemente, T. y Clemente, J. (2009)**. Análisis de costos de operación en minería subterránea y evaluación de proyectos mineros. Huancayo – Perú. Edición Gráfica Industrias E.I.R.L. PP 203.
6. **Coll Morales, Francisco.** Trade-off. Economipedia – HACIENDO FACIL LA ECONOMIA. Lectura de 4 min. Disponible en: <http://www.economipedia.com>.

7. **D' Alessio, F.** (2004). ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN. 2DA Edición. México. Editorial Person Educación. PP 592.
8. **Elevli, B., Demirci, A. y Dayi, O.** Underground haulage selección: Shaft or ramp for a small – scale underground mine. The Journal of the South Africa Institute of Mining and Metallurgy. (en línea). 2002. (consulta: 31 de enero 2016). Formato PDF, 685KB. Disponible en:

<https://www.aulasecia.com/.../underground%20Haulage%20s...>
9. **Fernández, R.E.** (2016). Optimización del proceso de Revestimiento de concreto mediante el uso del sistema Slik line para el transporte de concreto en la construcción del Pique principal Marza. (en línea). Tesis de Titulación. Universidad Nacional de Trujillo. (Fecha de acceso: 12 abril 2019). URL disponible en: <http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/5340>.
10. **Loayza, J.J.** (2015). Aplicaciones Estratégicas en las Operaciones Mineras de mina Iscaycruz. (en línea). Tesis doctoral. Universidad Nacional de Ingeniería. (Fecha de acceso: 22 abril 2019). URL disponible en: <http://www.cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2193>.
11. **Mayta, M.** (S/Fecha). Maquinaria Minera. Cusco – Perú. Edición Departamento Académico de Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco. 296.
12. **Medina, A.** (2014). Sistema de Extracción de minerales del Pique 718 con wiche de izaje e incremento de producción en la mina Calpa – Arequipa. (En línea). Tesis de Titulación. Universidad Nacional del Altiplano. (Fecha de acceso: 04 enero 2019) URL disponible en:

[http://www.repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/.../Medina_Ayque_Albert.p
df?](http://www.repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/.../Medina_Ayque_Albert.pdf?)

13. **Morales, A.** (2013). Costos: Un enfoque personal. Edición: Segunda corregida y aumentada, Abril 2013. Perú. Editorial Universitaria de la UNI. PP 268.
14. **Osinergmin.** (2017). Guía de criterios geomecánicos para diseño, construcción, supervisión y cierre de labores subterráneas. Perú. Primera Edición, Mayo 2017. PP 268.
15. **Pascal, P.** (1991). Técnicas para el planeamiento de minado mina Quiruvilca. Tesis de Titulación. Universidad Nacional de Ingeniería. FIGMM. Código: G-13705.
16. **Robles, L.A.** (2015). Influencia de factores Operacionales en la Productividad de volquetes volvo FMX 8X4 en el proceso de Extracción de mineral y desmonte en una Operación Subterránea. (en línea). Tesis de titulación. Pontificia Universidad Católica del Perú. (Fecha de acceso: 28 febrero 2019). URL disponible en: <http://www.tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6261>.
17. **Schwrz, Max.** (2017). Modelo instrumental para medir la sostenibilidad en la gestión de compañías mineras metálicas formales en el Perú. Documentos de trabajo Escuela de Negocios de la Universidad de Lima. Año 1. N°2. URL disponible en: <http://www.ulima.edu.pe>.
18. **Valdivia, J.Y.** (2010). Estimación de Recursos y Reservas Minerales. Área de Geología – Compañía Minera Quiruvilca S.A. PP 250.
19. **Velásquez, L.A.** (2018). Estudio de Factibilidad Económica del sistema de Extracción de mineral en el proyecto de la Compañía Minera Rio Chicama – Unidad Bumerang, La Libertad 2018. (en Línea). Tesis de Titulación. Universidad

Privada del Norte. (Fecha de acceso: 22 abril 2019). URL disponible en:

<http://www.repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13346>

20. Webs Sites:

- <http://www.fraserinstitute.org>.
- <http://www.dolbear.com>
- <http://estadisticas.bcrp.gob.pe>
- <https://www.usgs.gov>.
- <http://www.oracleminingcorp.com/copper>
- <http://www.minem.gob.pe>.

ANEXOS

Anexo 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Mejoramiento del Sistema de Extracción en el NV. 160 Zona Codiciada del Cía. Minera Quiruvilca S.A.

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO METODOLOGICO
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo influye el desarrollo de nueva Infraestructura para incrementar la productividad y reducir los costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Implementar el desarrollo de nueva Infraestructura para incrementar la productividad y reducir los costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.</p>	<p>Hipótesis General.</p> <p>Mediante el desarrollo de nueva Infraestructura se logrará incrementar la productividad y reducir los costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.</p>	<p>Variable dependiente : Y</p> <p>Y1: Desarrollo de nueva Infraestructura (By pass y Chimeneas).</p>	<p>Indicadores</p> <p>-Finos producidos por mes (Oz Ag). -Eficiencia. -Eficacia. -Efectividad</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de Inv. : Descriptiva Diseño de Inv. : Cuasi experimental-Longitudinal-Cuantitativo</p> <p>Método: Comparativo del Análisis y síntesis de acuerdo a información obtenida en la Compañía Minera Quiruvilca S.A.</p>
<p>PROBLEMA ESPECIFICOS</p>	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p>	<p>HIPOTESIS ESPECIFICAS</p>			
<p>Problemas específicos</p> <p>1.- ¿Cómo influye el desarrollo de nueva Infraestructura para incrementar la productividad en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.?</p> <p>2.- ¿Cómo influye el desarrollo de nueva Infraestructura para reducir los costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>1.- Implementar el desarrollo de nueva Infraestructura para incrementar la productividad en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.</p> <p>2.- Implementar el desarrollo de nueva Infraestructura para reducir los costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>1.- Mediante el desarrollo de nueva Infraestructura se logrará incrementar la productividad en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.</p> <p>2.- Mediante el desarrollo de nueva Infraestructura se logrará la reducción de costos de extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.</p>	<p>Variable Independiente X</p> <p>X1: Productividad.</p> <p>X2: Costo de extracción.</p>	<p>Indicadores</p> <p>- % t/h. -% Incremento de producción mes.</p> <p>-US\$/t.</p>	<p>Población: (16) carros mineros y (02) Locomotoras.</p> <p>Técnicas en recolección.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Observación 2- Procesamiento y análisis de datos recolectados. 3- Análisis Económico y Financiero. 4- Análisis documental <p>Instrumento</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Toma de tiempos 2. Historio de Costos 3. Guía de análisis documental.

Anexo 2: Precio Unitario de Locomotora Goodman 4 Toneladas

CALCULO DE COSTO HORARIO LOCOMOTORA GOODMAN 4 TONELADAS					
EQUIPO:	LOCOMOTORA	MODELO:	ANX GOODMAN	CAPACIDAD:	14 HP
DATOS GENERALES					
Valor de adquisición (Va)			=		
Precio de juego de llantas			=		
Valor de rescate (Vr)		25%	=	0.00	
Vida económica Útil (VEU) horas			=	15000	
Vida económica Útil (n) años			=	5	
Tasa de Interés Anual			=	16%	
Tasa de Seguro anual			=	3%	
Tasa de Impuestos			=	3%	
Inversión Media anual (IMA)			=	-	
Vida Útil de llantas (horas)			=	1,500	
1. CALCULO DE COSTO HORARIO DE POSESION					

1.1. DEPRECIACION (D)	=	0.00
1.2. INTERES DE CAPITAL INVERTIDO (I)	=	0.00
1.3. SEGUROS E IMPUESTOS	=	0.00
TOTAL COSTO HORARIO DE POSESION		0.00

2. CALCULO DE COSTO DE OPERACION

2.1 MANTENIMIENTO Y REPARACION (CMR)					0.00	
Costo de Mantto (C.M.)	60%	=	-			
Costo de Mano de Obra (C.M.O.)		=	0.00			
Costo de Repuestos (C.R.)		=	0.00			
2.2 ENERGIA					0.59	
Energía Eléctrica		HP	\$/kwh			
		14	0.07	=	0.59	
2.3. PIEZAS DE DESGASTE,GRASAS ,ACEITES					10.79	
		Código	Cant.	Und.	P.U.	Total
GRASA MOBILGREASE CM-P 181 KG.		GRASA MOBILGREASE CM-P 181 KG.	25	KG	9.44	236

CONTACTOS MOVIL	2002910080	120	PZA	7	840
CONTACTOS FIJOS	2002910090	120	PZA	4	480
BARRIERS COMPLETE (GUARDA CHISPAS)	2002910766	54	PZA	10	540
CINTA AISLANTE NEGRA DE 3/4" TECNOFAN	1005600140	18	PZA	2.9	52.2
ACEITE MOBILU C90	2400500020	14	PZA	10.04	140.56
ZAPATAS DE FRENO (BRAKE SHOE)	2002910030	8	GLN	34.76	278.08
RESORTE LATERAL	2002910015	16	PZA	36.35	581.6
KIT E PALANCA DE FRENO DE MANO	2002910041	1	PZA	480	480
KIT DE MECANISMO DE MANIOBRA DE FRENO	2002910042	1	PZA	550	550
KIT DE VOLANTE DE FRENO	2002910043	1	PZA	465	465
SNAP SWITCH	2002910067	8	PZA	38	304
PEDAL RETURN SPRING	2002910069	4	PZA	3	12
FINGERS, COMPLETE	2002910440	16	PZA	3.5	56
SEGMENT CONTROLER	2002910445	16	PZA	40	640
FOOT SWITCH	2002910065	4	PZA	110	440
REVERSE DRUM COMPLETE (TAMBOR DE CAMBIO)	2002910615	4	PZA	170	680
REVERSE FINGER BOARD COMP(GUARDACHISPAS)	2002910616	4	PZA	60	240
CONECTORES DE BATERIA BRAD HARRISON	2003800220	8	PZA	115	920

FARO DE 28 VOLTIOS, 50 WATTS	2002910125	5	PZA	16	80
ESCOBILLA CARBON 1/2" X 1-1/4" X 1-3/4"	1008900161	4	PZA	64.41	257.64
RETEN DE JEBE 3-3/4" X 5" X 1/2"	2002910492	4	PZA	7.93	31.72
RETEN DE ACEITE(4-1/4" X 3-1/8" X 7/16"	2002910486	8	PZA	13.9	111.2
OIL SEAL 63 X 1321 (2.125 X 2.875 X (CR 21098)	2002910490	2	PZA	3.5	7
RETEN OIL SEAL 2-13/16"x3-1/2"x3/8"	2002910058	1	PZA	3.25	3.25
ROTULAS IKO SBB 20 2RS	2002910925	1	PZA	22.26	22.26
SEGUROS HB DIN 472 J 50x2	2002910926	1	PZA	3.5	3.5
COLLAR ESPACIADOR	2002910406	4	PZA	57	228
JAW COUPLING SB-4548	2002910927	1	PZA	350	350
PINTURA ESMALTE AMARILLO ORO	2401000040	1	GLN	13.44	13.44
RODAJE NTN 4T-480	2101000180	4	PZA	149.5	598
SPACER	2002910600	4	PZA	166	664
PISTAS # 472	2101100052	4	PZA	12.74	50.96
RODAJE # 6408	2100702138	2	PZA	36.69	73.38
RODAJE 7408 B	2100702330	4	PZA	102.209	408.8373
RODAJE DE RODILLOS A ROTULA SKF 22312 E	2101200186	4	PZA	123.45	493.8
RODAJE 22215 BD1	2101200015	4	PZA	83.28	333.12

RESORTE CENTRAL 1/2X2-1/8X8-3/4	2002910441	4	PZA	47.69	190.76
EJE PARA LOCOMOTORA TROCHA DE 24"	2002910055	2	PZA	473.2	946.4
RUEDAS DE FIERRO FUNDIDO DE 16"	2002910021	4	PZA	400	1600
EJE DE SIN FIN	2002910742	2	PZA	370	740
CORONA DE CAJA DE TRANSMISION	2002910716	2	PZA	526	1052
CONTACTOR	2003201070	1	PZA	321.14	321.14
RESISTENCIA 6 ELEMENTOS REPARADO	2002910610	0	PZA	864	0
RODAJE SKF 6308-2Z	2100701890	1	PZA	11.81	11.81
RODAJE # 6307-2Z	2100701860	1	PZA	8.12	8.12
BARNIZ COLOR ROJO ENVASES DE 1 GALON	1005500070	0.5	PZA	20.95	10.475
PINTURA ANTICORROSIVA METAL GRIS CLARO	2401000080	1	PZA	10.97	10.97
PORTA FARO COMPLETO, CON FARO DE 28 V, 50 W	2002910928	1	PZA	110	110
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO NS250N 160/200 A, 440 V, 35 KA	1016900183	1	PZA	234	234
INTERRUPTOR DE LUCES DE 3 POSICIONES	2003900007	8	PZA	6.69	53.52
CONTROL COMPLETO	2002910620	1	PZA	2950	2950
CABLE PARA MAQUINA DE SOLDAR 2/0	1000400035	25	PZA	9.22	230.5
CABLE SILICONADO DE 35 MM, 600 V.	1000400691	8	PZA	19.64	157.12
CABLE PARA MAQUINA DE SOLDAR 1/0 AWG	1000400030	12	PZA	6.8	81.6

TERMINALES DE COBRE DE 150 A	1007300170	12	PZA	1.53	18.36
TERMINALES DE COBRE TIPO OJO 1/0 AWG	1007300015	10	PZA	1.29	12.9
PORTA ESCOBILLA, TIPO FZ12.532-4	2002910929	1	PZA	162	162
LIJA FIERRO 9" X 11" - 100/1	2402700040	23.5	PZA	0.31	7.285
SERVICIO REBOBINADO DE MOTOR ELECTRICO		1	SRV	8200	8200
BATERIAS DE TRACCION 42 CELDAS		2	JGO	7200	14400
TOTAL COSTO REPARACION PARA OVERHAULL					43174.51
VIDA UTIL					4000
2.8. OPERADOR					5.83
Costo por hora operador					5.83
TOTAL COSTO HORARIO DE OPERACION					17.22
COSTO HORARIO LOCOMOTORA 14HP - M.O - ENERGIA					10.79
COSTO HORARIO LOCOMOTORA 14HP + M.O + ENERGIA					17.22
RENDIMIENTO LOCOMOTORA 14HP					25.00
COSTO PRODUCCIÓN LOCOMOTORA 14HP					0.43

Anexo 3:

FORMATO DE AUTORIZACIÓN

Tesista I

Apellidos y Nombres: Chavez Lezcano Eduardo

08434302

DNI

FIGMM

Facultad

ech112@hotmail.com

e-mail

Tesis

Informe de Ingeniería

Informe de suficiencia

Título Profesional

Maestría

Doctor

Por medio del presente documento, autorizo a la Universidad Nacional de Ingeniería la publicación de mi tesis de maestría reservándome el derecho de autor de:

Título:

“Mejoramiento del Sistema de Extracción en el NV. 160 Zona Codiciada de Compañía Minera Quiruvilca S.A.”

Para que forme de la Base de datos de la Biblioteca Virtual del Sistema de Bibliotecas de la UNI y sea publicada a:

Texto Completo

Resumen

En la página web del Sistema de Biblioteca UNI, la cual podrá ser consultado solo como lectura.

Lima, 9 de setiembre de 2021



.....
DNI: 08434302

Anexo 4: Curriculum Vitae

INGENIERO DE MINAS

CIP: 144673 – Habilitado.

D.N.I.N° 08434302

Calle Córcega 129 – Urb. Javier Prado 6 Etapa, Salamanca - Ate, Lima.

N° Licencia : Q08434302 Clase y Categoría: AIIB

Teléfonos : 949 741 393

E-mail: echl12@hotmail.com

edu12chavezl@gmail.com



OBJETIVO

Impulsar el control de la extracción de los minerales por diferentes métodos de explotación, aplicando el diseño, a la operación de minas y a las actividades empresariales vinculadas a esta industria, creando valor en los procesos de extracción de las sustancias metálicas y no metálicas, comprometido con la seguridad en cada momento y con principios de sostenibilidad.

Considero a la responsabilidad y al compromiso de calidad, como símbolo de la dedicación al realizar una correcta labor en espera de prósperos resultados.

FORTALEZAS PROFESIONALES

Conciencia para liderar equipos de trabajo.

Comunicación efectiva.

Proporción de ideas optimistas y capacidad para resolver controversias, con iniciativa, responsable.

Asumir un comportamiento ético en el trabajo.

Reconoce la importancia en el uso de criterios en tecnología, con la finalidad de no atentar contra el Equilibrio del medio ambiente.

Evidencia hábitos de seguridad al elaborar los estudios de Planeamiento Minero.

Impulsa el cumplimiento de las herramientas de gestión en seguridad.

Conducir la ejecución de una empresa de acuerdo a una visión comercial e industrial dentro de la concepción de un desarrollo sostenible, personal y autónomo.

EXPERIENCIA LABORAL

ETRANSERGE/ NEXA RESOURCES – CL.

2019

Residente

Responsable de la conducción de transporte de mineral en interior mina y disposición de relave en planta concentradora. Controlando: Productividad de la unidad de

transporte, Gestión de Seguridad mediante el Sistema de Gestión Dupont y Medio Ambiente.

Responsable en el control diario del cumplimiento de los objetivos y metas de los programas de transporte de mineral y disposición de relaves a las diferentes plataformas en forma mensual y anual.

Control de índices de transportes a través de la administración de flotas de vehículos como: carga transportada, tiempo distancia y gastos adicionales.

Seguimiento de los costos por el transporte de mineral y disposición de relave a las diferentes plataformas.

Encargado de capacitar en la identificación y clasificar los diversos materiales, residuos o desechos que afecten al medio ambiente en su área y puesto de trabajo.

COMPAÑIA MINERA QUIRUVILCA S.A.

2016 - 2018

Asistente de Superintendente Mina

Responsable de la conducción de la mina en coordinación con el Súper Intendente de Mina.

Controlando: Productividad y Gestión de Seguridad y Medio Ambiente.

Participación en la formulación del plan operativo y presupuesto de área de mina, control diario para el cumplimiento de los objetivos y metas de los programas de producción mensual y anual.

Gestión de los índices de gestión en mina como: el factor de voladura, de perforación, rendimiento en tajos y lineales, consumo de aceros de perforación, consumo de materiales operacionales.

Seguimiento de los costos en los diferentes subprocesos de producción, preparación y operación de mina, gestionando e implementando mejoras en el proceso productivo, extractivo, seguridad y medio ambiente.

Encargado de capacitar en la identificación y clasificar los diversos materiales, residuos o desechos que afecten al medio ambiente en su área y puesto de trabajo.

COMPAÑIA MINERA QUIRUVILCA S.A.

2015 - 2016

Jefe de Mina Senior

Responsable de la conducción de la Zona Central dentro de la mina.

Participé en la planificación a corto y mediano plazo tanto de las labores de Exploración, Desarrollo y Preparación, así como la Secuencia de Minado y Selección de los Métodos de Explotación en aras de mejora de la productividad de la mina.

Preparación y evaluación de proyectos para coadyuvar a la mejora de la selectividad del mineral dentro de la mina manteniendo una buena gestión en seguridad, incremento de eficiencias, condiciones de ventilación, relleno de los tajos, costos y medio ambiente. Preparación del requerimiento de recursos necesarios: materiales, insumos, personal, equipos, etc. y la optimización de los mismos.

SOUTHER PEACK MINING - CMQ

2012 - 2015

Jefe de Mina Senior

Responsable de la conducción de la Zona Central dentro de la mina.

Participé en la planificación a corto y mediano plazo tanto de las labores de Exploración, Desarrollo y Preparación, así como la Secuencia de Minado y Selección de los Métodos de Explotación en aras de mejora de la productividad de la mina.

Preparación y evaluación de proyectos para que mejore la selectividad del mineral dentro de la mina siguiendo prácticas de seguridad, incremento de eficiencias, condiciones de ventilación, relleno de los tajos, costos y medio ambiente. Preparación el requerimiento de recursos necesarios: materiales, insumos, personal, equipos, etc. y la optimización de los mismos.

PAN AMERICAN SILVER S.A.

2011 - 2012

Jefe de Mina Senior

Responsable de la conducción de la Zona Central dentro de la mina.

Encargado de realizar la planificación a corto y mediano plazo tanto de las labores de Exploración, Desarrollo y Preparación, así como la Secuencia de Minado y Selección de los Métodos de Explotación en aras de mejora de la productividad de la mina.

Prepare y evalúe proyectos para que mejore en la mejora de la selectividad del mineral dentro de la mina manteniendo una buena gestión en seguridad, incremento de eficiencias, condiciones de ventilación, relleno de los tajos, costos y medio ambiente. Preparé el requerimiento de recursos necesarios: materiales, insumos, personal, equipos, etc. y la optimización de los mismos.

PAN AMERICAN SILVER S.A.

2006 - 2011

Jefe de Guardia

Encargado de Supervisar el adecuado control de los indicadores de gestión (KPI).

Planificación, coordinación y verificación de la ejecución del Programa de Producción y Avances diario y los proyectos de corto plazo de la zona Central con el fin de cumplir las metas establecidas de la mina, optimizando el recurso humano y el equipamiento asignado.

Toma de decisión y coordinación sobre las actividades de instalación, mantenimiento y reparación de los circuitos de Relleno Hidráulico, agua y aire, proveeduría de materiales, mantenimiento del sistema de bombeo de aguas (Instalaciones de tuberías y pozas de sedimentación principales).

UNION MINES COMPANY S.A.

1990 - 2006

Asistente de Jefe de Proyectos.

Elaboración de estudios de planeamiento minero.

CIA. MINERA SANTA ANITA S.A.

1989 - 1990

Asistente; Jefe de Guardia.

Supervisor de zona con el objetivo de extraer los minerales.

EMPRESA MINERA DEL CENTRO DEL PERÚ S.A. - UNIDAD DE C. de P.

1989

Prácticas Pre-Profesionales.

Planta/Sección: Mina.

EMPRESA MINERA DEL CENTRO DEL PERÚ S.A. - UNIDAD DE C. de P.

1988

Prácticas Pre-Profesionales.

Planta/Sección: Mina.

ATLAS COPCO PERUANA SA.

1987

Prácticas Pre-Profesionales –Talleres de la Empresa.

Supervisor en el mantenimiento de maquinaria minera.

ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ SA.

1986

Prácticas Pre-Profesionales – Laboratorio - Refinerías.

Responsable de realizar muestreo desconcentrado para exportación.

Supervisión de embarques desconcentrados e inspección con la finalidad de obtener soldaduras de plata.

Análisis de minerales por absorción atómica.

HABILIDADES

Ofimática: Dominio de programas Windows a nivel usuario. Windows, Excel, Power Point, Word.

IDIOMAS

Inglés: lectura, escritura.

EDUCACIÓN

Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) - FIGMM

Maestría: “Gestión Minera”, 2014 – 2015

Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) - FIGMM

Certificación Minera: “Inducción General en Seguridad e Higiene Minera”, 2007 – 2009

UNI- FIM, Centro de Capacitación e Informática:

Autocad I – 2001.

Microsoft Office – 2000.

Universidad Daniel Alcides Carrión, Pasco, Perú

Facultad de Ingeniería – Ingeniería de Minas. - 1989

Instituto Peruano de Administración de Empresas – IPAE

Administración de Mediana y Pequeña Empresa. - 1987

Instituto Superior Tecnológico PASCO

Curso de Maquinaria Minera. – 1987

DESARROLLO PROFESIONAL

Instituto de Ciencias Sociales y Políticas Públicas (INCISPP); En curso: “Diplomado Especializado en Seguridad y Salud en el Trabajo”, Mayo a Julio 2018.

Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), “**Conferencia Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo**”, Abril 2018.

Pan American Silver Corporación, Vancouver, Curso: “**ENTRENAMIENTO DE SUPERVISORES**”, Marzo 2012.

Team Consulting Perú, Curso/Taller: “**Investigación y Reportes de Incidentes**”, Agosto 2011.

Team Consulting Perú, Curso/Taller: “**Inspecciones de Seguridad**”, Julio 2011.

Team Consulting Perú, Curso/Taller: “**IPERC**”, Mayo 2011.

Team Consulting Perú, Curso/Taller: “**Gestión De La Seguridad Y Salud Ocupacional Basada En Las Normas Nacionales**”, Abril 2011.

RIMAC, Curso: “**Programa De Entrenamiento Para Mejoramiento En Habilidades Para La Supervisión**”, Marzo 2010.

Pan American Silver S.A. RR HH., Curso: “**OHSAS 18001-2007, Interpretación De La Norma, Elementos Y Gestión De Riesgos Basados en el Comportamiento**”, Enero 2010.

RIMAC, Curso: “**El Hombre Clave En La Productividad**”, Junio 2009.

RIMAC, Curso: “**Investigación De Accidentes E Incidentes**”, Junio 2009.

RIMAC, Curso: “**Manejo Defensivo**”, Junio 2009.

ILATA, Seminario Taller: “**Desarrollo De Habilidades De Gestión Para La supervisión**”, Junio 2008.

EXSA (CTVE), Curso: “**Criterios De Selección De Explosivos Para Voladura**”, Octubre 2007.

IIMP, “**XXVIII Convención de Ingenieros de Minas del Perú**”, Setiembre 2007.

Pan American Silver S.A. RRHH., Curso: “**Liderazgo Dinámico Aplicado A Empresas Mineras**”, Marzo 2007.

MITINCI, Charla: “**Difusión De La Normatividad Y Capacitación Al Usuario De Insumos Químicos**”, Junio 2002.

IPEMIN, Fórum, “**Minería Ciencias y Tecnología, Retos al Año 2000**”, Junio 1988.
UNMSM, Seminario: “**Potencial del Oro en el Perú y elaboración de proyectos auríferos**”, Abril 1988.

UNDAC, Seminario: “**Alternativas ante la Crisis Minera**”, Julio 1987.

ILID, Seminario: “**Las Relaciones Humanas en la Empresa Moderna**”, Abril 1987.

IIMP, “**XVIII Convención de Ingenieros de Minas del Perú**”, Noviembre 1986.

UNI, Seminario: “**La Tesis Universitaria**”, Noviembre 1986.

UNDAC, Seminario: “**I Seminario de Geología y Desarrollo Minero**”, Setiembre 1986.

UNMSM, “**I Simposium de Geología – Minería y Metalurgia del Oro**”, Setiembre 1986.

UNI, Seminario: “**La Minería – Alternativas de Solución en la Crisis Actual**”, Abril 1986.

UNI, Fórum: “**Política Minera**”, Marzo 1986.

UNI, Seminario: “**Transporte en Minería**”, Abril 1985.

UNDAC, “**II Conversatorio Regional de Minería**”, Noviembre 1984.

IIMP, “**XVII Convención de Ingenieros de Minas del Perú**”, Setiembre 1984.

UNI, SIMPOSIUM: “**Planeamiento, Inversión, Mantenimiento y reemplazo de Equipo de Minería**”, Agosto 1984.

LOGROS

Designación como **LIDER OPERACIONAL** del Comité de Seguridad de la Unidad Minera **PAN AMERICAN SILVER S.A.-2010.**

Nombramiento en el cargo de **DELEGADO**, del comité **ISTEC** de la Unidad Minera **PAN AMERICAN SILVER S.A.-2007.**

CURRICULUM VITAE

MINE ENGINEER

CIP: 144673 – Enabled.

ID N° 08434302

Córcega Street – Urb. Javier Prado 6 Etapa, Salamanca – Ate, Lima

N° License: Q08434302 Class and Category: AIIB

Telephone: 949 741 393

**E- mail: ech12@hotmail.com
Edu12chavezl@gmail.com**



OBJETIVE

Promote the control of the extraction of minerals by different exploitation methods, applying the design, the operation of mines and the business activities linked to this industry, creating value in the processes of extraction of metallic and non-metallic substances, committed to Safety at all times and with principles of sustainability. I consider responsibility and quality commitment as a symbol of dedication in carrying out proper work pending successful results.

PROFESSIONAL STRENGTHS

Awareness to lead work teams.

Effective communication.

Proportion of optimistic ideas and ability to resolve disputes, with initiative, responsible.

Assume ethical behavior at work.

Recognizes the importance in the use of criteria in technology, in order not to threaten the environmental balance.

Evidence of safety habits when preparing the Mining Planning studies.

Boosts compliance with security management tools.

Conduct the execution of a company according to a commercial and industrial vision within the conception of a sustainable, personal and autonomous development.

WORK EXPERIENCE

ETRANSERGE/ NEXA RESOURCES – CL.

2019

Resident

Responsible for the conduction of ore transportation inside the mine and disposal of tailings in the concentrator plant. Controlling: Productivity of the transport unit, Security Management through the Dupont Management System and Environment.

Responsible for the daily control of compliance with the objectives and goals of the mineral transportation programs and disposal of tailings to the different platforms on a monthly and annual basis.

Control of transport rates through the administration of vehicle fleets such as: transported cargo, distance time and additional expenses.

Monitoring of costs for the transportation of ore and disposal of tailings to the different platforms.

Responsible for training in the identification and classification of various materials, waste or waste that affect the environment in your area and job.

COMPAÑÍA MINERA QUIRUVILCA S.A.

2016 – 2018

Assistant Superintendent Mina

Responsable de la conducción de la mina en coordinación con el Súper Intendente de Mina.

Controlling: Productivity and Safety and Environment Management.

Participation in the formulation of the operational plan and budget of the mine area, daily monitoring for the fulfillment of the objectives and goals of the monthly and annual production programs.

Management of the management indices in the mine such as: the blasting, drilling factor, pit and linear performance, consumption of drilling steels, consumption of operational materials.

Monitoring of costs in the different sub processes of production, preparation and operation of the mine, managing and implementing improvements in the productive, extractive, safety and environmental processes.

Responsible for training in the identification and classification of the various materials, waste or waste that affect the environment in your area and job.

COMPAÑÍA MIERA QUIRUVILCA S.A.

2015 – 2016

Senior Mine Chief

Responsible for driving the Central Zone within the mine.

I participated in the short and medium term planning of both the Exploration, Development and Preparation work, as well as the Mining Sequence and Selection of the Exploitation Methods in order to improve the productivity of the mine.

Preparation and evaluation of projects to help improve mineral selectivity within the mine, maintaining good safety management, increased efficiencies, ventilation conditions, pit filling, costs and the environment. Preparation of the requisite of necessary resources: materials, supplies, personnel, equipment, etc. and their optimization.

SOUTHER PEACK MINING – CMQ

2012 – 2015

Senior Mine Chief

Responsible for driving the Central Zone within the mine.

I participated in the short and medium term planning of both the Exploration, Development and Preparation work, as well as the Mining Sequence and Selection of the Exploitation Methods in order to improve the productivity of the mine.

Preparation and evaluation of projects to help improve mineral selectivity within the mine, maintaining good safety management, increased efficiencies, ventilation conditions, pit filling, costs and the environment. Preparation of the requisite of necessary resources: materials, supplies, personnel, equipment, etc. and their optimization.

PAN AMERICAN SILVER S.A.

2011 – 2012

Senior Mine Chief

Responsible for driving the Central Zone within the mine.

Responsible for carrying out short and medium term planning of both the Exploration, Development and Preparation work, as well as the Mining Sequence and Selection of the Exploitation Methods in order to improve the productivity of the mine. Prepare and evaluate projects to improve the improvement of mineral selectivity within the mine, maintaining good safety management, increased efficiencies, ventilation conditions, pit filling, costs and the environment. I prepared the requirement of necessary resources: materials, supplies, personnel, equipment, etc. and their optimization.

PAN AMERICAN SILVER S.A.

2006 - 2011

Chief of Guard

Responsible for supervising the adequate control of management indicators (KPI).

Planning, coordination and verification of the execution of the daily Production and Advances Program and the short-term projects of the Central Zone in order to meet the established goals of the mine, optimizing the human resources and the assigned equipment.

Decision-making and coordination on the activities of installation, maintenance and repair of the Hydraulic, water and air filling circuits, materials supply, maintenance of the water pumping system (Pipe installations and main sedimentation ponds).

UNION MINES COMPANY S.A.

1990 - 2006

Preparation of mining planning studies.

INC. MINERA SANTA ANITA S.A.

1989 - 1990

Assistant; Chief of Guard.

Zone supervisor with the objective of extracting minerals.

**EMPRESA MINERA DEL CENTRO DEL PERÚ S.A. - UNIT OF C. de P.
1989**

Plant / Section: Mine.

**EMPRESA MINERA DEL CENTRO DEL PERÚ S.A. - UNIT OF C. de P.
1988**

Plant / Section: Mine.

ATLAS COPCO PERUANA SA.

1987

Pre-Professional Practices - Workshops of the Company.
Supervisor in the maintenance of mining machinery.

ALEX STEWART (ASSAYERS) DEL PERÚ SA.

1986

Pre-Professional Practices - Laboratory - Refineries.

Responsible for conducting deconcentrated sampling for export.
Supervision of decentralized shipments and inspection in order to obtain silver welds.
Analysis of minerals by atomic absorption.

ABILITIES

Office: Domain of Windows programs at user level. Windows, Excel, Power Point, Word.

EDUCATION

National University of Engineering (UNI) - FIGMM

Master: "Mining Management", 2014 – 2015

National University of Engineering (UNI) - FIGMM

Mining Certification: "General Induction in Mining Safety and Hygiene", 2007 – 2009

UNI-FIM, Training and Information Technology Center:

Autocad I - 2001.

Microsoft Office - 2000.

Daniel Alcides Carrion University, Pasco, Peru

Faculty of Engineering - Mining Engineering. – 1989

Peruvian Institute of Business Administration - IPAE

Administration of Medium and Small Business. – 1987.

PASCO Higher Technological Institute.

Mining Machinery Course. – 1987.

PROFESSIONAL DEVELOPMENT

Institute of Social Sciences and Public Policies (INCISPP); In progress: "Specialized Diploma in Occupational Health and Safety", May to July 2018.

College of Engineers of Peru (CIP), "Annual Conference on Safety and Health at Work", April 2018.

Pan American Silver Corporation, Vancouver, Course: "SUPERVISOR TRAINING", March 2012.

Team Consulting Peru, Course / Workshop: "Investigation and Incident Reports", August 2011.

Team Consulting Peru, Course / Workshop: "Safety Inspections", July 2011.

Team Consulting Peru, Course / Workshop: "IPERC", May 2011.

Team Consulting Peru, Course / Workshop: "Occupational Health and Safety Management Based on National Standards", April 2011.

RIMAC, Course: "Training Program for Improvement in Supervisory Skills", March 2010.

Pan American Silver S.A. HR, Course: "OHSAS 18001-2007, Interpretation of the Standard, Elements and Management of Behavior-Based Risks", January 2010.

RIMAC, Course: "The Key Man in Productivity", June 2009.

RIMAC, Course: "Accident and Incident Investigation", June 2009.

RIMAC, Course: "Defensive Driving", June 2009.

ILATA, Workshop Seminar: "Development of Management Skills for Supervision", June 2008

EXSA (CTVE), Course: "Explosive Selection Criteria for Blasting", October 2007.

IIMP, "XXVIII Convention of Mining Engineers of Peru", September 2007.

Pan American Silver S.A. HR., Course: "Dynamic Leadership Applied to Mining Companies", March 2007.

MITINCI, Talk: "Diffusion of the Regulations and Training to the User of Chemical Supplies", June 2002

IPEMIN, Forum, "Mining Science and Technology, Challenges to the Year 2000", June 1988.

UNMSM, Seminar: "Gold Potential in Peru and preparation of gold projects", April 1988.

UNDAC, Seminar: "Alternatives to the Mining Crisis", July 1987.

ILID, Seminar: "Human Relations in Modern Enterprise", April 1987.

IIMP, "XVIII Mining Engineers Convention of Peru", November 1986.

UNI, Seminar: "The University Thesis", November 1986.

UNDAC, Seminar: "I Seminar on Geology and Mining Development", September 1986.

UNMSM, "I Symposium of Geology - Mining and Metallurgy of Gold", September 1986.

UNI, Seminar: "Mining - Alternative Solutions in the Current Crisis", April 1986.

UNI, Forum: "Mining Policy", March 1986.

UNI, Seminar: "Transportation in Mining", April 1985.

UNDAC, "II Regional Mining Discussion", November 1984.

IIMP, "XVII Convention of Mining Engineers of Peru", September 1984.

UNI, SIMPOSIUM: "Planning, Investment, Maintenance and Replacement of Mining Equipment", August 1984.

ACHIEVEMENTS

Appointment as OPERATIONAL LEADER of the Safety Committee of the Mining Unit PAN AMERICAN SILVER S.A.-2010.

Appointment in the position of DELEGADO, of the ISTECA committee of the PAN AMERICAN SILVER S.A.-2007 Mining Unit.