

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**Incremento de la producción mediante la mecanización de tajos
con equipo Minijumbo en la CIA. Minera Kolpa – U.O.
Huachocolpa”**

TESIS

PRESENTADA POR:

JEANCARLO ROSSE VARGAS ONTIVEROS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS

“INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE, MECANIZACIÓN DE TAJOS
CON EQUIPO MINIJUMBO EN LA CIA. MINERA KOLPA – U.O. HUACHOCOLPA”

PRESENTADA POR:

Bach. JEANCARLO ROSSE VARGAS ONTIVEROS

INGENIERO DE MINAS


FECHA DE SUSTENTACIÓN: 20 DE NOVIEMBRE DEL 2017

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:


M.Sc. HENRY ARNALDO TAPIA VALENCIA

PRIMER MIEMBRO:


Ing. ARTURO RAFAEL CHAYÑA RODRIGUEZ

SEGUNDO MIEMBRO:


Ing. LUCIO RAUL MAMANI BARRAZA

DIRECTOR / ASESOR:


Dr. OSCAR ELOY LLANQUE MAQUERA

Área : INGENIERÍA DE MINAS

Tema : DESARROLLO DE LABORES MINERAS Y OTRAS EXCAVACIONES

AGRADECIMIENTOS

- Ante todo agradecer a Dios por bendecirme a mí y mis seres queridos, también por permitirme la salud y las fuerzas para sacar adelante cada proyecto que se presenta a lo largo del camino. Gracias a la mamita Candelaria por derramar y colmar de bendiciones mi hogar.
- También agradecer a mi Alma Mater “Universidad Nacional del Altiplano”, a mi Escuela Profesional de Ingeniería de Minas en cuyas aulas me formé profesionalmente gracias a los docentes que dentro de ella imparten el sabio conocer.
- Debo agradecer a todos los ingenieros, profesionales que durante la corta trayectoria laboral que vengo desarrollando fueron personas que ayudaron mucho al desarrollo de mi experiencia profesional.
- Al Ing. Héctor Cari por ser mi motivo de superación a diario, al Ing. Víctor Soto que supo tener la paciencia para desarrollarme en minería, al Ing. Artemio Orrego por ser más que un jefe fue un gran amigo para mí, al Ing Elvis Arias por su constante apoyo que sacó adelante este proyecto y al Gerente Gral. Max Taipe por su amistad incondicional y apoyo constante.

Jeancarlo Rosse Vargas Ontiveros

DEDICATORIAS

Dedicado para mis queridos padres por hacer de mí, un profesional al servicio de la sociedad, con su esfuerzo y sacrificio me enseñaron día a día el éxito de la vida “la humildad”.

Tu afecto y tu cariño son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor para ti. A pesar de tu corta edad me diste la gran oportunidad de convertirme en la persona más orgullosa y feliz sobre la faz de la tierra, a ti mi hija querida a ti mi Tiziana. Al recuerdo imperecedero de mi retoño Lucas que desde el cielo bendice el camino mío y de mi familia.

ÍNDICE GENERAL**CONTENIDO**

ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I	14
INTRODUCCIÓN.....	14
Problema de la investigación	14
Antecedentes de la investigación	14
Formulación del problema.....	14
Importancia y utilidad del estudio	15
Objetivos de la investigación	15
Objetivo principal.....	15
Objetivos específicos:.....	15
Caracterización del área de investigación.....	15
CAPÍTULO II	16
REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
2.1 Marco teórico.....	16
2.2 Marco conceptual	17
2.2.1 Conceptos principales en operación mina	17
2.2.1.1 Labor minera.....	17
2.2.1.2. Labores de desarrollo, exploración y explotación	17
2.2.2 Conceptos principales en operación mina	18
2.2.2.1. Ciclo de minado.....	18
2.2.2.2 Limpieza de la labor	19
2.2.2.3 Relleno de la labor	19
2.2.2.4. Perforación en el tajeo.....	19
2.2.2.5. Carguío en el tajeo	20
2.2.2.6 Voladura en minería subterránea	21
2.2.2.6.1 Potencias de los explosivos.....	22
2.2.2.6.2. Eficiencia de explosivos.....	23
2.3. Hipótesis de la investigación	23
CAPÍTULO III	24

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1 Tipo y diseño de investigación	24
3.2.1 Población.....	25
3.2.2 Muestras	25
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	25
3.4 Procedimiento de recolección de datos	25
3.5 Procesamiento y análisis de datos	25
3.5.1 Ubicación.....	25
3.5.2. Componentes de la Unidad Minera Huachocolpa Uno	27
3.5.3. Cronología de la operación	28
3.5.4. Clima y vegetación	29
3.5.5.- Fisiografía.....	30
3.5.7 Características de la geología.....	30
3.5.7.1 Geología del yacimiento.....	30
3.5.7.1.1 Geología regional	30
3.5.7.1.2. Geología local.....	31
3.5.7.1.3. Geología estructural.....	31
3.5.7.2. Geología económica.....	32
3.5.8. Estructura geomecánica.....	32
3.5.9 Características de la operación en tajos de la Unidad Minera Kolpa	33
3.5.9.1 Descripción del método de explotación en los tajos	33
3.5.9.2. Características geológicas y geomecánicas de los tajos (veta Bienaventurada)	33
3.5.9.3. Diseño de los tajos (veta Bienaventurada)	34
3.5.9.4. Labores de desarrollo y preparación	37
3.5.9.4.1 Labores de desarrollo.....	37
3.5.9.4.2. Labores de preparación	37
3.5.10. Selección de equipo para explotación de tajos (veta Bienaventurada).....	38
3.5.10.1 Mecanización de las operaciones unitarias	38
3.5.11. Características del equipo de perforación para explotación de tajos (veta Bienaventurada).....	38
3.5.11.1 Características de la perforadora.....	38
3.5.11.2. Características de la viga de perforación	39
3.5.11.3. Características del brazo del equipo Jumbo (boom).....	39
3.5.11.4. Características de la unidad de rotación.....	39
CAPÍTULO IV	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41

4.1 Desarrollo del proceso	41
4.1.1. Pruebas de perforación realizadas en la operación	41
4.1.1.1. Prueba N° 1 – Tajo 850.....	41
4.1.1.2. Prueba N° 2 – tajo 850	55
4.1.1.3. Prueba N° 3 – Tajo 663.....	64
4.1.1.4. Prueba N° 4 – Tajo 663.....	71
4.1.1.5. Prueba N° 5 – tajo 663	76
4.1.1.6. Prueba N° 6 – tajo 850	78
4.1.1.7. Prueba N° 7 – tajo 850e	81
4.1.1.8. Prueba N° 8 – Tajo 663.....	85
4.1.2. Consumo de aceros (Jackleg – Minijumbo Muki)	92
4.1.3. Cálculo de burden, espaciamiento y malla de perforación	92
4.1.3.1. Cálculo de malla de perforación	93
4.1.4. Análisis comparativo entre equipo Minijumbo Muki versus maquina Jackleg en tajeos .	94
4.2. Resultados	96
4.2.1 Resumen de pruebas obtenidas.....	96
4.2.2. Representación de producción mediante indicadores semanales de producción	97
4.2.5 Costos de producción USD/TM	102
4.2.6 Resumen de producción	105
4.2.6.3. Producción diaria mes de junio 2017.....	107
V. CONCLUSIONES.....	109
VI. RECOMENDACIONES.....	110
VII. REFERENCIAS.....	111
ANEXOS	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Perforación de taladros con equipo Jumbo	19
Figura 2: Malla de perforación pintada.....	20
Figura 3: Ubicación Geográfica de la UEA Huachocolpa Uno	26
Figura 4: Diseño de método de Explotación en tajeos	35
Figura 5: Diseño estructural de tajeo.....	36
Figura 6: Equipo Minijumbo.....	40
Figura 7: Malla de perforación prueba 1	54
Figura 8: Malla de perforación prueba 2	63
Figura 9: Malla de perforación prueba 3	71
Figura 10: Malla de perforación prueba 4	75
Figura 11: Malla de perforación prueba 7	85
Figura 12: Coordinación entre operador y ayudante de Minijumbo Muki.....	90
Figura 13: Perforación de equipo Minijumbo Muki.....	91
Figura 14: Taladros perforados con guidores	91
Figura 15: Cálculo de malla de perforación	93
Figura 16: Tiempos de perforación comparativo.....	95
Figura 17: Promedio de tiempos de perforación	96
Figura 18: Rendimiento tal/h con equipo Minijumbo Muki	97
Figura 19: Indicador de rendimiento TM/Tal con equipo Jackleg.....	98
Figura 20: Indicador de rendimiento TM/Tal con equipo Minijumbo Muki	98
Figura 21: Indicador de factores de potencia	99
Figura 22: Indicador de rendimiento TM/Tal con equipo Jackleg.....	100
Figura 23: Indicador de rendimiento TM/Tal con equipo Minijumbo Muki	100
Figura 24: Indicador de factores de potencia	101
Figura 25: Histograma de producción 2016.....	105
Figura 26: Histograma de producción 2017.....	106
Figura 27: Histograma De Producción Junio 2017	107
Figura 28: Histograma De Producción junio 2016	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Eficiencia de explosivos	23
Tabla 2: Rutas y vías de acceso a la mina	27
Tabla 3: Principales componentes de la UM	27
Tabla 4: Comportamiento Geo mecánico por estructuras	34
Tabla 5: Tiempos antes y después de la perforación por guardia.....	42
Tabla 6: Tiempos totales durante la perforación total de taladros.....	42
Tabla 7: Tiempos muertos durante la perforación total de taladros	42
Tabla 8: Control de tiempos prueba 1	43
Tabla 9: Cuadro estadístico prueba 1	46
Tabla 10: Muestras para medición de taladros	47
Tabla 11: Cuadro estadístico para medición de longitud efectiva de perforación	48
Tabla 12: Control de tiempos de relleno con Scoop.....	49
Tabla 13: Costos de voladura prueba 1.....	55
Tabla 14: Datos Técnicos de la labor :	55
Tabla 15: Tiempos antes y después de la perforación	56
Tabla 16: Tiempos durante la perforación.....	56
Tabla 17: Tiempos muertos durante la perforación	56
Tabla 18: Control de tiempos de perforación prueba 2.....	57
Tabla 19: Muestras para medición de taladros, prueba 2	60
Tabla 20: Cuadro estadístico para medición de taladros prueba 2	61
Tabla 21: Costos de voladura prueba 2.....	63
Tabla 22: Datos Técnicos de la labor :	64
Tabla 23: Tiempos antes y durante la perforación	64
Tabla 24: Tiempos totales durante la perforación.....	64
Tabla 25: Tiempos muertos durante la perforación	65
Tabla 26: Control de tiempo prueba 3	65
Tabla 27: Muestras para medición de taladros, prueba 3	68
Tabla 28: Cuadro estadístico para medición de taladros prueba 3	69
Tabla 29: Costos de voladura prueba 3.....	71
Tabla 30: Datos Técnicos de la labor.....	72
Tabla 31: Tiempos antes y después de la perforación.....	72
Tabla 32: Tiempos totales durante la perforación.....	72
Tabla 33: Tiempos muertos durante la perforación	72
Tabla 34: Control de tiempos Prueba 4 :	73
Tabla 35: Datos técnicos de la labor	76

Tabla 36: Tiempos antes y después de la perforación	76
Tabla 37: Tiempos totales durante la perforación	76
Tabla 38: Tiempos muertos durante la perforación	76
Tabla 39: Control de tiempos prueba 5	77
Tabla 40: Datos técnicos de la labor	78
Tabla 41: Tiempos antes y después de la perforación	78
Tabla 42: Tiempos totales durante la perforación	79
Tabla 43: Tiempos muertos durante la perforación	79
Tabla 44: Control de tiempos prueba 6	79
Tabla 45: Datos técnicos de la labor	81
Tabla 46: Tiempos antes y después de la perforación	81
Tabla 47: Tiempos totales de perforación	82
Tabla 48: Tiempos muertos durante la perforación	82
Tabla 49: Control de tiempos prueba 7	82
Tabla 50: Datos técnicos de la labor	85
Tabla 51: Tiempos antes y después de la perforación	86
Tabla 52: Tiempos totales de perforación	86
Tabla 53: Tiempos muertos durante la perforación	87
Tabla 54: Control de tiempos prueba 8	87
Tabla 55: Cuadro de costos en consumo de acero	92
Tabla 56: Comparativo de tiempos.	94
Tabla 57: Resumen de pruebas en tajeos	96
Tabla 58: Indicador de la última semana del mes de setiembre	97
Tabla 59: Indicador de la última semana del mes de mayo.....	99
Tabla 60: Precio unitario por tonelada con equipo Jumbo.....	102
Tabla 61: Precio unitario por tonelada con maquina Jackleg.	103
Tabla 62: Liquidación diciembre con cumplimiento final en producción con Muki y	104
Tabla 63: Resumen de producción año 2016.....	105
Tabla 64: Resumen de producción año 2016.....	106
Tabla 65: Cuadro de Producción junio 2017	107
Tabla 66: Cuadro de Producción junio 2016	108

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

MINEM	Ministerio de Energía y Minas
DIREM	Dirección Regional de Energía y Minas
OSINERMINING	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
SUNAFIL	Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral
U.M.	Unidad Minera
P.U.	Precio Unitario
KPI	Indicadores de Desempeño
PETS	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro
Re Incremento	Incremento del dique de relavera.

RESUMEN

El presente estudio se realizará en la unidad operativa KOLPA perteneciente al distrito de Huachocolpa, provincia de Lircay y departamento de Huancavelica durante el año 2017. El método de explotación es de corte y relleno; con un sistema convencional (Maquinas Jackleg y Scoop (Acarreo)).

El problema principal es la capacidad de explotación para poder mantener una capacidad de tratamiento ideal, también para generar una mayor utilidad económica para proyectos a futuro (recrecimiento de la relavera, instalación de una planta de relleno hidráulico, inicio del plan de revegetación en la relavera I Rublo), el objetivo del proyecto consiste en la ampliación de la capacidad de explotación de la CIA MINERA KOLPA de 700 TM/día a 850 TM/día de mineral. (Significa incrementar la producción anual de 250000 TM a 300000 TM.)

El tipo de estudio fue de tipo descriptivo – aplicativo apoyada en la investigación documental o bibliográfica debido a que primero se describió el problema y posteriormente se realizó la recopilación de información general del sector; mediante fuentes primarias y secundarias.

Las fuentes primarias utilizadas fueron entrevistas a trabajadores (maestros, ayudantes, operadores, capataces y plana supervisión, todas estas personas vinculadas con el sector minero). De esta manera se pudo determinar un marco de referencia idóneo para adaptar la teoría a la investigación planteada, porque se determinaron factores influyentes como: tiempos, rendimientos, costos del proceso de perforación y voladura en tajeos; los cuales son condicionantes para realizar un incremento de la producción en la CIA MINERA KOLPA.

Las fuentes secundarias fue toda la información encontrada de Internet, libros, revistas y anuarios relacionados con la minería y las finanzas, de esta manera se pudo obtener la información teórica detallada y comparativa entre los sistemas de explotación (convencional y mecanizado); para tener un concepto claro que implica un sistema de mecanización en minería

Palabras Clave: Perforación, Voladura, Explosivos, Burden, Espaciamiento.

ABSTRACT

The present study will be carried out in the operating unit KOLPA belonging to the district of Huachocolpa, province of Lircay and department of Huancavelica during the year 2017. The exploitation method is cutt and fill; With a conventional system (Jackleg and Scoop Machines).

The main problem is the exploitation capacity to be able to maintain an ideal treatment capacity, also to generate a greater economic profit for future projects (reinstatement of the relavera, installation of a hydraulic filling plant, Start of the Revegetation plan in the Relavera I Rublo), the objective of the project is to expand the operating capacity of the CIA MINERA KOLPA from 700 MT. / day to 850 MT. / day of ore. (It means increasing the annual production from 250000 MT to 300000 MT)

The type of study was descriptive - application type supported by documentary or bibliographic research because first the problem was described and then the general information was collected sector; (Primary and secondary sources).

The primary sources used were interviews with workers (teachers, assistants, operators, foremen and supervising staff, all of them linked to the mining sector). In this way, it was possible to determine a suitable frame of reference to adapt the theory to the proposed research, of influential factors were determined: times, yields, costs of the drilling and blasting process in Tajeos; Which are conditions for an increase in production at CIA MINERA KOLPA.

The secondary sources were all the information found on the Internet, books, magazines and yearbooks related to mining and finance, in order to obtain detailed and comparative theoretical information between exploitation systems (conventional and mechanized); in order to clear concept that implies a system of mechanization in mining.

Key Words: Drilling, Blasting, Explosives, Burden, Spacing.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Problema de la investigación

El problema principal en la U.O. KOLPA, es la capacidad de explotación frente a la capacidad de tratamiento planta, de igual manera la generación de mayor utilidades para el financiamiento de diversos proyectos de inversión en la U.O. (incremento del dique de la relavera, instalación de una planta de relleno hidráulico, inicio del plan de revegetación en la relavera I Rublo). El objetivo del proyecto consiste en la ampliación de la capacidad de explotación de la CIA MINERA KOLPA de 700 TM/día a 850TM/día de mineral, Incrementando la producción anual de 250000 toneladas métricas a 300000 toneladas métricas.

Antecedentes de la investigación

Hasta el año 2010 la CIA MINERA KOLPA en ese entonces con el nombre de CIA MINERA CAUDALOSA CHICA, con un método de explotación convencional Corte Relleno ascendente, obtenía una producción diaria de 550 TM. y una producción mensual de 13200 TM, en junio del 2010 se propone la eliminación del sistema de trabajo de 8 h. y se implanta el sistema de trabajo 14 X 7, con una jornada laboral de 12 h; también se decide reemplazar el tipo de acarreo; pasando de un acarreo con winche eléctrico a un acarreo con equipos Scoops de menor capacidad cautivos, inicialmente en tajeos nuevos, posteriormente se habilitó rampas y basculantes para el desplazamiento de los equipos.

Formulación del problema

Considerando la producción diaria de 700 TM y una producción mensual de 21000 TM. la capacidad de producción no es suficiente para alcanzar la capacidad de planta (850 TM.) a esto nos preguntamos ¿cómo incrementar la producción?

Importancia y utilidad del estudio

Por lo tanto este estudio permitirá conocer el proceso descriptivo y operativo de una mina en mecanización de igual manera lejos de lograr el incremento de producción se tendrá una base sólida para mejorar el proceso y se contará con el financiamiento económico para solventar diversos proyectos a futuro. Por ultimo permitirá a los compañeros menores aun egresados de la universidad poder mejorar el estudio en cuanto a que existen diversos temas a seguir tratando (Ventilación, Geomecánica, Servicios, etc.) este estudio será la puerta de ingreso para quien este interesado

Objetivos de la investigación

Objetivo principal

El objetivo principal será lograr el incremento de la producción en la CIA MINERA KOLPA, para la cual nos formularemos la siguiente interrogante “¿Cómo incrementar la producción mensual en la unidad minera?”

Objetivos específicos:

Los objetivos específicos que se tienen son:

- Demostrar el rendimiento entre Maquina Jackleg (Sistema Convencional) y Equipo Minijumbo Muki (Sistema Mecanizado), (N° tal/hombre-gdía) vs (N° tal/h-Equipo), (TM/tal - Jackleg) vs (TM/tal – JUMBO MUKI).
- Determinar y comparar los costos directos, realizar los contrastes de gastos entre ambos sistemas (Costos operativos, costos de materiales, costo de Recurso Humano, etc.) mediante la realización de ratios que involucren los rendimientos obtenidos con la mecanización de los tajos.
- Conocer y describir el proceso productivo de la empresa

Caracterización del área de investigación

Mediante la implementación de un equipo Minijumbo TROIDON 22 “MUKI”, el cual se destinará inicialmente a 2 tajos, ubicados en la rampa 2 (Tj 850 – Tj 663), estos tajos se encuentran en el nivel 4380 y 4480 respectivamente, con un ancho promedio de 2.1 m. Cuentan con una longitud total de 400 m. (200 m. C/ala) y 2 sub niveles de 50 m. de altura, de esta forma se iniciaran las operaciones y se logrará el objetivo principal; Incrementar la capacidad de explotación de la CIA MINERA KOLPA de 700 TM/día a 850 TM por día de mineral, y la producción anual de 250000 TM. a 300000 TM. un incremento total anual de 50000 TM.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco teórico

Según, **José Carlos Bustamante Morales., (2014)**; en su libro titulado *Explotación Subterránea por Corte y Relleno Ascendente*; Concluye que la explotación minera en corte relleno ascendente es muy eficiente en cuanto a recuperación de mineral, con un porcentaje mínimo de dilución, a pesar que el costo de preparación y explotación es elevado, su rentabilidad de leyes y recuperación justifica el método de extracción.

Según, **Universidad Politécnica de Madrid, (2007)**; en el libro titulado *Diseño de Explotaciones e Infraestructuras Mineras Subterráneas*; Permite conocer los criterios a tener en cuenta a la hora de establecer un plan general de preparación y desarrollo de una mina, conocer los elementos de infraestructura de una mina. Y como conclusión tener en consideración la cantidad de factores necesarios a la hora de iniciar una nueva explotación minera (Tiempo de preparación, costos de preparación, reservas disponibles, rutas de transporte, etc.) los cuales serán útiles y determinantes durante la explotación

Según, **David Gómez Ruiz, (2007)**; en su publicación titulado *Apuntes de Explotación de minas III*; Resume que conociendo las pautas que brinda su autoría en la publicación lograremos conocer adecuadamente los métodos de explotación, también para obtener un diseño óptimo de labores mineras y el adecuado planeamiento.

Según, **Angel Bravo & Mitsui Mining & Smelting Co, (2009)**; En la publicación titulada; *Simulación de un Sistema de Perforación Hidráulica: Jumbos*; Determina varias alternativas que ayudaran al Ingeniero de Minas a definir una solución viable en cuanto a costos directos de perforación y voladura de igual manera poder minimizar estos costos. Sin duda alguna esta simulación nos ayudara a realizar adecuadamente el correcto balance de utilización de recursos si queremos obtener la mecanización de nuestro tajeos que es el objetivo principal.

Según, **Víctor Alejandro Ames Lara, (2008)**; En la publicación de tesis titulada; *Diseño de las Mallas de Perforación y Voladura Utilizando la Energía Producida por las Mezclas Explosivas*; Concluye que los resultados presentados deduce que el cambio en las mallas de perforación ha llevado a obtener resultados satisfactorios en el aspecto técnico con una buena fragmentación y un cuidado adecuado de cajas.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Conceptos principales en operación mina

2.2.1.1 Labor minera.

Una labor minera es cualquier hueco excavado para explotar y/o explorar un yacimiento. Una mina es el conjunto de todas esas labores, especialmente cuando es subterránea. La técnica de aprovechar un yacimiento mediante minería se conoce como Laboreo de Minas. La zona de la labor en que se trabaja para su excavación se denomina frente, corte o testero. Las labores que sólo tienen una entrada por ejemplo una galería que se está avanzando, se denominan labores en fondo de saco. Al no tener salida es necesario forzar la ventilación mediante una tubería hasta el frente de la labor.

Se llama levantamiento topográfico, al conjunto de operaciones ejecutadas sobre el terreno, con los instrumentos adecuados, el levantamiento topográfico necesita una serie de mediciones y triangulaciones, que luego nos permitirá la elaboración del Plano. La actividad minera, comprende varios procesos desde la búsqueda del mineral hasta la obtención del metal en su forma industrial.

Uno de estos procesos es la extracción del mineral, desde el interior de la mina hasta superficie, para cumplir con este objetivo, se realizan una serie de trabajos que se pueden resumir en las siguientes fases:

Fase 1: Exploración; Cuyo objetivo es la búsqueda del mineral con labores de avance como cortadas, galerías y chimeneas.

Fase 2: Desarrollo; Una vez encontrado el mineral, se reconoce en sus tres dimensiones.

Fase 3: Preparación; Geometría elegida para una mena o cubicación económica. Antes de iniciar la explotación se realizan labores adicionales según diseño del método de explotación.

Fase 4: Operación Mina; Fase que comprende el desarrollo de labores que servirán como infraestructura para uno o más niveles de una sección o también para varias secciones. Esta es la última fase que comprende también la extracción del mineral cubicado en bocks.

2.2.1.2. Labores de desarrollo, exploración y explotación

Todas estas labores se realizan por medio de labores de avance lineal (m.), también se les llama labores lineales, en 3 dimensiones. Se caracteriza por avanzar en forma lineal, por la geometría y dimensión (sección) que se realiza este trabajo, se han

diferenciado en las 23 siguientes labores: Frentes, chimeneas verticales, chimeneas inclinadas, chimeneas pilotos, subniveles y estocadas.

Labores Horizontales: Dentro de este grupo podemos tener diferenciado varias labores, básicamente el trabajo es el mismo pero se diferencian por el objetivo que cumplen cada labor:

Cortada: Labor que empieza desde superficie y/o a partir de un punto en interior mina hasta interceptar una estructura mineralizada como también sirve como labores de posicionamiento para la cámara de DDH.

Estocadas Cámara: Labor que cumple la función de avanzar hasta interceptar algún objetivo como: estructura mineralizada, comunicar a otra labor o para refugio.

Galería: La labor más común es la galería. Es una excavación horizontal, con poca inclinada gradiente 5/1000, la dimensión de la galería depende del comportamiento de la estructura mineralizada puede ser desde metros a kilómetros. La parte superior de una galería se denomina corona, y las paredes hastiales.

Subnivel: Son excavaciones horizontales sobre estructura mineralizada dejando un puente de 5.0 m. con respecto a la galería, estas labores se realizan para preparar e iniciar con la explotación.

By Pass: Labor que comunica dos labores, específicamente labores lineales, generalmente para dar más eficiencia al servicio.

2.2.2 Conceptos principales en operación mina

2.2.2.1. Ciclo de minado

La optimización de los recursos humanos y el mejor aprovechamiento del uso de los equipos se obtienen si no hay interrupciones significativas en cada una de las etapas del minado desde la Perforación, Voladura, Limpieza- Extracción y Relleno.

Para lograr este objetivo es importante implementar los controles operativos de la explotación por Corte y Relleno Ascendente, obteniendo de la data procesada y analizada en servidores tipo Microsoft SQL, las oportunidades de mejora. Los principales controles son: desviación, dilución, fragmentación, recuperación, factor de potencia y voladura secundaria.

Asimismo, en la secuencia de minado se detallan paso a paso las actividades a realizar en la etapa de explotación, con la finalidad de definir los procedimientos de trabajo para cada una de las actividades, donde se establece el desarrollo de los trabajos con la identificación de sus respectivos peligros y riesgos, la cantidad de recursos materiales, equipos y herramientas necesarias, personal calificado que ejecutara los trabajos, asociado a un determinado tiempo para realizar cada actividad..

2.2.2.2 Limpieza de la labor

Una vez disparado el tajeo en la guardia anterior se procede con la evaluación insitu del personal de labor, donde se verifica la eficiencia de la voladura, la cantidad de material disparado, prosiguiendo con realizar el sostenimiento con Split set 5', perno helicoidal o malla electro soldada de acuerdo a la recomendación geo mecánica.

Una vez sostenida el área disparada se ingresa con un equipo Scoop 2.2 yd³ para poder realizar la limpieza de mineral disparado y cumplir con la programación diaria.

2.2.2.3 Relleno de la labor

Mientras en un ala de labor se realiza la limpieza, a primera hora en el ala opuesta se realiza el relleno del tajeo, con la finalidad de dar una altura adecuada para el ingreso del equipo Jumbo de perforación, "Muki", dando una altura mínima de 3.5 m; la primera capa de relleno se realiza a una altura de 1.0 m.

Una vez realizado el relleno general se procederá con la perforación y posteriormente se volverá a realizar una segunda capa de relleno detrítico a una altura de 1.5 m. Para posteriormente tener una altura adecuada para el carguío de taladros perforados.

2.2.2.4. Perforación en el tajeo

Es la operación unitaria fundamental del ciclo de minado. Después de realizar un buen desatado, se procede al marcado de la línea centro (eje), línea de gradiente y finalmente el pintado de la malla, a continuación se realiza la conexión agua, energía eléctrica que lo realiza el operador y ayudante de Jumbo, luego se inicia con la perforación que consiste en penetrar la roca creando aberturas cilíndricas o llamados taladros, estos deben mantener un buen paralelismo entre taladros y deben quedar limpios (barrido), el objetivo de la perforación es hacer taladros cilíndricos para cargar mezclas explosivas y detonarlas para fragmentar la roca, ver Figura 1.

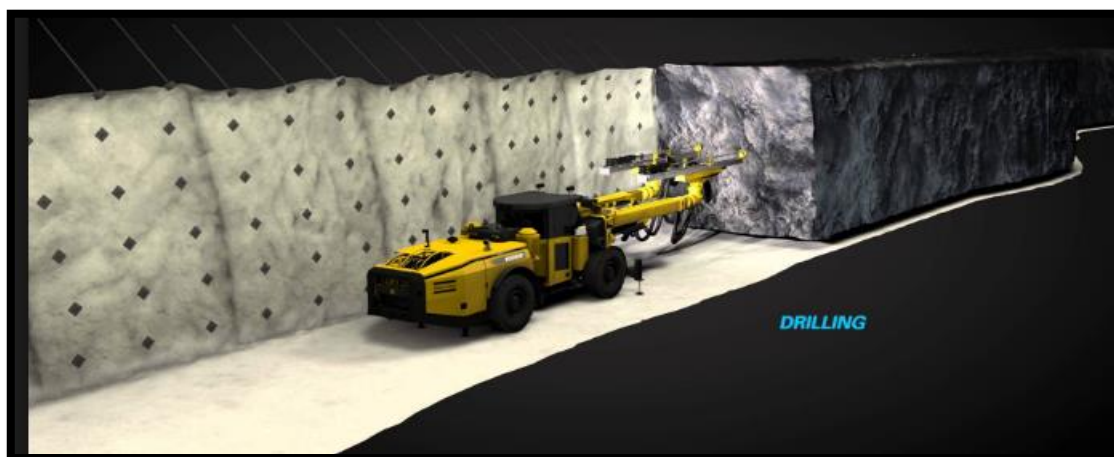


Figura 1: Perforación de taladros con equipo Jumbo

Fuente: Wikipedia, 2017

En el caso de los Tajeos, una vez rellenado el tajeo se procederá al ingreso del equipo Minijumbo "MUKI" para realizar la perforación del ala, este proceso se realizará en retirada desde la progresiva 200 a la progresiva 0, por medidas estrictamente de seguridad (No se expone al personal de perforación en la línea de fuego).

El primer paso es el pintado cuadricular de la malla de perforación con un Burden y espaciamiento de 1.00 m. x 1.00 m. (de acuerdo a evaluación geomecánica), el siguiente paso es el posicionamiento de la máquina para la conexión de agua y electricidad, se desplazan las gatas para mejorar sus estabilidad y se procede con la perforación en el tajeo, el ritmo promedio de perforación por taladro de 8' es aproximadamente 0:54 segundos, ver Figura 2.



Figura 2: Malla de perforación pintada

Fuente: Propias del autor

2.2.2.5. Carguío en el tajeo

Concluida la perforación de taladros y el segundo relleno en el ala, se realizará de forma manual el carguío en el tajeo a una altura máxima de 2 m. en esta oportunidad se consideran parámetros de voladura como son:

Factor de potencia: Es el cálculo de factor de voladura donde se considera la cantidad de kg de explosivos entra el número de toneladas de mineral roto. El promedio estándar se encuentra en 0.28 kg/TM.

$$\text{Factor de potencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ kg explosivo (kg ANFO + kg Emulsión)}}{\text{TM Rotas (long, x ancho x long. de perforación x densidad)}}$$

Factor de carga: Cálculo de voladura donde se considera la cantidad de explosivo que se suministra por taladro a la hora del disparo

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{N}^\circ \text{ kg explosivo (kg ANFO + kg Emulsión)}}{\text{N}^\circ \text{ de taladros}}$$

Luego de realizar el cálculo adecuado de los factores de potencia y de carga se procederá con el despacho de explosivos (Emulsión, ANFO) y accesorios (Faneles de periodo corto de 2.5 m. mechas rápidas, mechas de seguridad, cordón detonante), se realiza el carguío manual con personal de la labor, apoyados con sopletes neumáticos y tacos de arcilla, los faneles se colocan una serio de números cada fila en el caso de terminar la serie completa se procede a realizar un puente para continuar nuevamente con la numeración de faneles. Al termino del carguío se procederá con el chispeo de la labor y la detonación generará nuevamente el inicio del ciclo de minado.

Es un accesorio complementario de la mecha rápida, compuesto de un casquillo de aluminio, ranurado cerca de la base, y en su interior lleva una masa pirotécnica especial e impermeable al agua. La mecha rápida es colocada en la ranura, se presiona la base para asegurar el contacto y al encender la mecha rápida el conector recibe la chispa, transmitiéndola a su vez a la mecha lenta o de seguridad.

2.2.2.6 Voladura en minería subterránea

Técnica con la cual se emplea explosivos para la fragmentación y rotura del macizo rocoso. Esta etapa determina el ciclo de minado, pues de este dependerá todo el proceso de la operación y por ende los resultados

Los explosivos son productos químicos que encierran un enorme potencial de energía. Reaccionan instantáneamente con gran violencia bajo la acción de fulminante u otro estímulo externo, se fabrican con diferentes características como potencia, resistencia al agua y simpatía; asimismo de diferentes dimensiones según requerimiento de la mina.

Dentro de los explosivos utilizados en los tajeos se encuentran:

Emulsión: Son explosivos tipo agua en aceite, cuya fase dispersa está constituida por nitrato de amonio soluble y su fase continua por aceites, ceras y parafinas especiales, las que se mantienen unidas por un emulsificante y sensibilizadas por micro esferas de vidrio, estos explosivos vienen reemplazando a las dinamitas.

Anfo: Este producto es una mezcla explosiva adecuadamente balanceada en oxígeno. Está formulado con 93.5% a 94.5% de nitrato de amonio en esferas y 6.5% a 5.5% de combustible líquido, pudiendo éste ser: petróleo residual o la combinación de petróleo residual más aceite quemado.

2.2.2.6.1 Potencias de los explosivos

La potencia es la medida de la cantidad de energía de un explosivo, se expresa como potencia absoluta por peso (AWS) y potencia absoluta por volumen (ABS). También se puede expresar como una comparación de la energía de un explosivo respecto al del ANFO, el cual es tomado como el

100%, obteniéndose la potencia relativa por peso o la potencia relativa por volumen.

Potencia absoluta por peso (AWS)

Esta es la medida de la cantidad de energía disponible (en calorías), en cada gramo de explosivo. Ejemplo: la AWS del ANFO es 900 cal/g.

Potencia absoluta por volumen (ABS)

Esta es la medida de la cantidad de energía disponible (en calorías) en cada centímetro cúbico de explosivo. Esto se obtiene multiplicando la AWS por la densidad del explosivo.

$$ABS = AWS \times \delta_{\text{explosivo}}$$

Potencia relativa por peso (RWS)

Esta es la medida de la energía disponible de explosivo comparado a un peso igual de ANFO. Esta se calcula dividiendo la AWS del explosivo por la AWS del ANFO y multiplicado por 100.

$$RWS = \frac{AWS_{\text{explosivo}}}{AWS_{\text{ANFO}}} \times 100$$

Potencia relativa por volumen (RBS)

Esta es la energía disponible por volumen de explosivo comparado a igual volumen de ANFO, con una densidad de 0,85 g/cc. Esto se calcula dividiendo la ABS de un explosivo por la ABS del ANFO y multiplicado por 100.

$$RBS = \frac{ABS_{\text{explosivo}}}{ABS_{\text{ANFO}}} \times 100$$

2.2.2.6.2. Eficiencia de explosivos

Este factor es un índice del grado de aprovechamiento práctico de la energía liberada por una mezcla explosiva, en relación a los parámetros termodinámicos calculados en forma teórica, ver Tabla 1.

La eficiencia total es una función de muchas variables, algunas de las cuales son internas e inherentes dentro del explosivo por la virtud de su formulación química y algunas de las cuales son externas y parte del diseño de la voladura o condiciones encontradas en el lugar. Las variables externas que pueden afectar la eficiencia total de un explosivo incluyen, a la eficiencia de la iniciación, condiciones de agua, diámetro de carga, longitud de carga, grado de confinamiento, temperatura, efectos de la detonación de cargas explosivas adyacentes, etc.

Las mediciones de las eficiencias de los explosivos han sido desarrolladas para evaluar la potencia práctica del explosivo y sugieren sus propiedades en el campo. La eficiencia es posible determinar empíricamente mediante la técnica de la "energía de burbuja" en las voladuras bajo el agua, y se mide como el porcentaje de energía aprovechable. Mediciones efectuadas en los Estados Unidos permiten obtener los siguientes rangos de factores de eficiencia para las distintas familias de explosivos.

Tabla 1: Eficiencia de explosivos

MEZCLA EXPLOSIVA	EFICIENCIA (%)
Explosivos moleculares	95-100
Emulsiones	90-95
Anfos pesados bombeables	75-90
Anfos pesados comunes	65-85
Acuageles	55-70
AN/FO	60-80
SANFO	50-70

Fuente: Exsa Explosivos

2.3. Hipótesis de la investigación

Con el incremento de la producción de 550 TM/día a 850 TM/día de mineral, se logrará obtener 3 aspectos principales; primero el tratamiento de mineral de acuerdo a la capacidad de planta (850 TM/día) y segundo la generación de mayor utilidades destinadas a varios proyectos dentro de la unidad (Re incremento de la relavera, Instalación de una planta de relleno hidráulico, Revegetación de la relavera I (Rublo), etc. Tercero y el más importante se obtendrá un cambio al sistema de explotación que se tiene eliminando en su totalidad la explotación convencional.

CAPÍTULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo y diseño de investigación

El trabajo de investigación fue del tipo descriptivo – aplicativo apoyada en la investigación documental o bibliográfica debido a que primero se describió el problema y posteriormente se realizó la recopilación de información general del sector.

El diseño de investigación está basada en el mejoramiento de la capacidad de producción dentro de la unidad, mediante la implementación de un equipo Jumbo en tajos.

El presente estudio se realizara mediante fuentes primarias y secundarias, de esta manera se obtendrá un marco de referencia idóneo para adaptar la teoría a la investigación planteada también para conocer el control de tiempos, rendimientos en el proceso de perforación y voladura en Tajeos, y lograr el incremento en la producción de la CIA MINERA KOLPA

Las fuentes primarias utilizadas fueron entrevistas a trabajadores (maestros, ayudantes, operadores, capataces y plana supervisión, todas estas personas vinculadas con el sector minero). De esta manera se pudo determinar un marco de referencia idóneo para adaptar la teoría a la investigación planteada.

Las fuentes secundarias fue toda la información encontrada de Internet, libros, revistas y anuarios relacionados con la minería y las finanzas de esta manera se pudo obtener la información teórica detallada y comparativa entre los sistemas de explotación (convencional y mecanizado); para tener un concepto claro de la solución que implica un sistema de mecanización y así poder lograr el incremento de la producción en la CIA MINERA KOLPA.

3.2 Población y muestra de investigación

3.2.1 Población

La población se considera a la totalidad de las labores de explotación (tajos) de la Unidad Minera "KOLPA", también se considera a los equipos pertenecientes dentro de la operación (Perforación, carguío y transporte).

3.2.2 Muestras

Se tomara las muestras representativas de los tajos donde el equipo iniciara perforación, además que se tiene los reportes de guardia en cuanto a consumibles (Broca, Barrenos, etc) y también se tiene los reportes de la operación donde se reportará el numero de taladros realizados, numero de taladros disparados y cantidad de mineral extraído.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Se obtendrá de los reportes que se generen en las diferentes oficinas de la mina, de la Unidad KOLPA, referidos al proceso de operación del equipo Minijumbo,

Como instrumentos se utilizaran los reportes diarios del departamento de operación mina, Mantenimiento, Seguridad, Logística, Voladura, etc.

3.4 Procedimiento de recolección de datos

Se registraran los datos de perforación y rendimiento en una tabla ordenándolos en forma creciente

Los datos de rendimientos se llevaran a un cuadro de distribución de frecuencia.

La media aritmética para cada variable y desviación estándar, así como su nivel de confianza se calculara mediante las relaciones estadísticas descriptivas.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

3.5.1 Ubicación

La Mina Caudalosa geográficamente se ubica en el flanco este de la Cordillera Occidental de los Andes Centrales, políticamente pertenece al distrito de Huachocolpa, provincia y departamento de Huancavelica a una altura de 4480 m.s.n.m., ver Figura 3, entre las coordenadas geográficas siguientes:

Sus coordenadas geográficas son:

Longitud: 74° 53' 43" Oeste

Latitud : 13° 03' 52" Sur

Sus coordenadas U.T.M.:

E 502,230.550

N 8` 555,752.860

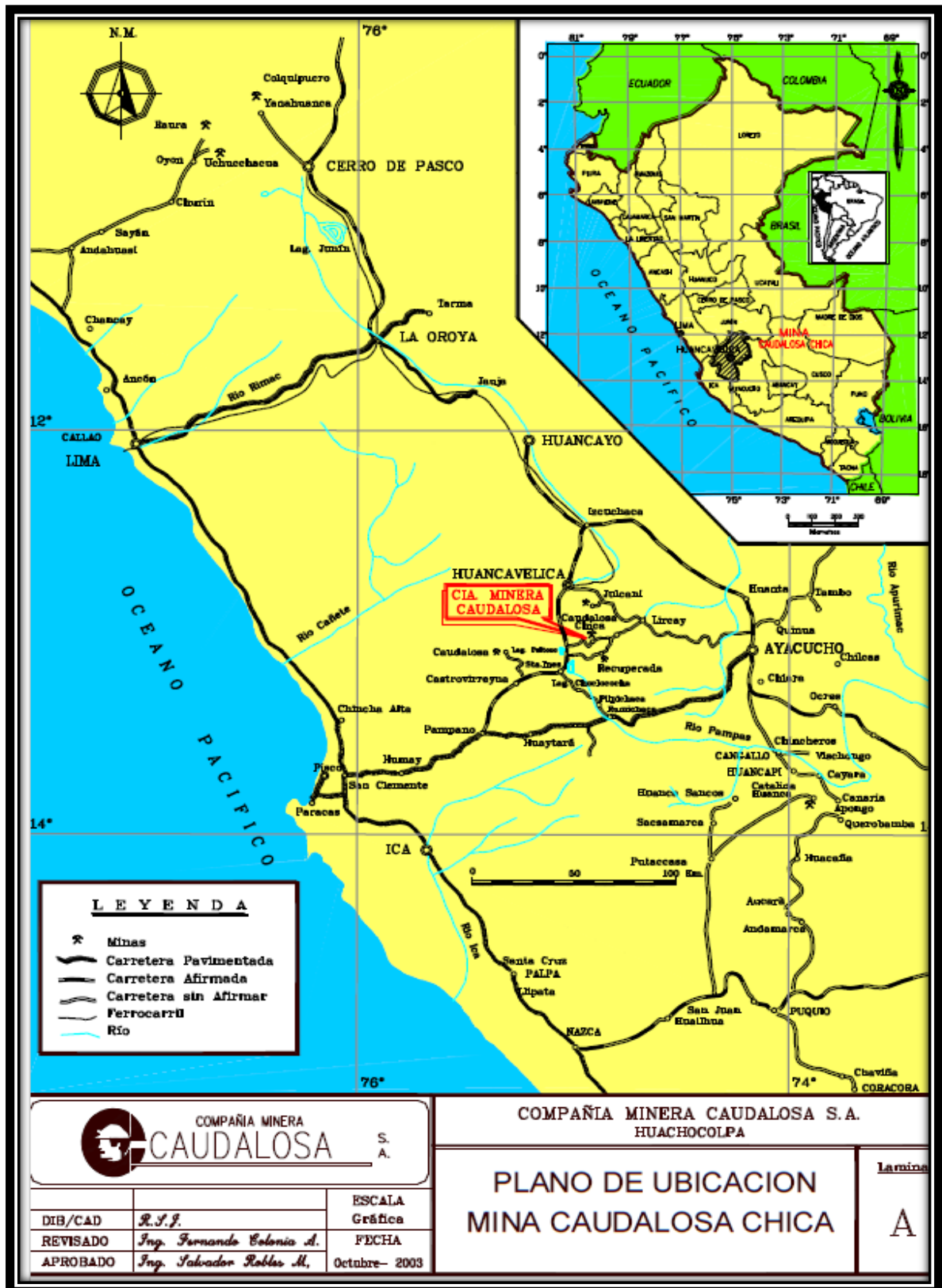


Figura 3: Ubicación Geográfica de la UEA Huachocolpa Uno

Fuente: Archivo Geología Kolpa 2016

El acceso a la UEA Huachocolpa uno se da por las siguientes rutas, ver Tabla 2:

Tabla 2: Rutas y vías de acceso a la mina

Ruta	Distancia (Km)	Tiempo	Tipo de Vía
Lima-Pisco-Huaytara - Rumichaca - Paso de Chonta - Mina	445	09 horas	Asfaltada y afirmada
Lima-Pisco- Castrovirreyna -Paso de Chonta - Mina	462	10 horas	Asfaltada y Afirmada
Lima -Huancayo -Huancavelica - Paso de Chonta-Mina	565	12 horas	Asfaltada y Afirmada

Fuente: Archivo geología KOLPA

3.5.2. Componentes de la Unidad Minera Huachocolpa Uno

Los principales componente de acuerdo a la Tabla 3 son:

Tabla 3: Principales componentes de la UM

Componente	Coordenadas UTM (Datum: PSAD 56 Zona 18 Sur)	
	E	Norte
Campamento de Caudalosa	502051.00	8555766.00
	502265.00	8555801.00
	502357.00	8555019.00
	502112.00	8554988.00
Campamento de Comihuasa	501176.00	8556486.00
	501365.00	8556486.00
	501371.00	8556161.00
	501202.00	8556160.00
Bocamina Rampa 1	502106.22	8554807.22
Bocamina Rampa 2	502358.89	8555338.51
Taller de Maestranza Planta	501303.00	8556319.00
Maestranza Mina	501303.00	8555744.00
Generador Eléctrico de Caudalosa	502207.00	8555759.00
Relavera C	501483.00	8556321.00
	501638.00	8556330.00
	501637.00	8556054.00
	501482.00	8556051.00
Poza de sedimentación	501323.00	8556260.00
	501347.00	8556263.00
	501350.00	8556247.00
	501325.00	8556244.00
	501309.00	8556389.00
	501731.00	8555251.00

Polvorín	501852.00	8555251.00
	501852.00	8555165.00
	501736.00	8555165.00
Casa Compresora	502197.52	8555778.98
	502226.83	8555778.98
	502226.83	8555744.05
	502197.52	8555744.05
Centro Médico	501306.55	8556230.62
	501323.10	8556230.62
	501323.10	8556213.98
	501306.55	8556213.98
Planta Concentradora	501234.19	8556299.36
	501339.89	8556299.36
	501339.89	8556251.63
	501234.19	8556251.63
Planta NCD	501343.86	8556262.79
	501440.64	8556262.79
	501440.64	8556196.99
	501343.86	8556196.99
Grifo	501115.04	8556643.98
	501201.36	8556643.98
	501201.36	8556516.56
	501115.04	8556516.56
Relavera	501326.34	8556641.76
	501779.08	8556641.76
	501779.08	8556091.60
	501326.34	8556091.60
Oficinas Compañía	501265.68	8556396.07
	501286.94	8556396.07
	501286.94	8556362.02
	501265.68	8556362.02
Oficinas de E.E	502111.21	8555750.22
	502130.20	8555760.53
	502171.87	8555683.75
	502152.88	8555673.45

Fuente: Archivo geología KOLPA

3.5.3. Cronología de la operación

En 1586 el cronista Marcos Jiménez de la Espada, cita a la Mina de Huachocolpa en Angaraes con minerales de Plata. En el año de 1920 Don Agustín Arias Carracedo (Español) viaja por la zona y descubre varios afloramientos e inicia su laboreo a pequeña escala. El trabajo intensivo se inicia a principios del siglo XX, durante la Segunda Guerra Mundial.

Por el año de 1940 el Sr. Antonio Obradovic, denuncia las Minas de Rublo e inicia su explotación escogiendo el mineral, al fallecer el Sr. Antonio, lo sustituye su hermano Mateo y forma la Cía. Minera Huanca S.A. quién construye la Planta Concentradora y una Hidroeléctrica.

La Mina Caudalosa fue trabajada hasta el año 1942 por pequeños mineros. Señores E. Risco, V. Freundt, Escobar, Carlos López Adrianzen y Richard Revett, formando en Marzo de 1942 la Cía. Minera Caudalosa S.A. Por esta temporada se abren también las minas Enmita y Coquito de J. Salazar, el Sr. Beteta con las Minas Francisca y Cobriza, el Sr. Ballinas con las Minas Asia, Grau y otros, finalmente la Mina Consuelo del Sr. Ospina, todas tratan sus minerales en la Planta Concentradora del Banco Minero que nace en 1946, es posiblemente una de las más antiguas del Perú, siendo vendida en 1980 a los pequeños mineros formando Comihuasa. En 1989 es vendida a los accionistas de Caudalosa en actual operación.

En el año de 1985, Buenaventura y Cia. Minera Condesa se asocian con los accionistas de la Cia. Minera Caudalosa S.A. En el año de 1989 los Señores Juan Francisco Raffo y Mario Suito adquieren las acciones de los Señores R. Revett, Risco y Freundt, pasando a ser mayoritarios, y en marzo de 1999 la L.P. Holding S.A. del Grupo Raffo pasa a ser accionista principal, representando el 99.25 % del Capital social de la Empresa.

En octubre del año 2000 se paralizan las operaciones en la Sub-Unidad Caudalosa Chica, por agotamiento de reservas, baja de precios de los metales explotados y altos costos operativos.

En junio del 2001 se paralizan los trabajos en la Mina Rublo y en octubre del mismo año se paralizan los trabajos en la Mina Chonta por las mismas razones señaladas.

En el año 2004 se retoman operaciones con un sistema de trabajo de 8 horas de lunes a viernes y el sábado se trabajaba hasta mediodía, los campamentos se encontraban ubicados en la zona de Caudalosa mientras que la planta se ubicaba en Comihuasa, la mayoría de personal radicaba en la zona de Huachocolpa a 10 minutos de la unidad.

3.5.4. Clima y vegetación

El clima es variado, entre los meses de abril a noviembre por la altitud de la zona son fríos, gran parte es de tundra seco de alta montaña. La temperatura media anual tiene como máximo 10 ° C a 15 ° C en los valles y temperatura mínima es de - 5 ° C en las zonas altas.

Las precipitaciones pluviales son estacionales; de diciembre a abril son abundantes y están acompañados de fuertes tempestades eléctricas. Durante los meses de mayo a setiembre el clima se caracteriza por sequías, fuertes vientos y frecuentes heladas producido por descenso de temperaturas durante la noche.

La vegetación está controlada por el frío y los ciclos de precipitación caracterizado por pastos típicamente de puna, resistentes a las sequías y consisten de ichu (stipa obtusa), musgos, líquenes, yaretas y cazorrilla los cuales favorecen a la crianza de ganado auquénido y ovino.

3.5.5.- Fisiografía

El Distrito minero de Caudalosa-Huachocolpa, se encuentra en la parte este de la Cordillera Occidental a unos 3 y 5 km al este del divisorio continental, sobre una geomorfología variada como:

Relieve Cordillerano: Presenta una morfología bastante agreste, como puede apreciarse al sur oeste de la veta Bienaventurada y alrededores de la veta Rublo, cortadas por numerosas quebradas de recorrido corto con red de drenaje dendrítico. Esta unidad esta modelada sobre secuencias volcánicas que han sufrido un proceso de intemperismo que se emplazan en forma de mesetas.

Laderas: Son declives que están inmediatos al relieve cordillerano, constituyen los flancos de los diferentes valles con pendiente suave, aunque ésta depende de la litología.

Altiplanicies: Se emplaza por encima de los 4,300 m.s.n.m. y se caracteriza por presentar relieves suaves que se expresan como pequeñas pampas, colinas y cerros de forma suave como peneplanización.

Mesetas Volcánicas: Son superficies sub-horizontales debido a coladas de lavas con pendiente de 5° a 10°, este tipo de geo forma se observa hacia el sur oeste de la mina Chonta.

Valles Fluvio-glaciares: Son geo formas de relieve negativo, de tamaños y aspectos variados ocupados por ríos permanentes; siendo característica en los valles fluviales la forma de "V" que generalmente se considera típico de valles juveniles, en el fondo son planos y están cubiertos por sedimentos clásticos de diversa litología. En las nacientes de los ríos se presenta la morfología de valles glaciares con sus perfiles típicos en forma de "U", debido a la erosión glacial de los picos altos.

3.5.7 Características de la geología

3.5.7.1 Geología del yacimiento

3.5.7.1.1 Geología regional

La zona de estudio se ubica en el cuadrángulo de Huachocolpa, que abarca parte de los departamentos de Huancavelica y Ayacucho, y se emplaza en la parte oriental de la Cordillera Occidental, en altitudes que varían desde los 4000 hasta los 5200 msnm.

En los alrededores del proyecto se constituye una secuencia de rocas sedimentarias y volcánicas que abarcan edades desde el Paleozoico hasta el Cuaternario.

El área de estudio se emplaza en rocas volcánicas del Neógeno, correspondientes a la "Formación Domos de Lava" (Noble, 1973), son primordialmente andesitas de color gris-marrón-amarillento, debido principalmente a la débil alteración argilítica supérgena, su rumbo promedio es N 52° - 65° E y buzamiento 55°. 75° SE su potencia de esta veta es variable: 1-4 m.

El relleno mineral es de origen hidrotermal epitermal, emplazado por procesos de relleno de fisura con brecha.

Como principales minerales constituyentes se tienen: esfalerita, galena, cuarzo y piritita; en menor proporción tetraedrita, calcopirita, estibina, baritina, yeso y rejalgar.

Estos minerales se presentan con una textura brechoide a orbicular, siendo el cuarzo el relleno principal a manera de matriz, englobando fragmentos de galena-esfalerita

3.5.7.1.2. Geología local

En el Sector de Bienaventurada son predominantes las andesitas de color gris-marrón amarillentas con alteración argílica supérgena débil a moderada. Se puede distinguir dos posibles unidades litológicas, una al noroeste de la veta Bienaventurada, donde los volcánicos andesíticos se presentan con bandeamientos de flujo, de rumbo promedio N 65° W y buzamiento 66°- 70° NE y hacia el área de la Veta Sur con rumbo N 50°-60° E y 50°NW de buzamiento. Las andesitas presentan alteración supérgena con una coloración pardo-amarillenta.

En interior mina las andesitas son porfiríticas de color gris y gris blanquecinas cuando están fuertemente alteradas. Una segunda unidad litológica corresponde a derrames sub - horizontales de andesitas marrón amarillentas, las mismas que se emplazan al este y noreste de la veta Bienaventurada; al este, las lavas andesíticos están argilizadas supergénicamente y tienen 1.00 m. a 15.00 m. de potencia, con rumbos de N 60° E y buzamientos 15° - 25° SE. Las andesitas en algunos casos son porfiríticos con horizontes de aglomerados volcánicos de la misma composición, también hay horizontes de derrames lávicos intercalados con aglomerados en las partes altas. Algunas capas presenta débil diseminación de piritita fina y otras en su matriz tienen fenos de cuarzo. Hacia el NE en la posible continuidad de la veta Bienaventurada, existen intercalaciones de bancos potentes de lavas andesíticas con aglomerados volcánicos grises y en las partes altas al NE, derrames lávicos andesíticos grises de rumbo N 70° E y 10° SE de buzamiento.

3.5.7.1.3. Geología estructural

Las secuencias volcánicas que se emplazan en la Unidad de Producción Huachocolpa-Uno, corresponden a una parte de una estructura dómica dentro de la formación << Domos de Lava >>. Estas capas en el área de la mina se encuentran suavemente plegadas con rumbo N 30° - 40° W y 10° SW - 15° NE de buzamiento, cortadas por fallas transversales en su mayoría mineralizados.

Como consecuencia de los esfuerzos de comprensión a nivel regional se han originado una serie de fracturas de cizalla y tensión de rumbo N 60° E a N

60° W que es característica tectónica general del distrito y sirvieron para el emplazamiento de los fluidos mineralizantes. Las estructuras principales de la Unidad de Producción Huachocolpa Uno están formadas por dos sistemas principales.

Fracturas de tensión y cizalla de rumbo N 45° - 85° E; que son los que tienen mayor longitud, con buzamientos entre 42°-85° SE, con inflexiones, cimoides, ramales en diferentes tramos en toda su extensión. A este sistema pertenece las vetas Caudalosa1, Caudalosa2, Viviana, Silvia Ramal 1, Lucia, Gladis, Bienaventurada, Bienaventurada Sur-1, Bienaventurada Sur 2, Jessica, Elizabeth, Rublo, Peseta, Galena, Katherine, Fortuna.

Es de resaltar que las vetas Caudalosa 2, Rublo, Bienaventurada, Jessica, Elizabeth a diferencia de las demás vetas están asociado a fallas y presenta clastos sub redondeado de volcánicos, lo que nos indica que se produjo fallas de reactivación de movimientos dextrales, con numerosas vetas de cizalla.

Fracturas del sistema Este-Oeste; algunas de gran longitud interceptada en muchos casos por fracturamiento del sistema anterior, el mayor ejemplo de este sistema lo constituye la veta falla Silvia con rumbo E- W y buzamiento promedio 75° S.

Estructuras secundarias de poca longitud de rumbo N 20° a 30° E, posiblemente correspondan a una última etapa de fracturamiento pre-mineral.

El área comprendida entre la falla Silvia y la falla Caudalosa parece corresponder a un graben de poca profundidad.

3.5.7.2. Geología económica

La Unidad de Producción Huachocolpa Uno; son depósitos de tipo filón, rellenos de fracturas por soluciones hidrotermales; las fracturas han servido de canal y receptáculo para el emplazamiento de menas y gangas.

Las vetas sub paralelas se presentan en forma casi continua por longitudes mayores a 1,000 m. La mineralización económica en la mayoría de las vetas está en clavos irregulares en longitud, profundidad y potencia, separados entre sí por zonas de adelgazamiento y/o empobrecimiento, es excepcional la veta Bienaventurada que al lado este en profundidad la longitud del clavo mineralizado pasa los 1500 m., con tendencia de ampliarse en los niveles inferiores, con pequeños anti clavos en la parte central y sur oeste; este mismo comportamiento no ocurre con la Veta Jessica y Elizabeth que son estructuras más falladas, irregulares e inestables que en la actualidad se explora, desarrolla y explota en forma muy limitada. La mayoría de las vetas se presentan en forma de típico << Yacimiento en Rosario >> que es característico de la mayoría de los depósitos filonianos en volcánicos Terciarios del Perú.

Por su temperatura de formación el yacimiento es clasificado como mesotermal a epitermal de plomo-zinc con contenido de plata, y cobre.

3.5.8. Estructura geomecánica

Para la determinación del método de explotación y el sistema de sostenimiento de la mina. Se realizaron diversos estudios en la unidad Minera por el área de Geomecánica de la CIA y por Geomecánica Latina S.A.

El objetivo del estudio geomecánico es el de obtener las características geomecánicas del fragmento rocoso, macizo rocoso y del yacimiento, buscando mantener la estabilidad de toda excavación subterránea a desarrollarse, estableciendo el diseño y métodos de sostenimiento en relación con el requerimiento de la unidad minera.

Los estudios se enmarcan en una visión estratégica e integral de todos los aspectos geológico ingenieriles, a fin de cumplir con los objetivos de seguridad y producción de la mina.

3.5.9 Características de la operación en tajos de la Unidad Minera Kolpa

3.5.9.1 Descripción del método de explotación en los tajeos

El Método de explotación es el de Minado por Corte y Relleno Ascendente Mecanizado (C&RA), este se caracteriza en hacer rebanadas horizontales de variada longitud con alturas de corte a la longitud de perforación. Lo relevante de la aplicación de éste método en Caudalosa está en la perforación vertical (realce) con maquina Jackleg y barreno de 8 pies, la cual requiere de una luz de 2.4 m. de altura de perforación, siendo cada corte aproximadamente de 2m. Luego se realiza el carguío del explosivo y disparo de dicho corte posteriormente teniendo nuevamente cara libre para iniciar la perforación del corte superior.

Para ganar productividad se tienen 2 frentes en forma constante que es accesado por medio de 1 brazo o rampa de acceso en la parte central de la veta obteniendo los 02 frentes, lado Este y lado Oeste.

Este método de explotación tiene impacto favorable en seguridad, por minimizar la exposición del personal a la excavación del tajo, realizando todo el ciclo de minado mecanizado y bajo techo seguro.

3.5.9.2. Características geológicas y geomecánicas de los tajeos (veta Bienaventurada)

La Veta Bienaventurada, es la estructura más importante de la mina, tiene una longitud reconocida de 3.5 km. con potencias promedio de 1.50 m, teniendo zonas puntuales que llegan hasta 6 m. Presenta un buzamiento variable, entre 58° a 72°.

La mineralización predominante es esfalerita, marmatita, galena argentífera y pirita, casi como trazos de calcopirita, todos envueltos en una matriz de andesita volcánica.

El comportamiento geomecánico de la Veta Bienaventurada se encuentra dentro de un índice GSI F/P-MP en la misma estructura y en las cajas es F/R, ver Tabla 4.

Tabla 4: Comportamiento Geo mecánico por estructuras

Estructura	GSI	RMR	Q	Aberturas	Tiempo de Autosoporte	Tipo de soport
Caja Piso	F/R	40 - 50	0.7 - 2.5	4.50 m.	10.0 Hrs.	B1 - D
Caja Techo	F/R	40 - 50	0.7 - 2.5	4.50 m.	10.0 Hrs.	B1 - D
Veta	F/P-MP	35 - 45	0.4 - 1.0	4.00 m.	8.0 Hrs.	B1 - D-E

Fuente : Área de Geomecánica Kolpa

3.5.9.3. Diseño de los tajeos (veta Bienaventurada)

La mina cuenta con una estructura principal llamada Veta Bienaventurada y tiene presencia de splits al Este, separándose hasta en 3 vetas como ocurre en el Nivel 4518.

La explotación de los tajeos utiliza Scoop, la preparación es en desmonte para no dejar pilares ni puentes de tal forma que se recupere el 100% del mineral, ver Figura 4.

EL diseño de la explotación por Corte y Relleno Ascendente Mecanizado se detalla líneas más abajo.

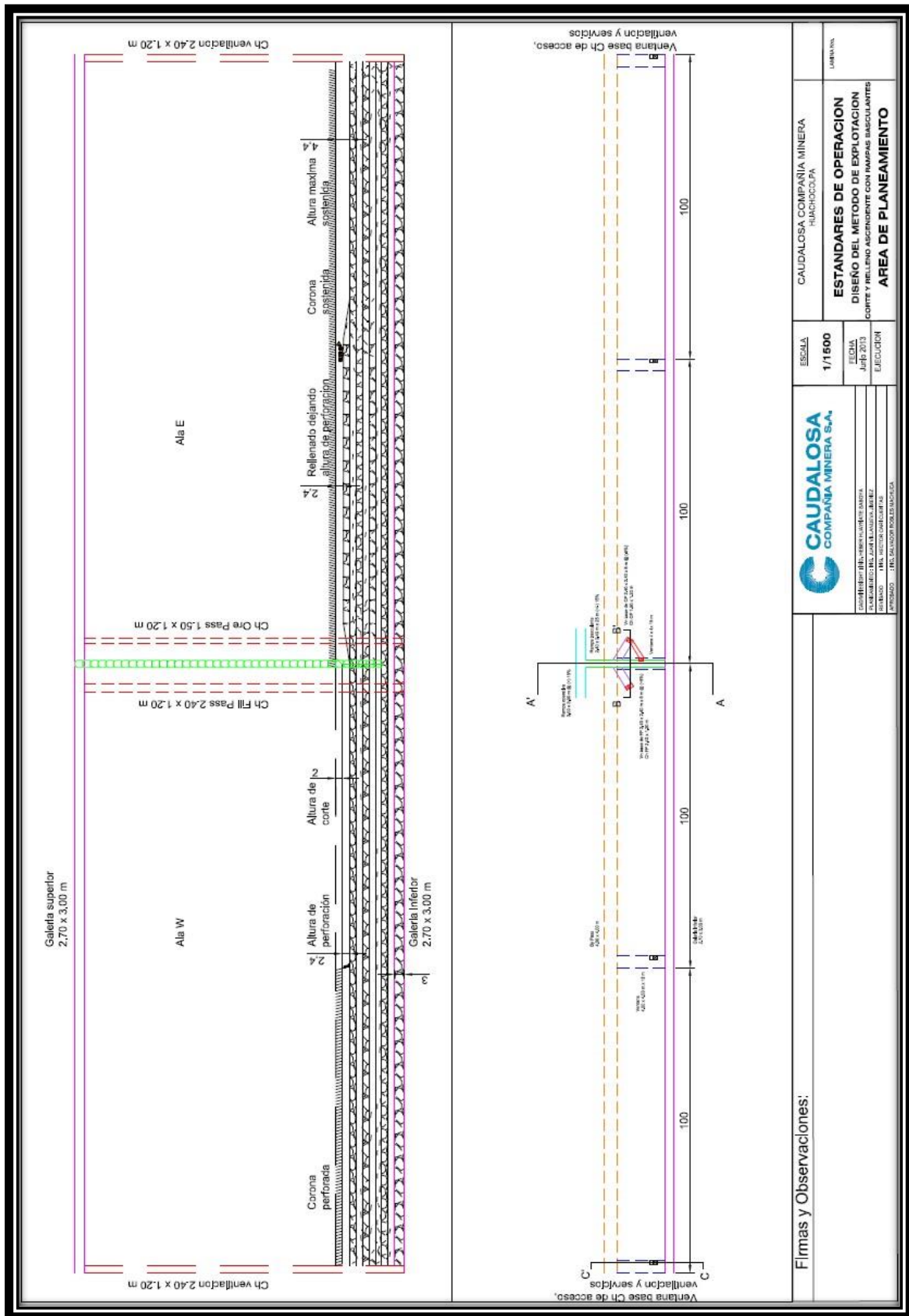


Figura 4: Diseño de método de Explotación en tajos
Fuente: Área de planeamiento Kolpa

CAUDALOSA COMPANIA MINERA S.A.		ESCALA 1/1500	LÁMINA N.º
CAUDALOSA COMPANIA MINERA S.A.		LEONIA JUNIO 2013	ESTANDARES DE OPERACION DISEÑO DEL METODO DE EXPLOTACION CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CON IMPAMPAS BASCULANTES AREA DE PLANEAMIENTO
INGENIERO: ING. JUAN CARLOS RAMIREZ		EJECUCION	
DISEÑADO: ING. JUAN CARLOS RAMIREZ			
PROYECTADO: ING. CALISTO RAMIREZ			

Firmas y Observaciones:

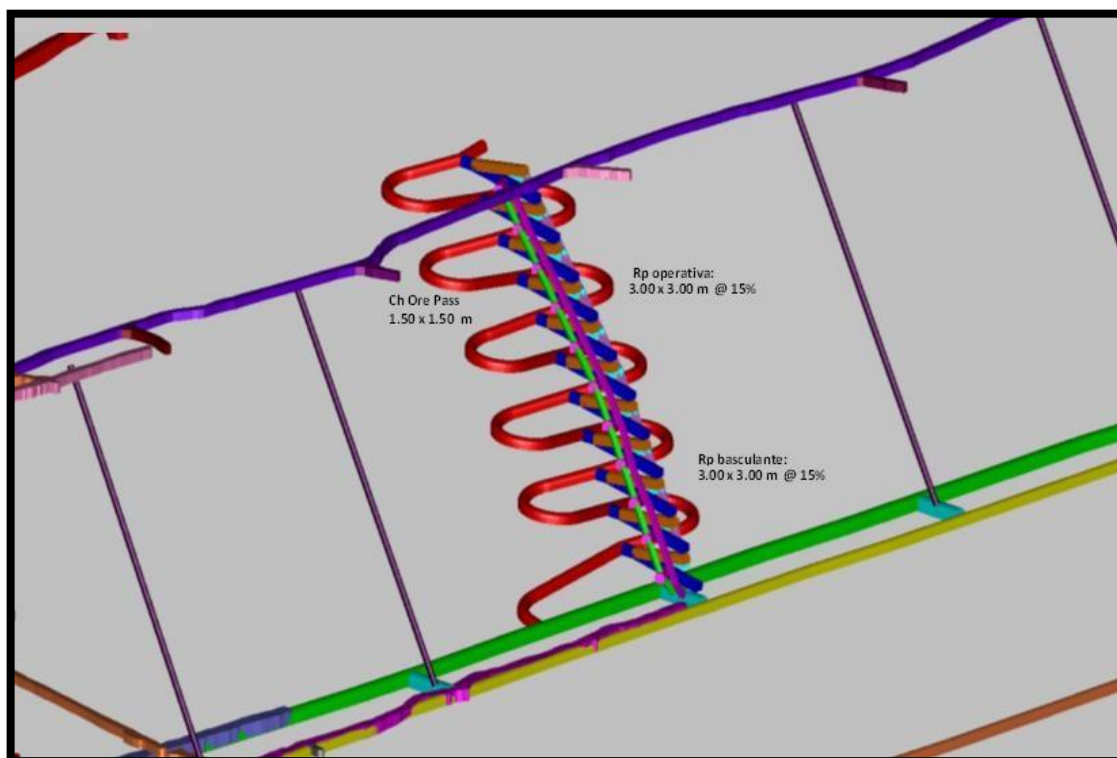


Figura 5: Diseño estructural de tajeo
Fuente: Área de planeamiento Kolpa

La descripción del diseño es como sigue:

Según la evaluación Geomecánica, el By Pass debe estar alejado de la veta a una distancia no menor a 20 m. A partir de éste By pass y en la zona central del tajeo se inicia una rampa positiva con una pendiente de +15% que servirá como preparación y acceso al tajeo. En la cota correspondiente de ésta rampa de acceso se ejecutan las rampas basculantes dirigidas a la veta y que serán rebatidas en cada corte del tajeo, cada rampa basculante sirve para explotar 12 metros de altura en el tajeo (6 cortes).

La longitud de cada tajeo es de 400 m, altura de 100 m. La pendiente de la rampa de acceso y rampas basculantes es de 15%. A los lados de las rampas basculantes se tiene la Chimenea de Echadero de Mineral y al otro lado la Chimenea de echadero de desmonte, las cuales estarán conectadas desde la Rampa basculante mediante ventanas.

Las dimensiones serán: Rampas de acceso y basculantes de 3.00 x 3.00, las ventanas base de las Chimeneas de OP y FP serán de 3.00 x 3.00 x 6.00. La Ch Ore Pass será de 1.5 x 1.5 y serán levantadas conforme avanza el minado. Las chimeneas FP serán de 2.4 x 1.20 y una longitud de 90 m, ver figura 5.

Las Chimeneas de servicio, de ventilación y acceso se encuentran espaciadas cada 100 m y comunicadas al tajeo mediante ventanas de 2.40 x 2.40 x 6.00 m. Estas chimeneas tendrán la siguiente sección 2.40 x 1.20 x 100 m. Siendo todas las chimeneas de preparación en desmonte, de tal forma que se recupere el 100% de mineral.

La distribución de los servicios de aire y agua tendrán líneas troncales por chimeneas. El relleno para los tajeos provendrá de labores de avance y preparación en desmonte, así como el relleno mecánico (relave clasificado) proveniente de la Planta Concentradora.

Se continuaran ejecutando Chimeneas Climber (Alimak) para ventilar todos los niveles y sobre todo el último Nivel 4230, esta comunicada hasta superficie en más de 450 m. de profundidad , ver Figura 5.

3.5.9.4. Labores de desarrollo y preparación

3.5.9.4.1 Labores de desarrollo

Esta operación se realizará para hacer posible la explotación de mineral contenido en el yacimiento, que consiste en los trabajos previos para establecer los accesos a las reservas minerales para llegar al mineral desde la superficie.

Al confirmar los recursos minerales por tamaño de la mineralización y sus respectivas leyes, se desarrolla la mina mediante una rampa negativa (-12%) de 4.00 m x 4.00 m de sección. A partir de la rampa y con la finalidad de interceptar la veta según se alcance las cotas de los niveles principales, se realiza una labor tipo crucero de 4.0 m x 4.0 m. con una gradiente de (+) 1% y una longitud promedio de 40 m., de los cuales se desprenden los By pass de 4.0 m. x 4.0 m. de sección y con una gradiente favorable hacia la Poza de Bombeo principal y paralelos al rumbo de la veta, distanciados a una distancia no menor a 20 m. según la recomendación geomecánica.

Todas las labores verticales de ventilación son ejecutadas en desmonte y con Equipo Alimak de longitudes cortas (100 m).

3.5.9.4.2. Labores de preparación

Los trabajos de preparación consisten en diseñar en el terreno la forma de cómo extraer el mineral mediante un método de minado (Corte y relleno ascendente mecanizado), para esto se preparan rampas de acceso (operativas) de (+) 15% desde el By Pass respectivo.

En la cota calculada se ingresan con Rampas basculantes que serán rebatidas máximo en 12 m., equivalentes a 6 cortes con maquina Jack leg y equipo Minijumbo MUKI (2 m/corte). La Rampa de acceso continua subiendo con 15 % hasta la siguiente cota calculada para iniciar la Rampa basculante que entrara en negativo 15% para comunicar al último corte dado con la rampa basculante anterior ya rebatida.

Las ventanas base del Fill Pass y Ore Pass serán rebatidas también, y la Chimenea de Ore Pass levantadas a medida que avanza el minado.

3.5.10. Selección de equipo para explotación de tajeos (veta Bienaventurada)

3.5.10.1 Mecanización de las operaciones unitarias

El esquema de minado corte y relleno ascendente con rampas basculantes, es propio de un sistema Trackless con operaciones unitarias totalmente mecanizadas, que resulta en una mayor productividad al optimizar la cantidad de tareas usadas por tonelada explotada o preparada.

En la perforación se utilizan equipos de perforación manuales Stopper en esta investigación se realizará la implementación de un equipo Jumbo en tajeos de explotación

El carguío de taladros es manual, sin embargo se podría obtener mejores ciclos si se usara equipos de carguío de taladros de ANFO.

En la limpieza y carguío de mineral, se utilizan Scooptrams de 1.5 a 2.2 yd³, y en tajeos más anchos utiliza equipos de 3.5 yd³.

El sostenimiento de las labores de la mina con pernos Split set de 5 pies, 7 pies, perno helicoidal de 7 pies e hydrabolt de 7 pies en combinación con malla electro soldada.

Para el mantenimiento de las vías principales de acceso a la mina (superficie), se utilizarán por campañas una motoniveladora o tractor, según el tipo de trabajo a realizar y para el mantenimiento de vías subterráneas se utilizaran equipos mini cargadores Bobcat.

El mineral roto de los tajeos será almacenado en los Ore Pass, éste mineral es descargado directamente a los volquetes VOLVO de 4 ejes (25 TM. de capacidad) para su transporte respectivo hasta la planta. El movimiento interno de desmonte para el relleno de los tajos se realiza por volquetes volvo de 25 TM.

3.5.11. Características del equipo de perforación para explotación de tajeos (veta Bienaventurada)

El equipo Jumbo, ver Figura 6, con el que se trabajará en la unidad minera cumple las siguientes características

Tipo de Equipo	:	FRONTONERO
Modelo Equipo	:	TROIDON 22 "MUKI"
SERIE	:	JMC 247

3.5.11.1 Características de la perforadora

Modelo / Marca : HC- 50 E/ Montabert

Potencia de la perforadora : 13 Kw

Precarga de Acumuladores de Alta (HP) : 35 bar

Precarga de Acumuladores de Baja (LP) : 4 bar

Presiones máximas

Percusión : 130 bar

Rotación : 150 bar

Aceros

Shank (Perforación) : Hembra

Aceite de lubricación del shank : 0.8 cm³/min

Presión de aire de lubricación del shank : 2-3 bar

3.5.11.2. Características de la viga de perforación

Modelo : RE FB20 08

Tipo de Viga : AVANCE C/CADENA

Aplicación : BARRA DE 08'

Extensión de viga de perforación : 600 mm

3.5.11.3. Características del brazo del equipo Jumbo (boom)

Modelo : BOOM 4AP-2R

Extensión del brazo : 1200 mm

Dimensión total extendida : 4217 mm

Angulo de giro lateral : <-30°-0>;<0-30°>

3.5.11.4. Características de la unidad de rotación

Marca y Modelo : Helac 30-65 (360°)

Sistema de control Perforación

Modelo : DSC12/HC 50

Power pack

Motor Eléctrico : 75 HP/55KW Tensión/Frecuencia : 440VAC/60Hz.

RPM/Frecuencia : 1780/60 Hz.

Bombas

Pistones axiales : Percusión/Avance/Posicionamiento.

Marca y modelo : Rexroth A10V O 71 DFR/31R

Engranajes : Rotación

Marca y modelo : Parker P315A19



Figura 6: Equipo Minijumbo
Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Desarrollo del proceso

Una vez elegido los tajeos donde se realizarán las pruebas de operación con el equipo Minijumbo MUKI, se procede con la toma de datos los cuales se determinan mediante controles desde el primer día de iniciado el proceso de perforación a continuación detallaremos los datos técnicos de los tajeos donde se ejecutará el desarrollo de la operación.

- TAJO 850

Longitud total del tajeo	:	367 m.
Ala W	:	194 m.
Ala E	:	173 m.
Ancho promedio de tajeo	:	2.28 m.
Densidad del mineral	:	3.1TM/m ³

- TAJO 663

Longitud total del tajeo	:	339 m.
Ala W	:	174 m.
Ala E	:	165 m.
Ancho promedio de tajeo	:	2.49 m.
Densidad del mineral	:	3.1 TM/m ³

4.1.1. Pruebas de perforación realizadas en la operación

4.1.1.1. Prueba N° 1 – Tajo 850

Luego de haber realizado el ingreso del equipo a labor se procederá con el inicio de las pruebas en el tajeo 850 para obtener el rendimiento total de explotación mediante un sistema mecanizado versus un sistema convencional, ver Tablas 5,6,7.

Esta primera prueba consistirá en la perforación desde la progresiva 74 en el ala W, hasta la progresiva 10 del ala w. (64 m.) Realizando el pintado de la malla de perforación se calcula un promedio de 124 taladros para ser perforados.

Los datos que se tomaron a continuación fueron realizados el 18 de setiembre - guardia día

Tabla 5: Tiempos antes y después de la perforación por guardia

Charla de seguridad	0:45:17
Desplazamiento al lugar de reparto	0:11:16
Reparto de guardia	0:22:09
Caminata a la labor	0:18:03
Inspección del frente	0:04:12
Llenado de herramientas gestión	0:17:14
Evaluación de la maquina	0:02:17
Engrasado de la pluma	0:09:57
Conexión de cable y agua	0:21:11
Desatado	0:12:34
Tiempo de retorno del refrigerio	0:30:00
Desconexión de agua y cable	0:07:11
Limpieza de equipo	0:11:03
Caminata hasta el paradero	0:14:02
Caminata de salida de las labores	0:14:01
Total (h)	4:00:27

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 6: Tiempos totales durante la perforación total de taladros

Posicionamiento	1:44:17
Perforación efectiva	1:34:40
Recuperación de barra	0:06:31
Desplazamiento	0:33:20
Total (h)	3:58:48

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 7: Tiempos muertos durante la perforación total de taladros

Cambio de broca	0:06:36
Plegamiento de la manguera de agua	0:04:48
Ajuste de la cañería de agua (pluma)	0:06:23
Visto bueno de mecánico	0:10:53
Demora por ajuste de mangueras	0:12:55
Verificación de malla de perforación	0:02:44
Ajuste de manguera de agua	0:21:52
Desatado de roca sueltas	0:08:12
Total (h)	00:45:04

Fuente :Elaboración Propia

Control de tiempo de perforación

Tabla 8: Control de tiempos prueba 1

Nº Taladro	Tiempo de posicionamiento (min)	Tiempo de perforación efectiva (min)	Tiempo recuperación barra (min)	Tiempo desplazamiento (min)	Tiempo del Ciclo (min)	Tiempo muerto (min)	MOTIVO
1	00:01:10	00:00:45	00:00:03		00:01:58		
2	00:01:09	00:00:34	00:00:02		00:01:45		
3	00:00:40	00:00:56	00:00:03		00:01:39		
4	00:01:01	00:00:24	00:00:04		00:01:29		
5	00:00:30	00:00:58	00:00:03	00:01:12	00:02:43		
6	00:01:02	00:00:45	00:00:03		00:01:50		
B 7	00:00:50	00:00:30	00:00:07		00:01:27		
8	00:01:08	00:00:31	00:00:03		00:01:42		
9	00:00:39	00:00:32	00:00:04	00:01:21	00:02:36		
10	00:00:45	00:00:45	00:00:04		00:01:34		
11	00:01:00	00:00:59	00:00:04		00:02:03	00:01:10	Cambio de broca
12	00:00:40	00:00:46	00:00:02		00:01:28		
13	00:00:59	00:00:57	00:00:03	00:00:48	00:02:47		
14	00:00:46	00:00:33	00:00:02		00:01:21		
15	00:00:58	00:00:47	00:00:03		00:01:48		
16	00:01:15	00:01:02	00:00:02		00:02:19		
17	00:00:33	00:00:46	00:00:02	00:00:51	00:02:12		
18	00:00:51	00:00:31	00:00:08		00:01:30		
19	00:02:02	00:00:28	00:00:02		00:02:32		
21	00:01:31	00:00:56	00:00:03	00:01:04	00:03:34		
22	00:00:26	00:01:06	00:00:02		00:01:34		
23	00:01:30	00:00:46	00:00:04		00:02:20		
24	00:00:30	00:00:54	00:00:03	00:01:06	00:02:33		
25	00:00:58	00:00:54	00:00:03		00:01:55		
26	00:00:26	00:00:45	00:00:02		00:01:13		
27	00:01:01	00:00:50	00:00:03		00:01:54		
28	00:00:30	00:00:51	00:00:02	00:01:01	00:02:24	00:06:55	Demora por ajuste de
29	00:00:58	00:00:45	00:00:03		00:01:46		
30	00:00:31	00:00:53	00:00:10		00:01:34		
31	00:00:41	00:00:50	00:00:04		00:01:35		
32	00:00:29	00:01:02	00:00:02	00:01:47	00:03:20		
33	00:00:53	00:00:44	00:00:02		00:01:39		
34	00:00:38	00:00:32	00:00:02		00:01:12		
35	00:01:04	00:00:52	00:00:03		00:01:59		
36	00:00:52	00:00:41	00:00:02	00:02:36	00:04:11		
37	00:01:09	00:00:53	00:00:02		00:02:04		
38	00:00:36	00:00:47	00:00:03		00:01:26	00:01:44	Verificación de malla de perf.

39	00:00:41	00:00:45	00:00:02		00:01:28	00:12:52	Ajuste de manguera de
40	00:00:58	00:00:59	00:00:03	00:01:22	00:03:22		
41	00:00:27	00:01:03	00:00:02		00:01:32		
42	00:00:32	00:00:48	00:00:05		00:01:25		
43	00:01:01	00:00:40	00:00:02		00:01:43		
44	00:00:28	00:00:47	00:00:02	00:01:18	00:02:35	00:03:12	Desatado de una cuña
45	00:00:37	00:00:38	00:00:03		00:01:18		
46	00:00:34	00:00:45	00:00:03		00:01:22		
47	00:01:46	00:00:41	00:00:03		00:02:30		
48	00:00:26	00:01:02	00:00:12	00:00:47	00:02:27		
49	00:00:59	00:00:44	00:00:02		00:01:45		
50	00:00:32	00:00:45	00:00:02		00:01:19		
51	00:00:59	00:01:12	00:00:03		00:02:14		
52	00:00:24	00:00:48	00:00:02	00:01:09	00:02:23		
53	00:01:12	00:00:46	00:00:02		00:02:00		
54	00:00:31	00:00:53	00:00:03		00:01:27		
55	00:00:52	00:00:44	00:00:03		00:01:39		
56	00:00:37	00:00:51	00:00:03	00:01:04	00:02:35		
57	00:02:02	00:01:07	00:00:02		00:03:11		
58	00:00:17	00:00:53	00:00:03		00:01:13		
59	00:00:19	00:01:06	00:00:02		00:01:27	00:01:22	Cambio de broca
60	00:00:46	00:00:49	00:00:09		00:01:44		
61	00:00:57	00:00:36	00:00:02		00:01:35		
62	00:00:17	00:00:47	00:00:03	00:01:43	00:02:50		
63	00:01:06	00:00:44	00:00:03		00:01:53		
64	00:00:30	00:00:44	00:00:02		00:01:16		
65	00:00:28	00:00:47	00:00:02		00:01:17		
66	00:01:33	00:00:42	00:00:02		00:02:17		
67	00:01:22	00:00:37	00:00:12		00:02:11		
68	00:00:23	00:00:44	00:00:02	00:01:16	00:02:25		
69	00:00:55	00:00:42	00:00:03		00:01:40		
70	00:00:48	00:00:27	00:00:03		00:01:18		
71	00:00:52	00:00:37	00:00:02		00:01:31		
72	00:00:43	00:00:43	00:00:02	00:01:17	00:02:45	00:05:53	Visto bueno de mecánico
73	00:00:52	00:00:49	00:00:02		00:01:43		
74	00:00:38	00:00:44	00:00:03		00:01:25		
75	00:01:06	00:00:46	00:00:02		00:01:54		
76	00:00:31	00:00:42	00:00:03	00:01:38	00:02:54		
77	00:01:02	00:00:45	00:00:02		00:01:49		
78	00:00:56	00:00:37	00:00:02		00:01:35		
79	00:01:06	00:00:47	00:00:03		00:01:56		
80	00:00:25	00:00:33	00:00:02	00:01:25	00:02:25	00:03:23	Ajuste de la cañería de agua

81	00:00:24	00:01:06	00:00:03		00:01:33		
82	00:00:58	00:00:36	00:00:02		00:01:36		
83	00:00:47	00:00:51	00:00:03		00:01:41		
84	00:00:28	00:00:36	00:00:02	00:01:32	00:02:38	00:02:48	Plegamiento de la manguera de
85	00:00:51	00:00:47	00:00:02		00:01:40		
86	00:00:37	00:00:39	00:00:02		00:01:18	00:01:02	Cambio de broca
87	00:01:22	00:00:41	00:00:03		00:02:06		
88	00:00:30	00:00:39	00:00:03	00:01:23	00:02:35		
89	00:01:33	00:00:37	00:00:03		00:02:13		
90	00:00:32	00:00:41	00:00:02		00:01:15		
91	00:01:01	00:00:39	00:00:03		00:01:43		
92	00:00:32	00:00:44	00:00:03		00:01:19		
93	00:00:34	00:00:45	00:00:03		00:01:22	00:02:09	Desatado de una cuña
94	00:01:46	00:00:41	00:00:03		00:02:30		
95	00:00:26	00:01:02	00:00:12	00:00:47	00:02:27		
96	00:00:59	00:00:44	00:00:02		00:01:45		
97	00:00:32	00:00:45	00:00:02		00:01:19		
98	00:00:59	00:01:12	00:00:03		00:02:14		
99	00:00:24	00:00:48	00:00:02		00:02:23		
100	00:01:12	00:00:46	00:00:02		00:02:00		
101	00:00:31	00:00:53	00:00:03	00:01:04	00:01:27	00:01:22	Cambio de broca
102	00:00:52	00:00:44	00:00:03		00:01:39		
103	00:00:37	00:00:51	00:00:03		00:02:35		
104	00:02:02	00:01:07	00:00:02		00:03:11		
105	00:00:17	00:00:53	00:00:03		00:01:13		
106	00:01:10	00:00:45	00:00:03		00:01:58		
107	00:01:09	00:00:34	00:00:02	00:01:12	00:01:45		
108	00:00:40	00:00:56	00:00:03		00:01:39		
109	00:01:01	00:00:24	00:00:04		00:01:29		
110	00:00:30	00:00:58	00:00:03		00:02:43		
111	00:01:02	00:00:45	00:00:03		00:01:50		
112	00:00:50	00:00:30	00:00:07		00:01:27		
119	00:00:23	00:00:44	00:00:02	00:01:16	00:02:25		
120	00:00:55	00:00:42	00:00:03		00:01:40		
121	00:00:48	00:00:27	00:00:03		00:01:18		
122	00:00:52	00:00:37	00:00:02		00:01:31		
123	00:00:43	00:00:43	00:00:02		00:02:45		
124	00:00:40	00:00:56	00:00:03		00:02:45		
TOTAL	01:44:17	01:34:40	00:06:31	00:33:20	04:02:20	00:45:04	
Promedio	00:00:50	00:00:46	00:00:03	00:01:17			

Fuente: Elaboración propia

Cálculos de perforación

Mediante la estadística se determinan los parámetros más importantes en la perforación y a su vez se ajustan las mediciones tomadas, para obtener un valor más cercano a la realidad a partir de la muestra de 124 taladros

Límite Superior: (tiempo máximo de perforación de un taladro)

$$Ls = 00:04:11 \text{ (min)}$$

Límite Inferior: (tiempo mínimo de perforación de un taladro)

$$Li = 00:01:12 \text{ (min)}$$

Rango (R): $R = Ls - Li$

$$R = 00:04:11 \text{ (min)} - 00:01:12 \text{ (min)} = 00:02:59 \text{ (min)}$$

Marca de Clase (K):

$$K = 1 + 3.33 \cdot \log(n)$$

$$n : \text{N}^\circ \text{ de taladros}; \quad n = 124$$

$$K = 1 + 3.33 \cdot \log(124)$$

$$K = 7.97 \cong 8$$

Amplitud (A):

$$A = \frac{R}{K}$$

$$A = \frac{00 : 02 : 59}{8} = 00 : 00 : 22$$

Cuadro estadístico

Tabla 9: Cuadro estadístico prueba 1

TIEMPO (min)			N° Taladros (fi)	xi $\frac{(Ls + Li)}{2}$	hi (fi/n)	xi x fi	xi x hi	Long de taladros (pies)
00:01:12	-	00:01:34	42	00:01:23	0.339	00:58:06	00:00:28	336
00:01:34	-	00:01:57	34	00:01:46	0.293	00:59:47	00:00:31	272
00:01:57	-	00:02:19	16	00:02:08	0.130	00:34:08	00:00:17	128
00:02:19	-	00:02:41	20	00:02:30	0.152	00:50:00	00:00:23	160
00:02:41	-	00:03:04	6	00:02:53	0.054	00:17:15	00:00:09	48
00:03:04	-	00:03:26	4	00:03:15	0.033	00:13:00	00:00:06	32
00:03:26	-	00:03:49	1	00:03:38	0.011	00:03:38	00:00:02	8
00:03:49	-	00:04:11	1	00:04:00	0.011	00:04:00	00:00:03	8
TOTAL			124			03:59:54	00:01:59	992

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio de perforación de taladro

$$\sum (xi \times hi) = 00:01:59 \text{ (min)}$$

Total de horas perforadas

$$\sum (xi \times fi) = 03:59:54 \text{ h}$$

Velocidad de perforación

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de tal} \times 1'' (0.3048) \times 1\text{h}}{\text{Tiempo total de perf.} \times 60 \text{ min}}$$

$$\frac{992 \times 0.3048 \times 1\text{h}}{03:59:54 \times 60 \text{ min}} = 1.27 \text{ m/min} \cong 4.167 \text{ pies/min}$$

Rendimiento horario

$$\frac{60 \text{ min}}{00:01:59 \times 1\text{h}} = 30 \text{ taladros/hora}$$

Cálculo de longitud efectiva de perforación

Para los cálculos de longitud se tomaron como muestra la medición de 100 talaros del total de taladros perforados, ver Tabla 10, de esta manera mediante procedimientos estadísticos determinar la longitud efectiva de perforación.

Tabla 10: Muestras para medición de taladros

N° de	longitud				
		32	2.10	66	2.15
		33	2.26	67	2.19
		34	1.83	68	2.29
1	2.21	35	1.70	69	2.10
2	2.11	36	2.05	70	2.02
3	2.09	37	2.13	71	2.00
4	2.00	38	2.26	72	1.96
5	1.76	39	1.87	73	2.20
6	1.78	40	1.79	74	2.17
7	1.98	41	2.21	75	2.11
8	1.92	42	2.11	76	2.05
9	2.12	43	2.08	77	2.08
10	2.14	44	2.10	78	2.24
11	2.10	45	2.10	79	2.09
12	2.18	46	2.03	80	2.12
13	2.15	47	2.25	81	2.10
14	2.19	48	2.40	82	2.07
15	2.20	49	2.00	83	2.28
16	2.20	50	2.27	84	2.22
17	2.12	51	2.20	85	2.19
18	2.20	52	2.18	86	2.13
19	2.11	53	2.15	87	2.02
20	2.03	54	2.23	88	2.24
21	1.87	55	2.09	89	2.07
22	1.95	56	2.10	90	2.21
23	2.23	57	2.26	91	2.10
24	2.01	58	2.04	92	2.15
25	2.16	59	1.98	93	2.02
26	1.93	60	2.13	94	2.00
27	2.10	61	2.10	95	2.26
28	2.12	62	2.21	96	2.22
29	2.21	63	2.14	97	2.20
30	2.27	64	2.22	98	2.10
31	1.95	65	2.10	99	2.27
				100	2.16

Fuente : Elaboración propia.

Cálculos de longitud efectiva de perforación

Límite superior (longitud máxima de perforación de un taladro)

$$L_s = 2.29$$

Límite inferior (longitud mínima de perforación de un taladro)

$$L_i = 1.78$$

Rango (R)

$$R = L_s - L_i$$

$$R = 2.29 - 1.78 = 0.51$$

Marca de clase (K):

$$K = 1 + 3.33 \cdot \log(100)$$

n : N° de taladros; n = 100

$$K = 1 + 3.33 \cdot \log(100)$$

$$K = 7.66 \cong 8$$

Amplitud (A):

$$A = \frac{R}{K}$$

$$A = \frac{0.51}{8} = 0.064$$

Cuadro estadístico

Tabla 11: Cuadro estadístico para medición de longitud efectiva de perforación

TIEMPO (min)			N° Taladros (fi)	xi (Ls + Li) / 2	hi (fi/n)	xi x fi	xi x hi
1.78	-	1.84	4	1.8	0.04	7.2	0.072
1.84	-	1.91	3	1.9	0.03	5.7	0.057
1.91	-	1.97	5	1.9	0.05	9.5	0.095
1.97	-	2.04	13	2.0	0.13	26	0.260
2.04	-	2.10	21	2.1	0.21	44.1	0.441
2.10	-	2.16	19	2.1	0.19	39.9	0.399
2.16	-	2.23	22	2.2	0.22	48.4	0.484
2.23	-	2.29	13	2.3	0.13	29.9	0.299
TOTAL			100				2.107

Fuente: Elaboración propia

Longitud efectiva de perforación

$$\sum (x_i \times h_i) = 2.107$$

Relleno con Scoop de 2.2 yd³

Luego de la perforación se procede con el relleno, el cual se realiza hasta conseguir una altura promedio de 2.40 m, para poder realizar el carguío de explosivos manualmente. Cabe destacar que luego del disparo, limpieza de mineral se debe realizar el primer relleno del ciclo el cual debe tener una altura mínima de 3.5 m. Para que el equipo Minijumbo Muki pueda perforar.

Este estudio se realizó el 18 de setiembre durante la guardia noche, después que el equipo Muki terminó la perforación de los 124 taladros, el equipo a utilizar es un Scoop LH 202, con capacidad de cuchara de 2.2 yd³, durante la perforación en el ala W el equipo realiza diversas actividades, limpieza de mineral en el ala E, limpieza de rampas de preparación, acumulación de cargas, entre otros, ver Tabla 9.

TC: Tiempo de cuchareo

TVC: Tiempo de viaje con carga

TD: Tiempo de descarga

TVSC: Tiempo de viaje sin carga

Tabla 12: Control de tiempos de relleno con Scoop

N° Viajes	T.C (min)	T.V.C (min)	T.D (min)	T.V.S.C (min)	Ciclo (min)
1	00:00:15	00:01:25	00:00:48	00:01:12	00:03:40
2	00:00:18	00:01:13	00:01:10	00:00:57	00:03:38
3	00:00:16	00:01:25	00:01:21	00:01:07	00:04:09
4	00:00:20	00:01:16	00:01:19	00:01:16	00:04:11
5	00:00:47	00:01:04	00:01:27	00:01:02	00:04:20
6	00:00:15	00:01:11	00:01:02	00:00:59	00:03:27
7	00:00:52	00:01:22	00:01:31	00:01:09	00:04:54
8	00:00:24	00:01:13	00:01:13	00:01:02	00:03:52
9	00:00:27	00:01:32	00:01:19	00:01:21	00:04:39
10	00:00:20	00:01:18	00:01:12	00:01:15	00:04:05
11	00:00:36	00:01:15	00:01:31	00:01:11	00:04:33
12	00:00:25	00:01:29	00:00:56	00:00:57	00:03:47
13	00:00:56	00:01:34	00:01:12	00:01:13	00:04:55
14	00:00:59	00:01:17	00:00:18	00:01:16	00:03:50
15	00:01:03	00:01:21	00:01:21	00:01:11	00:04:56
16	00:01:24	00:01:37	00:01:18	00:01:12	00:05:31
17	00:00:29	00:01:24	00:01:17	00:01:14	00:04:24
18	00:00:32	00:01:54	00:01:43	00:01:18	00:05:27

19	00:02:01	00:01:24	00:01:57	00:01:21	00:06:43
20	00:00:26	00:01:31	00:01:36	00:01:17	00:04:50
21	00:01:08	00:01:27	00:01:46	00:01:03	00:05:24
22	00:00:28	00:01:47	00:01:51	00:01:19	00:05:25
23	00:00:32	00:01:33	00:01:14	00:01:14	00:04:33
24	00:01:04	00:01:39	00:01:41	00:01:21	00:05:45
25	00:00:37	00:01:27	00:01:31	00:01:12	00:04:47
26	00:01:40	00:01:31	00:02:01	00:01:10	00:06:22
27	00:01:46	00:01:52	00:01:43	00:00:56	00:06:17
28	00:00:32	00:01:45	00:01:21	00:00:54	00:04:32
29	00:01:29	00:01:32	00:01:43	00:01:36	00:06:20
30	00:00:59	00:01:21	00:01:35	00:01:28	00:05:23
31	00:01:05	00:01:42	00:01:54	00:01:19	00:06:00
32	00:01:14	00:01:45	00:02:12	00:01:22	00:06:33
33	00:00:53	00:01:19	00:01:41	00:01:31	00:05:24
34	00:00:49	00:01:32	00:01:56	00:01:33	00:05:50
35	00:00:22	00:01:41	00:02:13	00:01:16	00:05:32
36	00:00:47	00:01:39	00:01:44	00:01:24	00:05:34
37	00:00:26	00:01:15	00:01:52	00:02:01	00:05:34
38	00:00:33	00:01:22	00:01:25	00:01:31	00:04:51
39	00:00:53	00:02:03	00:02:19	00:01:09	00:06:24
40	00:00:23	00:01:33	00:01:55	00:01:28	00:05:19
41	00:00:25	00:01:20	00:01:43	00:01:22	00:04:50
42	00:00:23	00:01:24	00:01:56	00:01:24	00:05:07
TOTAL	00:31:33	1:02:14	1:04:47	0:53:03	3:31:37
PROMEDIO	00:00:45	00:01:29	00:01:33	00:01:16	00:05:02

Fuente: Elaboración Propia

Capacidad Nominal de la Cuchara (CNC)

$$CNC = 2.2 \text{ yd}^3 \cong 1.672 \text{ m}^3$$

Capacidad Real de la Cuchara

$$CRC = CNC \times FC$$

CNC : Capacidad Nominal de la Cuchara

FC : Factor de Carguío

$$CRC = 1.672 \times 0.80 = 1.34 \text{ m}^3$$

Capacidad de la Cuchara/Ciclo (CC/C)

$$CC/C = CRC \times FC \times Pe$$

$$CC/C = 1.34 \times 0.80 = 1.072 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

Tiempo de un Ciclo Completo (TCC)

$$TCC = \frac{TT}{NV}$$

TT: Tiempo Total

NV: Numero de Viajes

$$TCC = \frac{3:31:37}{42} = 00:05:02 \text{ (min)}$$

Rendimiento del Scoop (RS)

$$RS = \frac{CRC \times 60 \text{ min}}{TCC}$$

$$RS = \frac{1.34 \times 60 \text{ min}}{0:05:02}$$

$$RS = 16 \text{ m}^3/\text{h}$$

Viajes/Hora (V/H)

$$\text{Viajes/Hora} = \frac{60 \text{ min}}{TCC}$$

$$\text{Viajes/Hora} = \frac{60 \text{ min}}{0:05:02}$$

$$\text{Viajes/Hora} = 12 \text{ viajes/hora}$$

Tiempo Fijo del Ciclo de Trabajo (TFCT)

$$TFCT = TPC + TDP$$

$$TFCT = 00:00:45 + 00:01:33$$

$$TFCT = 00:02:18 \text{ (min)}$$

Tiempo Variable del Ciclo de Trabajo (TVCT)

$$TFCT = TPVCC + TPVSC$$

$$TFCT = 00:01:29 + 00:01:16$$

$$TFCT = 00:02:45 \text{ (min)}$$

Velocidad con carga (V1)

$$V1 = \frac{DA}{TPVCC}$$

DA: Distancia de Acarreo

TPVCC: Tiempo Promedio de Viaje con Carga

$$V1 = \frac{170}{00:01:29} = 113.3\text{m/min}$$

$$V1 = 6.8 \text{ km/h}$$

Velocidad sin Carga (V2)

$$V1 = \frac{DA}{TPVSC}$$

DA: Distancia de acarreo

TPVSC: Tiempo Promedio de Viaje Sin Carga

$$V1 = \frac{170}{00:01:16} = 136\text{m/min}$$

$$V1 = 8.16 \text{ km/h}$$

Velocidad Promedio (VP)

$$VP = \frac{V1 + V2}{2}$$

$$VP = \frac{6.8 + 8.16}{2}$$

$$VP = 7.48 \text{ km/h}$$

NOTA: El relleno total del tajeo se realizó en 1 guardia y media con un total de 245 m³ (18 Gn, 19 Gd)

Voladura

El proceso de carguío se realizó el 19 de setiembre en la guardia noche, posterior a la culminación del relleno.

Barra de perforación = 2.4m (8 pies)

Longitud efectiva de perforación = 2.107 m

Altura de corte =

La perforación en el tajeo 850W se dio en forma subvertical con una inclinación que varía entre los 70° y 80°, para los cálculos en este tajeo tomaremos un promedio de 75° de inclinación para determinar la altura de corte, ver Figura 7:

$$\frac{2.107}{\text{Sen } 90^\circ} = \frac{x}{\text{sen } 75^\circ} = 2.04 \text{ m}$$

Avance horizontal= 104 m

Potencia de la veta= 1.66 m

Peso específico del mineral = 3.01 TM/m³

Explosivos y accesorios a utilizar

Emulex = 124 unidades

Anfo = 131 kg

Exsaneles = 124 unidades

Pentacord = 139 m

Mecha rápida = 1 m

Cálculo de tonelaje a romper

Tonelaje Teórico

$$64 \text{ m} * 1.66 \text{ m} * 2.04 \text{ m} * 3.01 = 652.35 \text{ TM.}$$

Factor de potencia

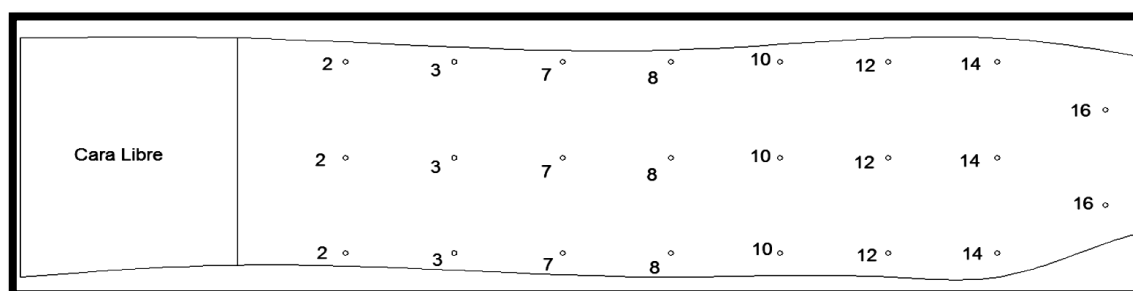
Emulex 1000 1*8 = 124 unidades * 0.110 = 13.64

Anfo = 131 kg

$$131 \text{ kg} + 13.64 \text{ kg} = 144.64 \text{ kg}$$

$$F_p = \frac{144.64 \text{ kg}}{652.35 \text{ TM}} = 0.22 \text{ kg/TM}$$

Distribución de taladros para voladura



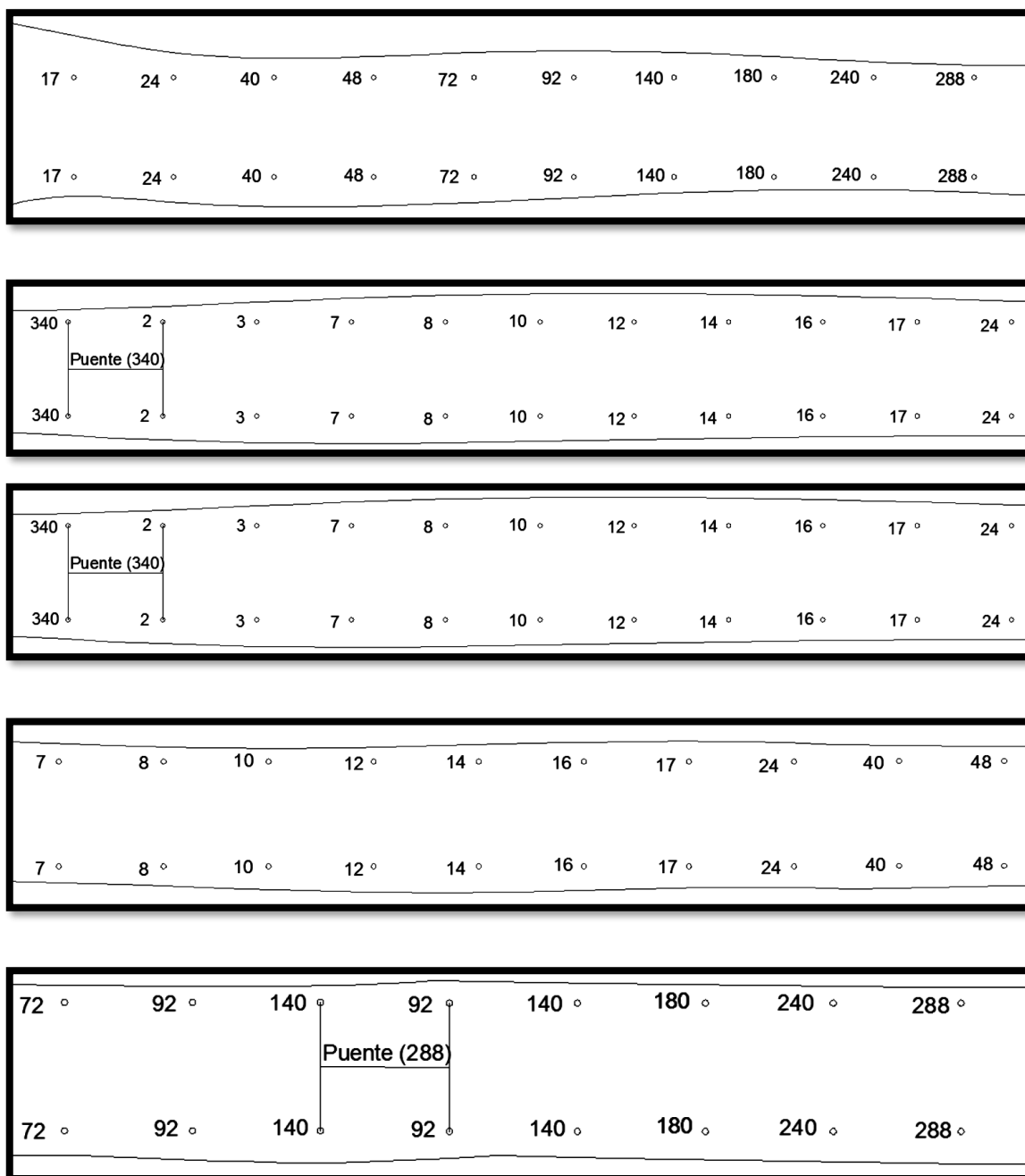


Figura 7: Malla de perforación prueba 1
Fuente: Elaboración propia

Total de taladros disparados 124

Eficiencia de voladura

$$E.V. = (TM \text{ Real} / TM \text{ Teórico}) * 100\%$$

$$E.V. = (594.86 \text{ TM} / 652.35 \text{ TM}) * 100\%$$

$$E.V. = 91.2\%$$

Costos de voladura

Tabla 13: Costos de voladura prueba 1

	TIPO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	TOTAL
EXPLOSIVOS	ANFO	131	Kg	3.1	\$ 406.10
	EMULEX 65%	124	und	1.3211	\$ 163.82
	PENTACOR	139	m	0.8	\$ 111.20
ACCESORIOS	CARMEX	2	unid	2.68	\$ 5.36
	MECHA RAPIDA	1	m	1.25	\$ 1.25
	EXSANELES	124	unid	5.63	\$ 698.12
					\$ 1,385.85

Fuente: Elaboración propia

Costos/tonelada métrica

$$1385.85 \text{ USD}/594.86 \text{ TM} = 2.33 \text{ USD/TM}$$

Gastos por deficiencia de voladura

$$2.33 \text{ USD/TM} * 57.49 \text{ TM} = 133.95 \text{ USD}$$

Resultado general de prueba n° 01

Tiempo total de perforación = 1 guardia (10.5 h)

Tiempo total de relleno = 1 guardia y media (14 h)

Tiempo total de carguío = media guardia (5 h)

Tiempo total = 3 guardias (30.15 h)

Tonelaje total producido = 594.86 TM

4.1.1.2. Prueba N° 2 – tajeo 850

Esta segunda prueba consistirá en la perforación desde la progresiva 61 en el ala E, hasta la progresiva 10 del ala E. (51 m) Realizando el pintado de la malla de perforación se calcula un promedio de 166 taladros para ser perforados, Tablas 14,15,16,17:

Los datos que se tomaron a continuación fueron realizados el 20 de setiembre - guardia día

Tabla 14: Datos Técnicos de la labor :

Labor	Tajeo 850 E
Potencia de la veta	1.92 m
Número de taladros perforados	166
Perforación efectiva	2.08
Material disparado	Mineral
Burden	0.80 m
Espaciamiento	0.80 m
Densidad	3.1

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 15: Tiempos antes y después de la perforación

Charla de seguridad	0:36:18
Desplazamiento al lugar de reparto	0:08:07
Reparto de guardia	0:34:19
Caminata a la labor	0:13:49
Inspección del frente	0:15:07
Llenado de herramientas gestión	0:15:34
Evaluación de la maquina	0:03:41
Engrasado de la pluma	0:04:15
Conexión de cable y agua	0:35:11
Desatado	0:10:01
Desconexión de agua y cable	0:13:43
Limpieza de equipo	0:05:12
Caminata hasta el paradero	0:14:52
Viaje de salida de las labores	0:09:39
Total (h)	3:39:48

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 16: Tiempos durante la perforación

Posicionamiento	1:35:23
Perforación efectiva	1:57:12
Recuperación de barra	0:12:32
Desplazamiento	0:50:09
Total (h)	4:35:16

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 17: Tiempos muertos durante la perforación

Barreno trancado	0:01:52
Cambio de broca	0:03:28
Ajuste de cañerías	0:00:52
Ajuste de mangueras	0:05:34
Total (h)	0:11:46

Fuente :Elaboración Propia

Los 166 taladros que a continuación se muestran en la Tabla 18, se perforaron el día 20 de setiembre en la guardia día, el presente estudio se apoya en la estadística para ajustar los datos y tener resultados más objetivos.

Tabla 18: Control de tiempos de perforación prueba 2

N°	Tiempo de posicionamiento (min)	Tiempo de perforación efectiva (min)	Tiempo de recuperación de barra (min)	Tiempo de desplazamiento (min)	Tiempo del ciclo (min)	Tiempo muerto (min)	MOTIVO
1	00:00:51	00:00:37	00:00:02		0:01:30		
2	00:00:16	00:00:48	00:00:02		0:01:06		
3	00:00:41	00:00:39	00:00:03	00:01:28	0:02:51		
4	00:00:16	00:00:32	00:00:02		0:00:50		
5	00:01:16	00:00:43	00:00:15		0:02:14		
6	00:00:15	00:00:39	00:00:07		0:01:01		
7	00:00:21	00:00:44	00:00:19	00:01:33	0:02:57		
8	00:00:20	00:00:35	00:00:03		0:00:58		
9	00:01:03	00:00:46	00:00:20		0:02:09		
10	00:00:18	00:00:52	00:00:06	00:00:40	0:01:56		
11	00:01:09	00:00:40	00:00:11		0:02:00		
12	00:00:21	00:00:50	00:00:08		0:01:19		
13	00:01:12	00:00:50	00:00:46	00:00:38	0:03:26		
14	00:00:16	00:00:38	00:00:02		0:00:56	00:01:52	Barren
15	00:00:40	00:00:44	00:00:03		0:01:27		
16	00:00:19	00:00:47	00:00:10	00:00:39	0:01:55		
17	00:00:52	00:00:48	00:00:13		0:01:53		
18	00:00:39	00:00:39	00:00:02		0:01:20	00:00:53	Cambi
19	00:01:06	00:00:53	00:00:02	00:01:15	0:03:16		
20	00:00:17	00:00:49	00:00:07		0:01:13		
21	00:01:31	00:00:39	00:00:04		0:02:14		
22	00:00:37	00:00:42	00:00:02	00:01:35	0:02:56		
23	00:00:49	00:00:38	00:00:02		0:01:29		
24	00:00:32	00:00:47	00:00:02		0:01:21		
25	00:01:46	00:00:48	00:00:04	00:01:18	0:03:56		
26	00:00:34	00:00:38	00:00:02		0:01:14		
27	00:00:16	00:00:52	00:00:02	00:00:45	0:01:55		
29	00:00:57	00:00:45	00:00:02	00:01:10	0:02:54	00:00:52	Ajuste
30	00:00:27	00:00:41	00:00:22		0:01:30		
31	00:00:43	00:00:45	00:00:11		0:01:39		
32	00:00:36	00:00:41	00:00:03	00:01:20	0:02:40		
33	00:00:24	00:00:32	00:00:06		0:01:02		
34	00:00:12	00:00:32	00:00:02		0:00:46		
35	00:00:26	00:00:30	00:00:04	00:01:00	0:02:00		
36	00:00:51	00:00:44	00:00:02		0:01:37		
37	00:00:36	00:00:57	00:00:02		0:01:35		
38	00:00:34	00:00:43	00:00:02		0:01:19		
39	00:00:21	00:00:37	00:00:02	00:00:55	0:01:55		
40	00:00:23	00:00:34	00:00:06		0:01:03		
41	00:00:18	00:00:42	00:00:02		0:01:02		
42	00:00:36	00:00:42	00:00:02		0:01:20		
43	00:00:23	00:00:53	00:00:02	00:01:29	0:02:47		
44	00:00:16	00:00:44	00:00:02		0:01:02		
45	00:00:20	00:01:02	00:00:02		0:01:24		
46	00:00:40	00:00:40	00:00:02	00:01:01	0:02:23		
47	00:00:19	00:00:40	00:00:02		0:01:01		
48	00:00:16	00:00:43	00:00:02		0:01:01		
49	00:00:21	00:00:37	00:00:02		0:01:00		
50	00:00:41	00:00:36	00:00:02	00:01:02	0:02:21		
51	00:00:20	00:00:58	00:00:02		0:01:20		
52	00:00:15	00:00:45	00:00:02		0:01:02		
53	00:00:16	00:00:51	00:00:02		0:01:09		
54	00:00:32	00:00:39	00:00:03		0:01:14		
55	00:00:19	00:00:54	00:00:02	00:00:41	0:01:56		
56	00:00:16	00:00:31	00:00:02		0:00:49		

57	00:00:17	00:00:37	00:00:02		0:00:56		
58	00:00:26	00:00:38	00:00:03		0:01:07		
59	00:00:18	00:00:40	00:00:07		0:01:05		
60	00:01:53	00:00:57	00:00:02	00:01:35	0:04:27		
61	00:00:28	00:00:53	00:00:02		0:01:23		
62	00:00:16	00:00:56	00:00:02		0:01:14		
63	00:00:12	00:00:41	00:00:03		0:00:56		
64	00:00:17	00:00:36	00:00:03		0:00:56		
65	00:00:36	00:00:37	00:00:02		0:01:15		
66	00:00:15	00:00:49	00:00:06	00:00:57	0:02:07		
67	00:00:12	00:00:40	00:00:02		0:00:54		
68	00:00:35	00:00:31	00:00:03		0:01:09		
69	00:00:12	00:00:36	00:00:03		0:00:51	00:00:36	cambi
70	00:00:15	00:01:05	00:00:02	00:01:21	0:02:43		
71	00:00:19	00:00:52	00:00:02		0:01:13		
72	00:00:20	00:00:38	00:00:03		0:01:01	00:05:34	Ajuste de
73	00:00:14	00:00:40	00:00:02		0:00:56		
74	00:00:11	00:00:37	00:00:02	00:00:44	0:01:34		
75	00:00:30	00:00:31	00:00:08		0:01:09		
76	00:00:12	00:00:44	00:00:02		0:00:58		
77	00:00:29	00:00:37	00:00:02		0:01:08		
78	00:00:17	00:00:31	00:00:02	00:01:44	0:02:34		
79	00:00:21	00:02:08	00:00:02		0:02:31		
80	00:00:21	00:00:40	00:00:02		0:01:03		
81	00:00:34	00:00:32	00:00:02		0:01:08		
82	00:00:32	00:00:41	00:00:02	00:02:12	0:03:27		
83	00:00:16	00:00:38	00:00:02		0:00:56		
84	00:00:17	00:01:34	00:00:02		0:01:53		
85	00:00:18	00:00:39	00:00:02		0:00:59		
86	00:00:25	00:00:56	00:00:02	00:00:39	0:02:02		
87	00:00:12	00:00:37	00:00:02		0:00:51		
88	00:00:16	00:00:36	00:00:02		0:00:54		
89	00:00:38	00:00:34	00:00:02		0:01:14		
90	00:00:20	00:00:26	00:00:02	00:00:40	0:01:28		
91	00:00:18	00:00:31	00:00:02		0:00:51		
92	00:00:23	00:00:32	00:00:02		0:00:57		
93	00:00:40	00:00:40	00:00:02		0:01:22		
94	00:00:29	00:00:53	00:00:02	00:01:11	0:02:35		
95	00:00:13	00:00:30	00:00:02		0:00:45		
96	00:00:45	00:00:35	00:00:02		0:01:22		
97	00:00:14	00:00:33	00:00:02		0:00:49		
98	00:01:59	00:00:34	00:00:02	00:01:30	0:04:05		
99	00:00:57	00:00:40	00:00:02		0:01:39		
100	00:00:38	00:00:41	00:00:02		0:01:21		
101	00:00:34	00:00:36	00:00:03		0:01:13		
102	00:00:13	00:00:32	00:00:03		0:00:48		
103	00:00:39	00:00:45	00:00:02		0:01:26		
104	00:00:49	00:00:40	00:00:02		0:01:31		
105	00:00:48	00:00:47	00:00:02		0:01:37		
106	00:00:14	00:00:50	00:00:03	00:01:43	0:02:50		
107	00:01:21	00:00:32	00:00:02		0:01:55		
108	00:00:14	00:00:45	00:00:03		0:01:02		
109	00:01:06	00:00:28	00:00:03		0:01:37		
110	00:00:29	00:00:31	00:00:02	00:01:01	0:02:03		
111	00:00:47	00:00:49	00:00:02		0:01:38		
112	00:00:34	00:00:24	00:00:02		0:01:00		
113	00:00:45	00:01:02	00:00:02		0:01:49		
114	00:00:41	00:00:37	00:00:03	00:00:35	0:01:56		
115	00:01:12	00:00:27	00:00:02		0:01:41		
116	00:00:28	00:00:36	00:00:07		0:01:11		

117	00:00:45	00:00:46	00:00:02		0:01:33		
118	00:00:16	00:00:43	00:00:02	00:00:56	0:01:57		
119	00:01:56	00:00:44	00:00:02		0:02:42		
120	00:00:22	00:00:50	00:00:03		0:01:15		
121	00:00:35	00:00:33	00:00:02		0:01:10		
122	00:00:13	00:00:41	00:00:02	00:01:02	0:01:58		
123	00:00:14	00:00:33	00:00:06		0:00:53		
124	00:00:17	00:00:50	00:00:21		0:01:28		
125	00:01:07	00:00:38	00:00:06		0:01:51		
126	00:00:33	00:00:37	00:00:09	00:01:00	0:02:19		
127	00:00:20	00:00:59	00:00:07		0:01:26		
128	00:00:27	00:00:37	00:00:02		0:01:06		
129	00:00:43	00:00:34	00:00:02		0:01:19		
130	00:01:11	00:00:33	00:00:03	00:00:45	0:02:32	00:01:12	cambi
131	00:00:16	00:00:40	00:00:06		0:01:02		
132	00:00:15	00:00:42	00:00:03		0:01:00		
133	00:00:54	00:01:10	00:00:07		0:02:11		
134	00:00:18	00:00:45	00:00:29	00:01:30	0:03:02		
135	00:00:25	00:00:37	00:00:08		0:01:10		
136	00:00:20	00:00:31	00:00:04		0:00:55		
137	00:00:30	00:00:32	00:00:02		0:01:04		
138	00:00:21	00:00:40	00:00:05	00:00:59	0:02:05		
139	00:01:11	00:00:38	00:00:02		0:01:51		
140	00:00:19	00:00:34	00:00:21		0:01:14		
141	00:00:38	00:00:42	00:00:08		0:01:28		
142	00:00:40	00:00:32	00:00:09		0:01:21		
143	00:00:13	00:00:41	00:00:02		0:00:56		
144	00:00:15	00:00:33	00:00:02		0:00:50		
145	00:00:41	00:00:34	00:00:02		0:01:17		
158	00:00:37	00:00:32	00:00:14		0:01:23		
159	00:03:51	00:00:51	00:00:06	00:01:52	0:06:40		
160	00:00:26	00:00:45	00:00:02		0:01:13		
161	00:00:58	00:00:53	00:00:08	00:01:27	0:03:26		
162	00:00:54	00:00:51	00:00:04		0:01:49		
163	00:01:01	00:00:36	00:00:02	00:01:31	0:03:10		
164	00:00:44	00:00:32	00:00:06		0:01:22	00:00:4	Cambi
165	00:00:41	00:00:45	00:00:02		0:01:28		
166	00:00:46	00:00:53	00:00:02		0:01:41		
Total	1:35:23	1:57:12	0:12:32	00:50:09	04:35:16	00:11:46	
	00:00:34	0:00:42	00:00:05		0:01:39		

Fuente: Elaboración propia

Cálculos de perforación

Tiempo promedio que toma perforar un taladro de 8 pies

00:01:39 (min)

Total de horas perforadas

04:35:16 h

Velocidad de perforación

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de tal} * 1'' (0.3048) * 1\text{h}}{\text{Tiempo total de perf.} * 60 \text{ min}}$$

$$\frac{1328 * 0.3048 * 1h}{04:35:16 * 60 \text{ min}} = 1.47 \text{ m/min} \cong 4.82 \text{ pies/min}$$

Rendimiento horario

$$\frac{60 \text{ min}}{00:01:39 * 1h} = 36 \text{ taladros/hora}$$

Para los cálculos de longitud se tomaron como muestra la medición de 80 taladros del total de taladros perforados, como se muestra en la Tabla 19, de esta manera mediante procedimientos estadísticos determinar la longitud efectiva de perforación.

Tabla 19: Muestras para medición de taladros, prueba 2

Nº	Longitud						
1	2.20	21	1.75	41	2.23	61	2.11
2	2.01	22	2.21	42	1.71	62	2.03
3	2.12	23	2.19	43	2.23	63	2.09
4	2.09	24	2.15	44	2.15	64	2.23
5	2.23	25	2.11	45	2.19	65	2.21
6	1.78	26	2.03	46	2.21	66	2.18
7	2.16	27	2.01	47	1.98	67	2.13
8	2.12	28	1.99	48	2.00	68	2.11
9	2.22	29	2.00	49	2.23	69	2.09
10	1.92	30	2.21	50	2.22	70	2.23
11	1.95	31	1.86	51	2.07	71	2.14
12	1.98	32	2.22	52	2.02	72	2.21
13	2.01	33	2.00	53	2.19	73	2.23
14	1.89	34	2.10	54	2.23	74	2.21
15	1.83	35	1.96	55	2.20	75	2.20
16	2.05	36	1.70	56	2.00	76	2.05
17	2.24	37	2.23	57	2.21	77	2.14
18	2.19	38	2.12	58	2.17	78	2.08
19	1.97	39	2.16	59	2.11	79	2.12
20	2.13	40	2.03	60	2.21	80	2.16

Fuente: Elaboración propia

Cálculos de longitud efectiva de perforación

A continuación mediante la estadística se determina la longitud efectiva de perforación y a su vez se ajustan las mediciones tomadas para obtener un valor más cercano a la realidad, a partir de la muestra de 80 taladros medidos en el campo.

Límite superior (longitud máxima de perforación de un taladro)

$$Ls = 2.24$$

Límite inferior (longitud mínima de perforación de un taladro)

$$Li = 1.70$$

Rango (R)

$$R = Ls - Li$$

$$R = 2.24 - 1.70 = 0.54$$

Marca de clase (K):

$$K = 1 + 3.33 \cdot \text{long}(80)$$

n : N° de taladros; n = 80

$$K = 1 + 3.33 \cdot \text{long}(80)$$

$$K = 7.34 \cong 7$$

Amplitud (A):

$$A = \frac{R}{K}$$

$$A = \frac{0.54}{7} = 0.077$$

Cuadro estadístico

Tabla 20: Cuadro estadístico para medición de taladros prueba 2

TIEMPO (min)			N° Taladros (fi)	xi (Ls+Li) / 2	hi (fi/n)	xi x fi	xi x hi
1.70	-	1.78	4	1.74	0.05	6.96	0.087
1.78	-	1.85	1	1.82	0.0125	1.815	0.023
1.85	-	1.93	3	1.89	0.0375	5.67	0.071
1.93	-	2.01	13	1.97	0.1625	25.61	0.320
2.01	-	2.09	11	2.05	0.1375	22.55	0.282
2.09	-	2.16	18	2.13	0.225	38.25	0.478
2.16	-	2.24	30	2.20	0.375	66	0.825
TOTAL			80				2.08

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de eficiencia de perforación

Longitud efectiva de perforación: 2.08

Longitud real de la barra de perforación: 2.23

$$A = \frac{2.08}{2.23} = 93\%$$

Voladura

Barra de perforación = 2.4 m (8 pies)

Longitud efectiva de perforación = 2.08 m

Altura de corte:

La perforación en el tajo 850 E, se dá en forma subvertical con una inclinación que varía entre los 70° y 80°, para los cálculos en este tajeo tomaremos un promedio de 75° de inclinación para determinar la altura de corte:

Avance horizontal = 51 m

Potencia de la veta = 1.95 m

Peso específico del mineral = 3.1 TM/m³

Explosivos y accesorios usados

Emulex = 188

Anfo = 262.5 kg

Exaneles = 188 unidades

Pentacor = 101 m

Mecha rápida = 1 m

Carmex 2 unidades

Cálculo de tonelaje

Tonelaje teórico:

$$51 \text{ m} * 1.95 \text{ m} * 2.0 \text{ m} * 3.1 = 617.2 \text{ TM}$$

Factor de potencia

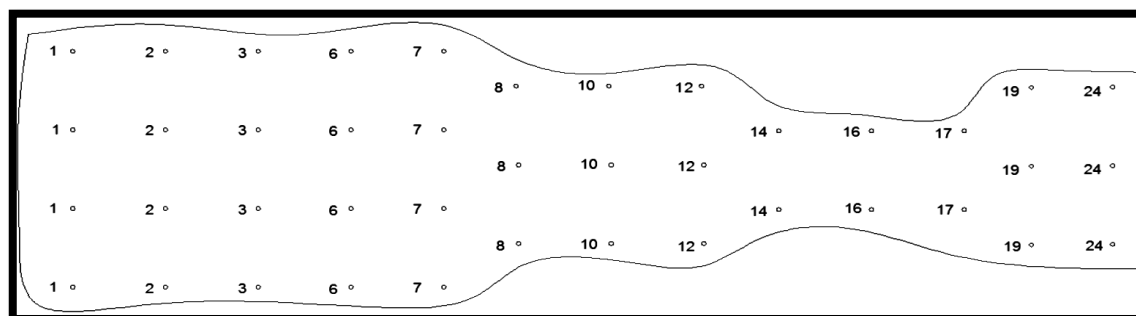
$$\text{Emulex} = 188 \text{ unidades} * 0.1 = 18.8$$

$$\text{Anfo} = 262.5 \text{ kg}$$

$$18.8 \text{ kg} + 262.5 \text{ kg} = 281.3 \text{ kg}$$

$$F_p = \frac{281.3 \text{ kg}}{617.2 \text{ TM}} = 0.45 \text{ kg/TM}$$

Malla de perforación del tajeo 850e



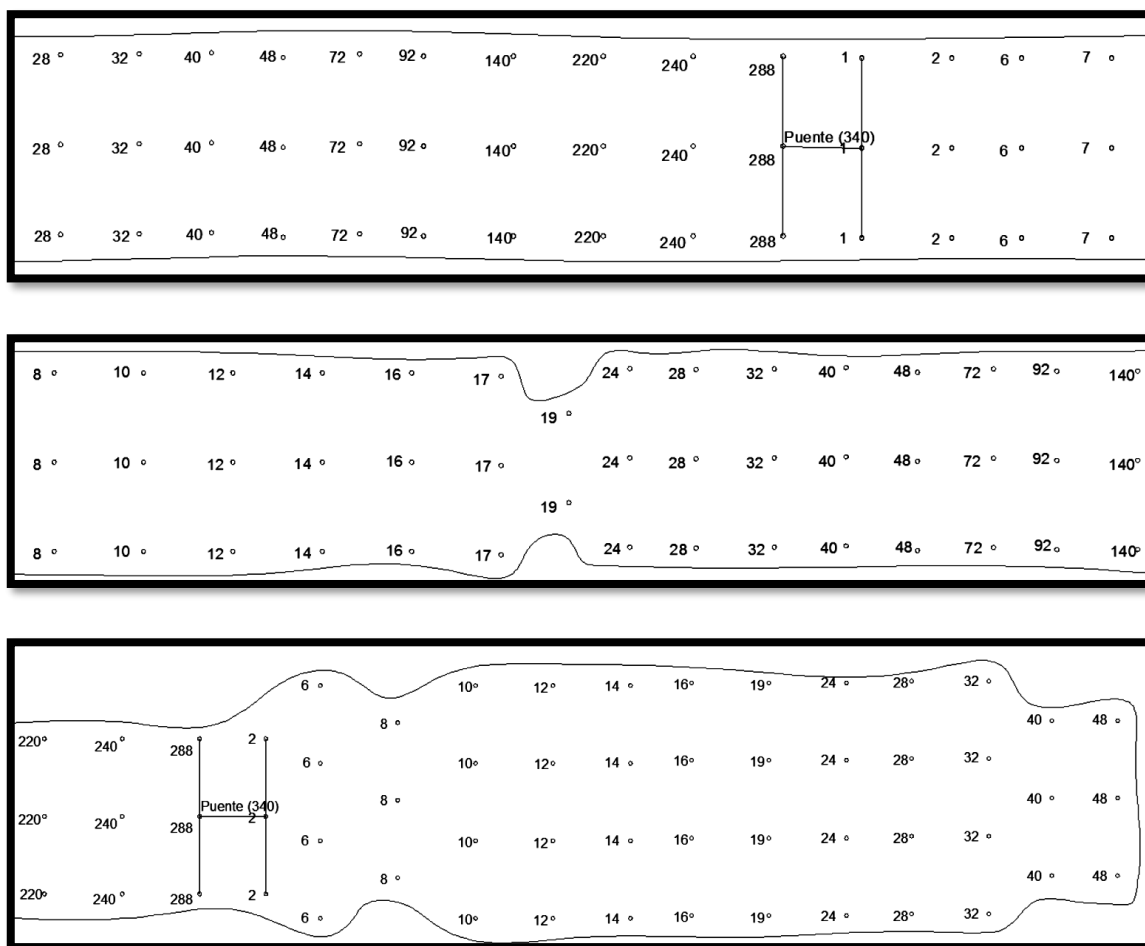


Figura 8: Malla de perforación prueba 2
Fuente: Elaboración Propia

Resultados de voladura

Luego de la voladura se ingresó a observar la calidad del disparo, el cual fue eficiente a simple vista, ya que en su mayor parte no dejó tacos y la corona quedó uniforme.

Costos de voladura

Tabla 21: Costos de voladura prueba 2

TIPO		CANTIDAD	UNIDAD	PU	TOTAL
EXPLOSIVOS	ANFO	262.5	Kg	3.1	\$ 813.75
	EMULEX	188	Und	1.32	\$ 248.16
	PENTACOR	101	m	0.8	\$ 80.80
ACCESORIOS	CARMEX	2	unid	2.68	\$ 5.36
	MECHA RAPIDA	1	m	1.25	\$ 1.25
	EXSANELES	188	unid	5.63	\$ 1,058.44
					\$ 2,207.76

Fuente: Elaboración Propia

COSTO/TM (explosivos y accesorios)

$$2207.76 \text{ USD} / 617 \text{ TM} = 3.85 \text{ USD/TM}$$

4.1.1.3. Prueba N° 3 – Tajo 663

En esta tercera prueba se realizó el 22 de setiembre, la perforación en el tajeo 663E los datos técnicos se consideran a continuación, ver Tablas 22,23,24,25 .

Tabla 22: Datos Técnicos de la labor :

Labor	Tajeo 663 E
Potencia de la veta	1.92 m
Número de taladros perforados	203
Perforación efectiva	2.06
Material disparado	Mineral
Burden	0.80 m
Espaciamiento	0.80 m
Densidad	3.1

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 23: Tiempos antes y durante la perforación

Charla de seguridad	0:46:32
Desplazamiento al lugar de reparto	0:09:23
Reparto de guardia	0:29:12
Caminata a la labor	0:15:21
Inspección del frente	0:11:15
Llenado de herramientas gestión	0:16:57
Evaluación de la maquina	0:08:11
Engrasado de la pluma	0:13:29
Conexión de cable y agua	0:31:14
Desatado	0:18:43
Desconexión de agua y cable	0:11:28
Limpieza de equipo	0:14:12
Caminata hasta el paradero	0:17:16
Viaje de salida de las labores	0:11:07
Total (h)	4:36:20

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 24: Tiempos totales durante la perforación

Posicionamiento	1:00:52
Perforación efectiva	1:01:41
Recuperación de barra	0:04:29
Desplazamiento	0:27:17
Total (h)	2:34:19

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 25: Tiempos muertos durante la perforación

Barreno trancado	0:26:02
Cambio de broca	0:03:14
Verificación de aceite	0:02:20
Supervisión de seguridad	0:03:12
Llenado de aceite	0:07:30
Atollamientos	1:37:10
Supervisión del mecánica	0:02:10
Total (h)	2:21:38

Fuente :Elaboración Propia

En el ala este del tajo 663 E, solo se disparó 59 m, el presente estudio de tiempos de perforación toma como muestra a 85 taladros del total de una población total de 203 que se perforaron para realizar la voladura.

Los 85 taladros que a continuación se muestran en la Tabla 26, se perforaron el día 23 de setiembre en la guardia noche, el presente estudio se apoya en la estadística para ajustar los datos y tener resultados más objetivos, ya que no se cuenta con medición total de taladros (274 taladros).

Tabla 26: Control de tiempo prueba 3

N°	Tiempo de posicionamiento (min)	Tiempo de perforación efectiva (min)	Tiempo de recuperación de barra (min)	Tiempo de desplazamiento (min)	Tiempo del ciclo (min)	Tiempo muerto (min)	MO TIV O
1	0:00:36	0:01:04	0:00:03		0:01:43		
2	0:00:52	0:00:48	0:00:03		0:01:43		
3	0:01:18	0:00:57	0:00:02		0:02:17		
4	0:00:28	0:00:47	0:00:03		0:01:18		
5	0:00:24	0:01:00	0:00:02	0:02:35	0:04:01		
6	0:02:24	0:00:42	0:00:03		0:03:09		
7	0:01:07	0:01:47	0:00:02		0:02:56		
8	0:00:53	0:01:59	0:00:03		0:02:55	0:26:02	barreno
9	0:00:28	0:00:47	0:00:03		0:01:18		
10	0:01:14	0:00:48	0:00:02		0:02:04		
11	0:00:48	0:00:36	0:00:02		0:01:26		
12	0:00:21	0:00:45	0:00:02		0:01:08	0:00:46	cambio de broca
13	0:00:37	0:00:41	0:00:03		0:01:21		
14	0:00:34	0:00:29	0:00:02	0:02:23	0:03:28		
15	0:01:03	0:00:46	0:00:03		0:01:52		
16	0:00:26	0:00:41	0:00:02		0:01:09		
17	0:00:37	0:00:39	0:00:03		0:01:19		
18	0:01:02	0:00:46	0:00:02		0:01:50		
19	0:00:32	0:00:44	0:00:02		0:01:18		
20	0:00:32	0:01:04	0:00:02		0:01:38		

21	0:00:27	0:00:39	0:00:03		0:01:09		
22	0:00:23	0:00:38	0:00:02		0:01:03		
23	0:00:57	0:00:37	0:00:02	0:01:28	0:03:04		
24	0:00:48	0:00:46	0:00:08		0:01:42		
25	0:00:45	0:00:39	0:00:02	0:02:17	0:03:43	0:02:20	verificación de
26	0:00:50	0:00:53	0:00:03		0:01:46		
27	0:00:29	0:00:36	0:00:02		0:01:07		
28	0:00:32	0:00:56	0:00:03		0:01:31		
29	0:00:26	0:00:34	0:00:03		0:01:03		
30	0:01:11	0:00:42	0:00:02		0:01:55	0:03:12	supervisión de
31	0:00:31	0:00:36	0:00:03		0:01:10		
32	0:00:28	0:00:38	0:00:03		0:01:09		
33	0:00:30	0:00:46	0:00:03	0:02:30	0:03:49	0:07:30	llenado de aceite
34	0:00:40	0:00:41	0:00:02		0:01:23		
35	0:00:30	0:00:46	0:00:03		0:01:19	0:00:32	cambio de broca
36	0:00:22	0:00:41	0:00:02		0:01:05		
37	0:00:55	0:00:46	0:00:02		0:01:43		
38	0:00:21	0:00:28	0:00:02		0:00:51		
39	0:00:16	0:00:37	0:00:03		0:00:56		
40	0:00:33	0:00:40	0:00:02		0:01:15	0:05:24	Jumbo atollado
41	0:00:48	0:00:37	0:00:02	0:01:40	0:03:07		
42	0:00:21	0:00:35	0:00:02		0:00:58		
43	0:00:38	0:00:36	0:00:02		0:01:16		
44	0:00:23	0:00:50	0:00:02		0:01:15		
45	0:00:49	0:00:35	0:00:02		0:01:26		
46	0:00:29	0:00:43	0:00:02	0:03:41	0:04:55		
47	0:00:12	0:00:40	0:00:03		0:00:55		
48	0:00:18	0:00:32	0:00:03		0:00:53		
49	0:01:20	0:00:29	0:00:03		0:01:52	0:06:38	Jumbo atollado
50	0:00:35	0:00:44	0:00:02	0:01:39	0:03:00		
51	0:00:33	0:00:25	0:00:03		0:01:01		
52	0:00:31	0:00:34	0:00:02		0:01:07		
53	0:00:51	0:00:39	0:00:03		0:01:33		
54	0:00:27	0:00:34	0:00:02		0:01:03		
55	0:00:22	0:00:43	0:00:02		0:01:07	0:45:12	Jumbo atollado
56	0:00:26	00.00.47	0:00:12	0:01:28	0:02:06		
57	0:01:35	00.00.43	0:00:08		0:01:43		
59	0:00:42	0:00:39	0:00:02		0:01:23		
60	0:00:43	0:00:42	0:00:02		0:01:27	0:00:02	Supervisión de
61	0:00:59	0:00:33	0:00:06	0:02:16	0:03:54		
62	0:00:18	0:00:58	0:00:03		0:01:19	0:01:21	cambio de broca
63	0:00:56	0:00:36	0:00:03		0:01:35		
64	0:00:24	0:00:42	0:00:03		0:01:09	0:39:56	Jumbo atollado
65	0:01:12	0:00:54	0:00:02	0:01:21	0:03:29		
66	0:00:21	0:00:52	0:00:02		0:01:15		

67	0:00:49	0:00:25	0:00:02		0:01:16		
68	0:00:43	0:00:50	0:00:05		0:01:38		
69	0:00:19	0:00:52	0:00:02	0:01:51	0:03:04		
70	0:00:20	0:00:41	0:00:02		0:01:03		
71	0:02:01	0:01:10	0:00:02		0:03:13		
72	0:00:33	0:00:42	0:00:02		0:01:17		
73	0:00:28	0:00:39	0:00:02	0:00:56	0:02:05		
74	0:00:42	0:00:43	0:00:02		0:01:27		
75	0:01:32	0:00:55	0:00:07		0:02:34		
76	0:00:30	0:00:41	0:00:03		0:01:14		
77	0:01:21	0:01:01	0:00:02		0:02:24		
78	0:01:19	0:00:39	0:00:02		0:02:00		
79	0:00:38	0:00:42	0:00:08	0:01:12	0:02:40		
80	0:00:54	0:00:45	0:00:12		0:01:51		
81	0:00:41	0:00:50	0:00:03		0:01:34		
82	0:00:40	0:00:38	0:00:14		0:01:32	0:00:35	cambio de broca
83	0:00:31	0:01:03	0:00:11		0:01:45		
84	0:01:16	0:00:34	0:00:02		0:01:52		
85	0:00:48	0:00:43	0:00:02		0:01:33		
Total	1:00:52	1:01:41	0:04:29	0:27:17	2:34:19	2:09:30	
Promedio	0:00:43	0:00:45	0:00:03		0:01:49		

Fuente: Elaboración Propia

Tiempo promedio que tomó perforar un taladro

00:01:49 (min)

Total de horas perforadas

02:34:19 h

Velocidad de perforación

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de tal} * 1'' (0.3048) * 1\text{h}}{\text{Tiempo total de perf.} * 60 \text{ min}}$$

$$\frac{680 * 0.3048 * 1\text{h}}{02:34:19 * 60 \text{ min}} = 1.344 \text{ m/min} \cong 4.41 \text{ pies/min}$$

$$\frac{680 * 0.3048 * 1\text{h}}{02:34:19 * 60 \text{ min}} = 1.344 \text{ m/min} \cong 4.41 \text{ pies/min}$$

$$02:34:19 * 60 \text{ min}$$

Rendimiento horario

$$\frac{60 \text{ min}}{00:01:49 * 1\text{h}} = 33 \text{ taladros/hora}$$

Cálculo de longitud efectiva de perforación

Se tomó como muestra 100 taladros perforados, como se ve en la Tabla 27 :

Tabla 27: Muestras para medición de taladros, prueba 3

N°	Longitud						
1	2.15	26	2.11	51	2.07	76	2.18
2	2.10	27	2.08	52	2.02	77	2.10
3	2.19	28	2.27	53	2.19	78	2.11
4	2.20	29	1.96	54	2.23	79	2.05
5	1.77	30	2.23	55	2.20	80	2.14
6	1.79	31	1.80	56	2.00	81	1.96
7	2.17	32	1.77	57	2.21	82	2.17
8	2.13	33	2.22	58	2.17	83	1.93
9	2.23	34	2.10	59	2.11	84	2.01
10	1.93	35	1.96	60	2.21	85	2.20
11	1.97	36	1.70	61	2.02	86	2.14
12	2.00	37	2.23	62	2.09	87	1.92
13	2.03	38	2.12	63	2.08	88	2.00
14	1.90	39	2.16	64	2.23	89	2.22
15	1.82	40	2.03	65	1.82	90	2.10
16	2.09	41	1.75	66	1.68	91	1.78
17	2.23	42	1.71	67	1.95	92	2.13
18	2.20	43	1.99	68	2.10	93	1.70
19	1.98	44	2.15	69	1.92	94	2.23
20	2.12	45	2.19	70	2.10	95	2.05
21	1.76	46	2.21	71	2.11	96	2.22
22	2.23	47	1.98	72	2.03	97	2.20
23	2.23	48	2.00	73	2.09	98	2.15
24	2.21	49	2.23	74	2.23	99	2.14
25	2.16	50	2.22	75	2.21	100	2.16

Fuente: Elaboración propia

Cálculos de longitud efectiva de perforación

Límite superior (longitud máxima de perforación de un taladro)

$$L_s = 2.23$$

Límite inferior (longitud mínima de perforación de un taladro)

$$L_i = 1.68$$

Rango (R)

$$R = L_s - L_i$$

$$R = 2.23 - 1.68 = 0.55$$

Marca de clase (K):

$$K = 1 + 3.33 \cdot \text{long}(100)$$

n : N° de taladros; n = 100

$$K = 1 + 3.33 \cdot \text{long}(100)$$

$$K = 7.66 \cong 8$$

Amplitud (A)

$$A = \frac{R}{K}$$

$$A = \frac{0.55}{8} = 0.069$$

Cuadro estadístico

Tabla 28: Cuadro estadístico para medición de taladros prueba 3

TIEMPO (min)			N° Taladros (fi)	xi	hi (fi/n)	xi x fi	xi x hi
1.68	-	1.75	5	1.71	0.05	8.57	0.09
1.75	-	1.82	8	1.78	0.08	14.27	0.14
1.82	-	1.89	0	1.85	0.00	0.00	0.00
1.89	-	1.96	9	1.92	0.09	17.30	0.17
1.96	-	2.02	11	1.99	0.11	21.91	0.22
2.02	-	2.09	11	2.06	0.11	22.62	0.23
2.09	-	2.16	23	2.13	0.23	48.89	0.49
2.16	-	2.23	33	2.20	0.33	72.44	0.72
TOTAL			100				2.06

Fuente: Elaboración propia

Longitud efectiva de perforación

$$\sum (xi \times hi) : 2.06$$

Voladura

Barra de perforación = 2.4m (8 pies)

Longitud efectiva de perforación = 2.06 m

Altura de corte =

La perforación en el tajeo 663E se dio en forma subvertical con una inclinación que varía entre los 70° y 80°, para los cálculos en este tajeo tomaremos un promedio de 75° de inclinación para determinar la altura de corte:

$$\frac{2.06 \text{ m}}{\text{Sen } 90^\circ} = \frac{x}{\text{sen } 75^\circ} = 1.99 \text{ m}$$

Avance horizontal= 49 m

Potencia de la veta= 1.92 m

Peso específico del mineral = 3.1 TM/m³

Explosivos y accesorios a utilizar

Emulex = 563 unidades

Anfo = 179.3 kg

Exsaneles = 203 unidades

Pentacord = 80 m

Mecha rápida = 1 m

Cálculo de tonelaje a romper

Tonelaje Teórico

$$49 \text{ m} * 1.92 \text{ m} * 2.0 \text{ m} * 3.1 = 583.10 \text{ TM.}$$

Factor de potencia

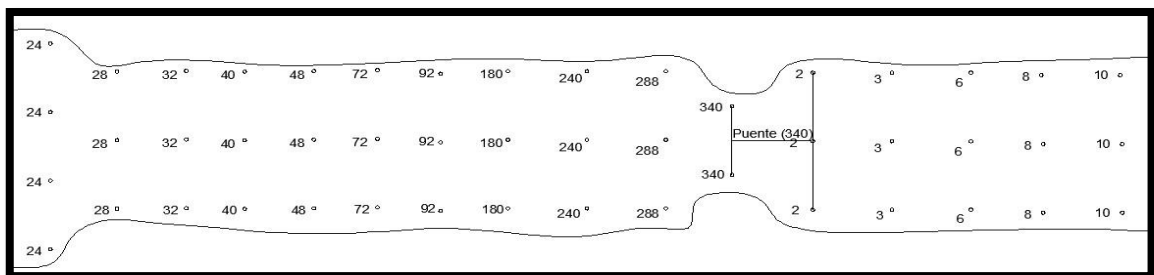
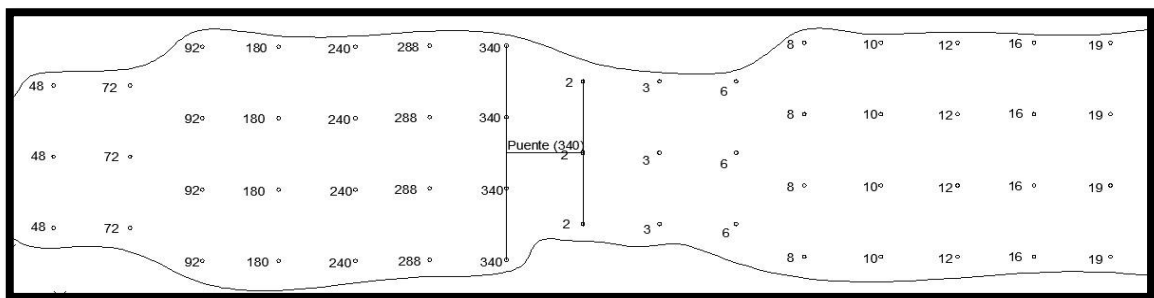
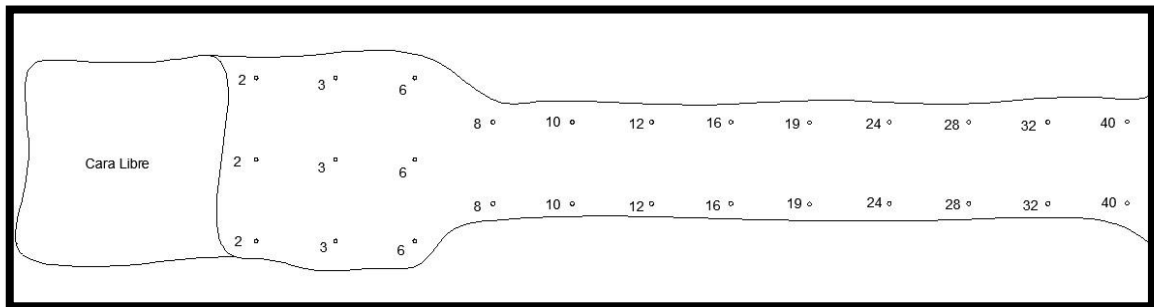
Emulex 1000 1*8 = 563 unidades * 0.110 = 61.93

Anfo = 179.3 kg

61.93 kg + 179.3 kg = 241.23 kg

Fp = $\frac{241.23 \text{ kg}}{583.1 \text{ TM}}$ = 0.41 kg/TM

Distribución de taladros para voladura



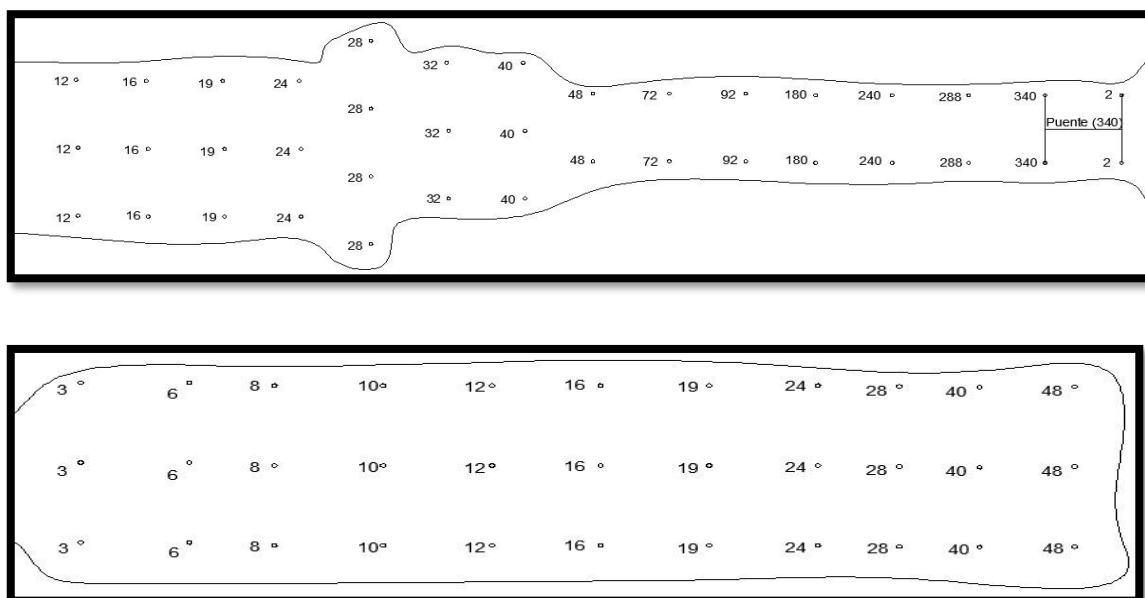


Figura 9: Malla de perforación prueba 3
Fuente: Elaboración propia

Costos de voladura

Tabla 29: Costos de voladura prueba 3

TIPO		CANTIDAD	UNIDAD	PU	TOTAL
EXPLOSIVOS	ANFO	179.30	Kg	3.10	\$ 555.83
	EMULEX	563.00	Und	1.32	\$ 743.78
	PENTACOR	80.00	m	0.80	\$ 64.00
ACCESORIOS	CARMEX	2.00	unid	2.68	\$ 5.36
	MECHA RAPIDA	1.00	m	1.25	\$ 1.25
	EXSANELES	203.00	unid	5.63	\$ 1142.89
					\$ 1370.22

Fuente: Elaboración propia

Costos por TM

$$1370.22 \text{ USD} / 583.10 = 2.35 \text{ USD}$$

4.1.1.4. Prueba N° 4 – Tajo 663

Esta cuarta prueba se realizó el 24 de setiembre, consistirá en la perforación desde la progresiva 69 en el ala W, hasta la progresiva 10 del ala W. (59 m) Realizando el pintado de la malla de perforación se calcula un promedio de 203 taladros que serán perforados el presente estudio, ver Tablas 30,31,32,33.

Los datos que se tomaron a continuación fueron realizados el 24 de setiembre - guardia día

Tabla 30: Datos Técnicos de la labor

Labor	Tajeo 663 w
Potencia de la veta	3.5 m
Número de taladros perforados	83
Perforación efectiva	2.08
Material disparado	Mineral
Burden	0.80 m
Espaciamiento	0.80 m
Densidad	3.1

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 31: Tiempos antes y después de la perforación

Charla de seguridad	00:28:34
Desplazamiento al lugar de reparto	00:08:12
Reparto de guardia	00:29:45
Caminata a la labor	00:09:21
Inspección del frente	00:12:32
Llenado de herramientas gestión	00:11:54
Evaluación de la maquina	00:05:22
Engrasado de la pluma	00:07:23
Conexión de cable y agua	00:09:12
Pintado de malla	00:14:06
Desconexión de agua y cable	00:09:24
Limpieza de equipo	00:02:21
Caminata hasta el paradero	00:09:12
Viaje de salida de las labores	00:07:45
Total (h)	02:45:03

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 32: Tiempos totales durante la perforación

Posicionamiento	00:39:58
Perforación efectiva	00:56:55
Recuperación de barra	00:02:53
Desplazamiento	00:24:04
Total (h)	02:03:50

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 33: Tiempos muertos durante la perforación

Empalme de manguera de agua	00:28:14
Barreno trancado y cambio de broca	00:10:12
Total (h)	00:38:26

Fuente :Elaboración Propia

NOTA: Para los cálculos de este día, solo se consideran 05:27:19 horas de trabajo, el shank del Muki se desgastó y no se pudo continuar perforando, los trabajadores del Muki pasaron a apoyar a otras labores.

Tabla 34: Control de tiempos Prueba 4 :

N° taladros	Tiempo de posicionamiento (min)	Tiempo de perforación efectiva (min)	Tiempo de recuperación de barra (min)	Tiempo de desplazamiento (min)	Tiempo del ciclo (min)	Tiempo muerto (min)	MO TIVO
1	00:00:32	00:00:35	00:00:02		0:01:09		
2	00:00:21	00:00:44	00:00:02		0:01:07		
3	00:00:32	00:00:41	00:00:02		0:01:15		
4	00:00:39	00:00:48	00:00:02		0:01:29		
5	00:01:08	00:00:52	00:00:02	00:01:09	0:03:11		
6	00:00:18	00:00:42	00:00:02		0:01:02		
7	00:00:33	00:00:59	00:00:02		0:01:34		
8	00:00:24	00:00:41	00:00:02		0:01:07		
9	00:00:34	00:00:43	00:00:02		0:01:19		
10	00:00:16	00:00:42	00:00:02		0:01:00		
11	00:01:44	00:00:46	00:00:02		0:02:32		
12	00:00:42	00:00:38	00:00:02		0:01:22		
13	00:00:51	00:00:40	00:00:02		0:01:33		
14	00:00:22	00:01:41	00:00:02		0:02:05		
15	00:00:31	00:00:46	00:00:02	00:01:03	0:02:22		
16	00:00:22	00:00:31	00:00:02		0:00:55		
17	00:00:25	00:00:46	00:00:02		0:01:13		
18	00:00:29	00:00:43	00:00:02		0:01:14		
19	00:00:44	00:00:39	00:00:02		0:01:25		
20	00:00:10	00:00:38	00:00:02	00:01:10	0:02:00		
21	00:00:12	00:00:48	00:00:02		0:01:02		
22	00:00:27	00:00:35	00:00:02		0:01:04		
23	00:00:50	00:00:46	00:00:02		0:01:38		
24	00:00:24	00:00:35	00:00:02		0:01:01		
25	00:00:21	00:00:46	00:00:02	00:02:17	0:03:26		
26	00:00:13	00:00:45	00:00:02		0:01:00		
27	00:00:28	00:00:41	00:00:02		0:01:11		
28	00:00:27	00:00:52	00:00:02		0:01:21		
29	00:00:38	00:00:41	00:00:02		0:01:21		
30	00:00:53	00:00:48	00:00:02	00:02:25	0:04:08		
31	00:00:13	00:00:41	00:00:02		0:00:56		
32	00:00:36	00:00:40	00:00:03		0:01:19		
33	00:00:35	00:00:33	00:00:02		0:01:10		
34	00:00:33	00:00:52	00:00:02		0:01:27		
35	00:00:24	00:00:45	00:00:02		0:01:11		
36	00:00:17	00:00:44	00:00:02	00:01:30	0:02:33		
37	00:00:31	00:00:43	00:00:02		0:01:16		
38	00:00:31	00:00:54	00:00:02		0:01:27		
39	00:00:56	00:00:46	00:00:02		0:01:44	00:28:14	Empalme de

40	00:00:11	00:00:38	00:00:08	00:01:33	0:02:30		
41	00:00:24	00:00:30	00:00:02		0:00:56		
42	00:00:19	00:00:37	00:00:02		0:00:58		
43	00:00:21	00:00:43	00:00:02		0:01:06		
44	00:00:31	00:00:51	00:00:02		0:01:24		
45	00:00:27	00:01:01	00:00:02		0:01:30		
46	00:00:12	00:00:39	00:00:02		0:00:53		
47	00:00:35	00:00:40	00:00:02		0:01:17		
48	00:00:31	00:00:29	00:00:02	00:02:36	0:03:38		
49	00:00:14	00:00:28	00:00:02		0:00:44		
50	00:00:30	00:00:41	00:00:02		0:01:13		
51	00:00:29	00:00:31	00:00:02		0:01:02		
52	00:00:49	00:00:43	00:00:02		0:01:34		
53	00:00:15	00:00:30	00:00:02		0:00:47		
54	00:00:32	00:00:41	00:00:02		0:01:15		
55	00:00:45	00:00:43	00:00:02	00:01:48	0:03:18		
56	00:00:28	00:00:42	00:00:02		0:01:12	00:10:12	Barreno
57	00:00:29	00:00:31	00:00:02		0:01:02		
58	00:00:14	00:00:27	00:00:02		0:00:43		
59	00:00:28	00:00:31	00:00:02	00:03:43	0:04:44		
60	00:00:22	00:00:52	00:00:02		0:01:16		
61	00:00:34	00:00:36	00:00:02		0:01:12		
62	00:00:27	00:00:28	00:00:02		0:00:57		
63	00:00:44	00:00:43	00:00:02		0:01:29		
64	00:00:19	00:00:47	00:00:02		0:01:08		
65	00:00:28	00:00:49	00:00:02	00:01:01	0:02:20		
66	00:00:22	00:00:37	00:00:02		0:01:01		
67	00:00:21	00:00:41	00:00:02		0:01:04		
68	00:00:30	00:00:36	00:00:02		0:01:08		
69	00:00:44	00:00:29	00:00:02		0:01:15		
70	00:00:17	00:00:26	00:00:02		0:00:45		
71	00:00:16	00:00:39	00:00:02	00:02:00	0:02:57		
72	00:00:18	00:00:42	00:00:02		0:01:02		
73	00:00:16	00:00:31	00:00:02		0:00:49		
74	00:00:22	00:00:29	00:00:02		0:00:53		
75	00:00:36	00:00:49	00:00:02		0:01:27		
76	00:00:21	00:00:39	00:00:02		0:01:02		
77	00:00:25	00:00:40	00:00:02		0:01:07		
78	00:00:28	00:00:45	00:00:02		0:01:15		
79	00:00:36	00:00:47	00:00:02		0:01:25		
80	00:00:33	00:00:30	00:00:02		0:01:05		
81	00:00:22	00:00:29	00:00:02		0:00:53		
82	00:00:11	00:00:34	00:00:02	00:01:49	0:02:36		
83	00:00:16	00:00:31	00:00:02		0:00:49	01:30:00	
Total	00:39:58	00:56:55	00:02:53	00:24:04	02:03:50	02:08:26	
Prom	00:00:29	00:00:41	00:00:02		00:01:30		

Fuente :Elaboración Propia

Tiempo promedio que tomó perforar un taladro

00:01:30 (min)

Total de horas perforadas

02:03:50 h

Total pies perforados

664 pies

Velocidad de perforación

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de tal} * 1'' (0.3048) * 1\text{h}}{\text{Tiempo total de perf.} * 60 \text{ min}}$$

$$\frac{664 * 0.3048 * 1\text{h}}{02:03:50 * 60 \text{ min}} = 1.64 \text{ m/min} \cong 5.37 \text{ pies/min}$$

Rendimiento horario

$$\frac{60 \text{ min}}{00:01:30 * 1\text{h}} = 40 \text{ taladros/hora}$$

Calculo de tonelaje

- Tonelaje teórico:

$$51 \text{ m} * 1.95 \text{ m} * 2.0 \text{ m} * 3.1 = 617.2 \text{ TM}$$

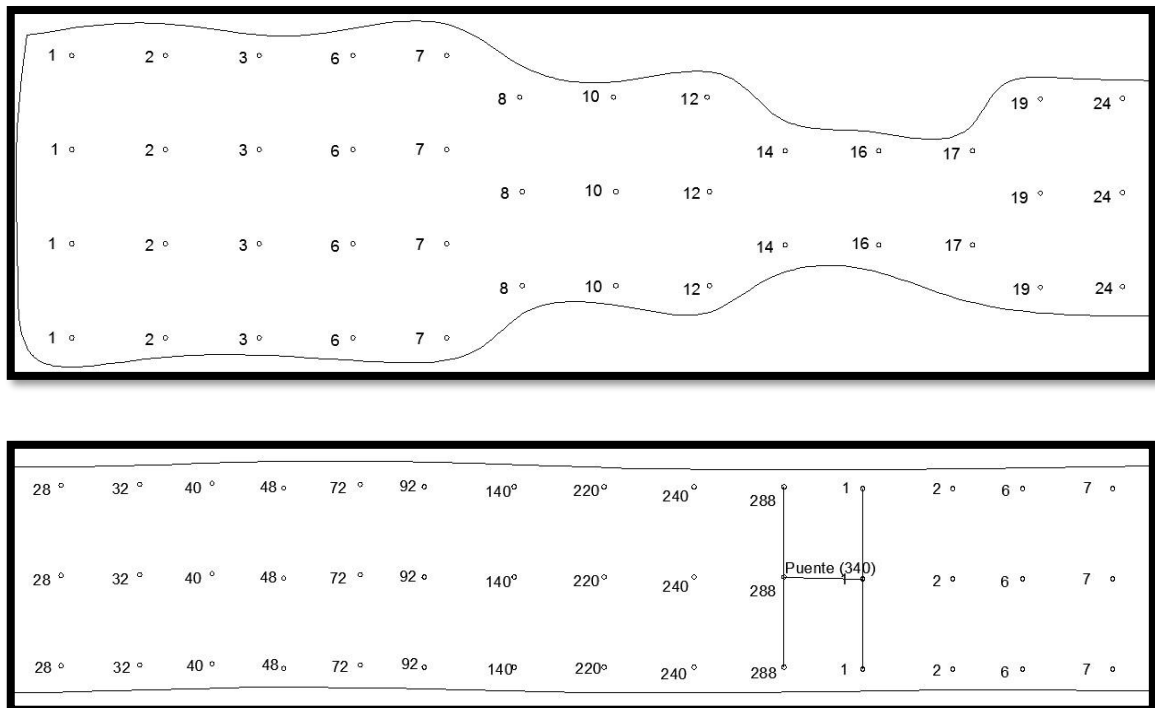


Figura 10: Malla de perforación prueba 4
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.5. Prueba N° 5 – tajo 663

Quinta prueba realizada en el tajeo 663W con fecha 26 de setiembre los datos técnicos se explican a continuación en las Tablas 35,36,37,38 :

Tabla 35: Datos técnicos de la labor

Labor	Tajeo 663 W
Potencia de la veta	2 m
Número de taladros perforados	33
Perforación efectiva	2.08
Material disparado	Mineral
Burden	0.80 m
Espaciamiento	0.80 m
Densidad	3.1

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 36: Tiempos antes y después de la perforación

Charla de seguridad	00:31:34
Desplazamiento	00:08:21
Reparto de guardia	00:30:01
Caminata a la labor	00:08:34
Inspección del frente	00:10:22
Desatado	00:16:21
Evaluación de la maquina	00:05:22
Engrasado de la pluma	00:07:23
Conexión de cable y agua	00:28:33
Llenado de herramientas gestión	00:13:02
Desconexión de agua y cable	00:15:31
Total (h)	03:21:38

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 37: Tiempos totales durante la perforación

Posicionamiento	00:16:29
Perforación efectiva	00:24:16
Recuperación de barra	00:01:06
Desplazamiento	00:09:54
Total (h)	00:51:45

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 38: Tiempos muertos durante la perforación

Barra rota y cambio de broca	00:52:04
Ajuste de manguera de agua	00:09:50
Pintado de malla	00:02:05
Total (h)	01:03:59

Fuente :Elaboración Propia

Control de tiempos durante la prueba

Tabla 39: Control de tiempos prueba 5

N°	Tiempo de posicionamiento (min)	Tiempo de perforación efectiva (min)	Tiempo de recuperación de	Tiempo de desplazamiento (min)	Tiempo del ciclo (min)	Tiempo muerto	MOTIVO
1	00:00:31	00:00:40	00:00:02		0:01:13		
2	00:00:26	00:00:42	00:00:02		0:01:10		
3	00:00:22	00:00:44	00:00:02	00:01:06	0:02:14		
4	00:00:47	00:01:31	00:00:02		0:02:20	00:52:04	Barra rota y ca
5	00:00:22	00:00:54	00:00:02		0:01:18		
6	00:00:33	00:00:44	00:00:02	00:01:02	0:02:21		
7	00:01:22	00:00:52	00:00:02		0:02:16	00:09:50	Ajuste de manguera
8	00:00:23	00:00:32	00:00:02		0:00:57		
9	00:00:12	00:00:41	00:00:02	00:01:16	0:02:11		
10	00:00:21	00:00:34	00:00:02		0:00:57		
11	00:00:31	00:00:41	00:00:02		0:01:14		
12	00:00:17	00:00:40	00:00:02		0:00:59		
13	00:00:16	00:00:45	00:00:02		0:01:03		
14	00:01:17	00:00:36	00:00:02		0:01:55		
15	00:00:15	00:00:59	00:00:02	00:01:46	0:03:02	00:02:05	Pintado de
16	00:00:12	00:01:13	00:00:02		0:01:27		
17	00:00:20	00:00:37	00:00:02		0:00:59		
18	00:00:23	00:00:39	00:00:02	00:01:11	0:02:15		
19	00:00:13	00:00:46	00:00:02		0:01:01		
20	00:00:11	00:00:43	00:00:02		0:00:56		
21	00:00:21	00:00:46	00:00:02	00:00:46	0:01:55		
22	00:01:32	00:00:43	00:00:02		0:02:17		
23	00:00:25	00:00:39	00:00:02		0:01:06		
24	00:00:32	00:00:38	00:00:02	00:00:54	0:02:06		
25	00:01:16	00:00:43	00:00:02		0:02:01		
26	00:01:12	00:00:42	00:00:02		0:01:56		
27	00:00:23	00:00:38	00:00:02		0:01:03		
28	00:00:14	00:00:36	00:00:02		0:00:52		
29	00:00:21	00:00:30	00:00:02	00:00:53	0:01:46		
30	00:00:11	00:00:49	00:00:02		0:01:02		
Total	0:16:29	0:24:16	0:01:06	0:09:54	0:51:45	01:03:59	
Promedio	00:00:30	00:00:44	00:00:02		0:01:34		

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo Promedio Que Tomó Perforar Un Taladro

00:01:34 (min)

Total de horas perforadas

00:51:45 h

Total pies perforados

264 pies

Velocidad de perforación

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de tal} * 1'' (0.3048) * 1\text{h}}{\text{Tiempo total de perf.} * 60 \text{ min}}$$

$$\frac{664 * 0.3048 * 1\text{h}}{00:51:45 * 60 \text{ min}} = 1.55 \text{ m/min} \cong 5.10 \text{ pies/min}$$

Rendimiento horario

$$\frac{60 \text{ min}}{00:01:34 * 1\text{h}} = 38 \text{ taladros/hora}$$

Cálculo De Tonelaje

$$12 \text{ m} * 2.0 \text{ m} * 2.0 \text{ m} * 3.1 = 148.2 \text{ TM}$$

4.1.1.6. Prueba N° 6 – tajo 850

Sexta prueba realizada con fecha 27 de setiembre, en esta oportunidad se realizará en el tajeo 850, la toma de datos incluye la perforación en upper de la basculante para su rebatido los datos técnicos se explican a continuación, ver Tablas 40,41,42,43.

Tabla 40: Datos técnicos de la labor

Labor	Tajo 850
Potencia de la veta	1.8
Número de taladros perforados	3
Perforación efectiva	2.0
Material disparado	Minera
Burden	0.80
Espaciamiento	0.80
Densidad	3.

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 41: Tiempos antes y después de la perforación

Charla de seguridad	00:39:3
Desplazamiento	00:12:3
Reparto de guardia	00:31:1

Caminata a la labor	00:13:2
Inspección del frente	00:08:1
Desatado	00:51:1
Evaluación de la maquina	00:03:1
Engrasado de la pluma	00:05:2
Conexión de cable y agua	00:30:1
Pintado de malla	00:45:2
Llenado de herramientas gestión	00:14:3
Desconexión de agua y cable	00:21:1
Traslado de equipo y conexiones	01:34:1
Desconexión de agua y cable	00:18:2
Limpieza de equipo	00:09:1
Caminata hasta el paradero	00:15:0
Viaje de salida de las labores	00:10:1
Total (h)	07:03:2

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 42: Tiempos totales durante la perforación

Posicionamiento	00:22:4
Perforación efectiva	00:27:4
Recuperación de barra	00:01:5
Desplazamiento	00:06:3
Total (h)	01:01:1

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 43: Tiempos muertos durante la perforación

Barreno trancado	(min)	02:07:07
------------------	-------	----------

Fuente :Elaboración Propia

Control de tiempos durante la prueba

Tabla 44: Control de tiempos prueba 6

	Tiempo de posicionamiento (min)	Tiempo de perforación efectiva (min)	Tiempo de recuperación de barra(min)	Tiempo de desplazamiento(min)	Tiempo del ciclo (min)	Tiempo muerto (min)	MOTIVO
1	00:00:41	00:00:31	00:00:02		0:01:14	00:02:01	Barreno
2	00:01:21	00:00:48	00:00:02		0:02:11		
3	00:00:38	00:00:37	00:00:15	00:01:0	0:02:34		
4	00:00:22	00:01:23	00:00:02		0:01:47		
5	00:00:39	00:00:45	00:00:02		0:01:26		
6	00:00:38	00:00:26	00:00:02	00:01:0	0:02:12		
7	00:00:17	00:00:56	00:00:02		0:01:15		
8	00:00:43	00:01:05	00:00:02		0:01:50		
9	00:00:32	00:00:46	00:00:02		0:01:20		

Perforación de basculante en el tajo 850							
10	00:00:54	00:00:31	00:00:02	00:02:2	00:03:47		
11	00:00:43	00:00:46	00:00:03		00:01:32		
12	00:00:31	00:00:42	00:00:02		00:01:15		
13	00:00:46	00:00:45	00:00:02		00:01:33		
14	00:00:37	00:00:37	00:00:03		00:01:17		
15	00:00:12	00:00:47	00:00:03		00:01:02		
16	00:00:29	00:00:33	00:00:03		00:01:05		
17	00:00:49	00:01:06	00:00:02		00:01:57		
18	00:00:51	00:00:36	00:00:03		00:01:30		
19	00:00:19	00:00:51	00:00:02		00:01:12		
20	00:00:36	00:00:34	00:00:09		00:01:19	00:10:34	Barreno
21	00:00:31	00:00:43	00:00:02		00:01:16		
22	00:00:28	00:00:47	00:00:03		00:00:31		
23	00:00:20	00:00:43	00:00:03		00:00:23		
24	00:00:33	00:00:56	00:00:02		00:01:31		
25	00:00:40	00:00:39	00:00:02	00:01:29	00:02:50		
26	00:00:15	00:00:32	00:00:02		00:00:49		
27	00:00:19	00:00:43	00:00:12		00:01:14		
28	00:00:12	00:00:39	00:00:02		00:00:53		
29	00:00:32	00:00:44	00:00:03		00:01:19		
31	00:00:57	00:00:46	00:00:02		00:01:45		
34	00:00:41	00:00:50	00:00:02		00:01:33		
35	00:00:35	00:00:50	00:00:02	00:02:42	00:04:09		
36	00:00:33	00:00:32	00:00:02		00:01:07		
37	00:00:22	00:01:12	00:00:02		00:01:36		
38	00:00:26	00:00:41	00:00:02		00:01:09		
39	00:00:36	00:00:49	00:00:02		00:01:27		
Total	00:22:45	00:27:48	00:01:57	00:06:31	01:01:11	00:12:35	
Pro	00:00:35	00:00:45	00:00:03		00:01:34		

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio que tomó perforar un taladro

00:01:34 (min)

Total de horas perforadas

01:11:11 h

Total pies perforados

312 pies

Velocidad de perforación

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de tal} * 1'' (0.3048) * 1\text{h}}{\text{Tiempo total de perf.} * 60 \text{ min}}$$

$$\frac{312 * 0.3048 * 1h}{01:11:11 * 60 \text{ min}} = 1.55 \text{ m/min} \cong 5.10 \text{ pies/min}$$

Rendimiento horario

$$\frac{60 \text{ min}}{00:01:34 * 1h} = 38 \text{ taladros/hora}$$

Cálculo de tonelaje

Tonelaje teórico:

$$8 \text{ m} * 2.0 \text{ m} * 2.0 \text{ m} * 3.1 = 99.2 \text{ TM}$$

4.1.1.7. Prueba N° 7 – tajo 850e

Séptima prueba realizada con fecha 28 de setiembre en la continuación del tajeo 850E, con la finalidad de culminar el corte de explotación, ver Tablas 45,46,47,48.

Tabla 45: Datos técnicos de la labor

Labor	Tajo 850 E
Potencia de la veta	1.66 m
Número de taladros perforados	274
Perforación efectiva	2.16
Material disparado	Mineral
Densidad	3.01

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 46: Tiempos antes y después de la perforación

Charla de seguridad	0:45:17
Desplazamiento al lugar de reparto	0:11:16
Reparto de guardia	0:22:09
Caminata a la labor	0:18:03
Inspección del frente	0:04:12
Llenado de herramientas gestión	0:17:14
Evaluación de la maquina	0:02:17
Engrasado de la pluma	0:09:57
Conexión de cable y agua	0:21:11
Desatado	0:12:34
Tiempo de retorno del refrigerio	0:30:00
Desconexión de agua y cable	0:07:11
Limpieza de equipo	0:11:03
Caminata hasta el paradero	0:14:02
Caminata de salida de las labores	0:14:01
Total (h)	4:00:27

Fuente :Elaboración Propia

Tiempos muertos antes de la perforación

Antes de iniciar la perforación se tuvieron tiempos muertos a causa de la falta de agua en las labores, equivalente a 02:30:00.

Tabla 47: Tiempos totales de perforación

Posicionamiento	1:16:43
Perforación efectiva	1:10:35
Recuperación de barra	0:04:43
Desplazamiento	0:26:46
Total (h)	2:58:47

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 48: Tiempos muertos durante la perforación

Cambio de broca	0:03:36
Plegamiento de la manguera de agua	0:02:48
Ajuste de la cañería de agua (pluma)	0:03:23
Visto bueno de mecánico	0:05:53
Demora por ajuste de mangueras	0:06:55
Verificación de malla de perforación.	0:01:44
Ajuste de manguera de agua	0:12:52
Desatado de una cuña	0:03:12
Total (h)	0:40:11

Fuente :Elaboración Propia

Tiempos totales de perforación

Tabla 49: Control de tiempos prueba 7

Nº	Tiempo de posicionamiento	Tiempo de perforación efectiva	Tiempo recuperación barra	Tiempo desplazamiento	Tiempo del Ciclo (min)	Tiempo muerto (min)	MO TIV O
1	0:01:10	0:00:45	0:00:03		0:01:58		
2	0:01:09	0:00:34	0:00:02		0:01:45		
3	0:00:40	0:00:56	0:00:03		0:01:39		
4	0:01:01	0:00:24	0:00:04		0:01:29		
5	0:00:30	0:00:58	0:00:03	0:01:12	0:02:43		
6	0:01:02	0:00:45	0:00:03		0:01:50		
7	0:00:50	0:00:30	0:00:07		0:01:27		
8	0:01:08	0:00:31	0:00:03		0:01:42		
9	0:00:39	0:00:32	0:00:04	0:01:21	0:02:36		
10	0:00:45	0:00:45	0:00:04		0:01:34		
11	0:01:00	0:00:59	0:00:04		0:02:03	0:01:10	Cambio de broca
12	0:00:40	0:00:46	0:00:02		0:01:28		
13	0:00:59	0:00:57	0:00:03	0:00:48	0:02:47		
14	0:00:46	0:00:33	0:00:02		0:01:21		
15	0:00:58	0:00:47	0:00:03		0:01:48		
16	0:01:15	0:01:02	0:00:02		0:02:19		
17	0:00:33	0:00:46	0:00:02	0:00:51	0:02:12		

18	0:00:51	0:00:31	0:00:08		0:01:30		
19	0:02:02	0:00:28	0:00:02		0:02:32		
20	0:00:57	0:00:50	0:00:03		0:01:50		
21	0:01:31	0:00:56	0:00:03	0:01:04	0:03:34		
22	0:00:26	0:01:06	0:00:02		0:01:34		
23	0:01:30	0:00:46	0:00:04		0:02:20		
24	0:00:30	0:00:54	0:00:03	0:01:06	0:02:33		
25	0:00:58	0:00:54	0:00:03		0:01:55		
26	0:00:26	0:00:45	0:00:02		0:01:13		
27	0:01:01	0:00:50	0:00:03		0:01:54		
28	0:00:30	0:00:51	0:00:02	0:01:01	0:02:24	0:06:55	Demora por ajuste de
29	0:00:58	0:00:45	0:00:03		0:01:46		
30	0:00:31	0:00:53	0:00:10		0:01:34		
31	0:00:41	0:00:50	0:00:04		0:01:35		
32	0:00:29	0:01:02	0:00:02	0:01:47	0:03:20		
33	0:00:53	0:00:44	0:00:02		0:01:39		
34	0:00:38	0:00:32	0:00:02		0:01:12		
35	0:01:04	0:00:52	0:00:03		0:01:59		
36	0:00:52	0:00:41	0:00:02	0:02:36	0:04:11		
37	0:01:09	0:00:53	0:00:02		0:02:04		
38	0:00:36	0:00:47	0:00:03		0:01:26	0:01:44	Verificación de malla
39	0:00:41	0:00:45	0:00:02		0:01:28	0:12:52	Ajuste de manguera
40	0:00:58	0:00:59	0:00:03	0:01:22	0:03:22		
41	0:00:27	0:01:03	0:00:02		0:01:32		
42	0:00:32	0:00:48	0:00:05		0:01:25		
43	0:01:01	0:00:40	0:00:02		0:01:43		
44	0:00:28	0:00:47	0:00:02	0:01:18	0:02:35	0:03:12	Desatado de una
45	0:00:37	0:00:38	0:00:03		0:01:18		
46	0:00:34	0:00:45	0:00:03		0:01:22		
47	0:01:46	0:00:41	0:00:03		0:02:30		
48	0:00:26	0:01:02	0:00:12	0:00:47	0:02:27		
49	0:00:59	0:00:44	0:00:02		0:01:45		
50	0:00:32	0:00:45	0:00:02		0:01:19		
51	0:00:59	0:01:12	0:00:03		0:02:14		
52	0:00:24	0:00:48	0:00:02	0:01:09	0:02:23		
53	0:01:12	0:00:46	0:00:02		0:02:00		
54	0:00:31	0:00:53	0:00:03		0:01:27		
55	0:00:52	0:00:44	0:00:03		0:01:39		
56	0:00:37	0:00:51	0:00:03	0:01:04	0:02:35		
57	0:02:02	0:01:07	0:00:02		0:03:11		
58	0:00:17	0:00:53	0:00:03		0:01:13		
59	0:00:19	0:01:06	0:00:02		0:01:27	0:01:22	Cambio de broca
60	0:00:46	0:00:49	0:00:09		0:01:44		
61	0:00:57	0:00:36	0:00:02		0:01:35		
62	0:00:17	0:00:47	0:00:03	0:01:43	0:02:50		
63	0:01:06	0:00:44	0:00:03		0:01:53		
64	0:00:30	0:00:44	0:00:02		0:01:16		
65	0:00:28	0:00:47	0:00:02		0:01:17		
66	0:01:33	0:00:42	0:00:02		0:02:17		
67	0:01:22	0:00:37	0:00:12		0:02:11		
68	0:00:23	0:00:44	0:00:02	0:01:16	0:02:25		
69	0:00:55	0:00:42	0:00:03		0:01:40		
70	0:00:48	0:00:27	0:00:03		0:01:18		
71	0:00:52	0:00:37	0:00:02		0:01:31		
72	0:00:43	0:00:43	0:00:02	0:01:17	0:02:45	0:05:53	Visto bueno de
73	0:00:52	0:00:49	0:00:02		0:01:43		
74	0:00:38	0:00:44	0:00:03		0:01:25		
75	0:01:06	0:00:46	0:00:02		0:01:54		
76	0:00:31	0:00:42	0:00:03	0:01:38	0:02:54		
77	0:01:02	0:00:45	0:00:02		0:01:49		

78	0:00:56	0:00:37	0:00:02		0:01:35		
79	0:01:06	0:00:47	0:00:03		0:01:56		
80	0:00:25	0:00:33	0:00:02	0:01:25	0:02:25	0:03:23	Ajuste de la cañería
81	0:00:24	0:01:06	0:00:03		0:01:33		
82	0:00:58	0:00:36	0:00:02		0:01:36		
83	0:00:47	0:00:51	0:00:03		0:01:41		
84	0:00:28	0:00:36	0:00:02	0:01:32	0:02:38	0:02:48	Plegamiento de la
85	0:00:51	0:00:47	0:00:02		0:01:40		
86	0:00:37	0:00:39	0:00:02		0:01:18	0:01:02	Cambio de broca
87	0:01:22	0:00:41	0:00:03		0:02:06		
88	0:00:30	0:00:39	0:00:03	0:01:23	0:02:35		
89	0:01:33	0:00:37	0:00:03		0:02:13		
90	0:00:32	0:00:41	0:00:02		0:01:15		
91	0:01:01	0:00:39	0:00:03		0:01:43		
92	0:00:32	0:00:44	0:00:03		0:01:19		
TOT	1:16:43	1:10:35	0:04:43	0:26:46	2:59:41	0:40:11	
Pro	00:00:50	00:00:46	00:00:03		00:01:57		

Fuente: Elaboración Propia

Tiempo promedio que tomó perforar un taladro

00:01:57 (min)

Total De horas perforadas

02:59:41 h

Total pies perforados

736 pies

Velocidad de perforación

N° total de tal * 1" (0.3048)*1h

Tiempo total de perf. * 60 min

$\frac{736 * 0.3048 * 1h}{02:59:57 * 60 \text{ min}} = 1.246 \text{ m/min} \cong 4.09 \text{ pies/min}$

Rendimiento horario

$\frac{60 \text{ min}}{00:01:57 * 1h} = 30 \text{ taladros/hora}$

Cálculo de tonelaje

Tonelaje teórico:

$27 \text{ m} * 1.66 \text{ m} * 2.0 \text{ m} * 3.1 = 277.88 \text{ TM}$

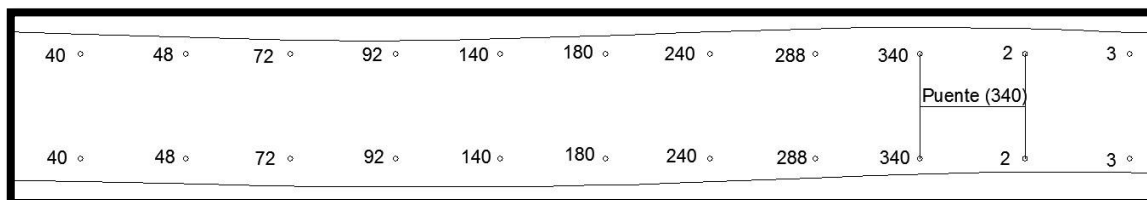
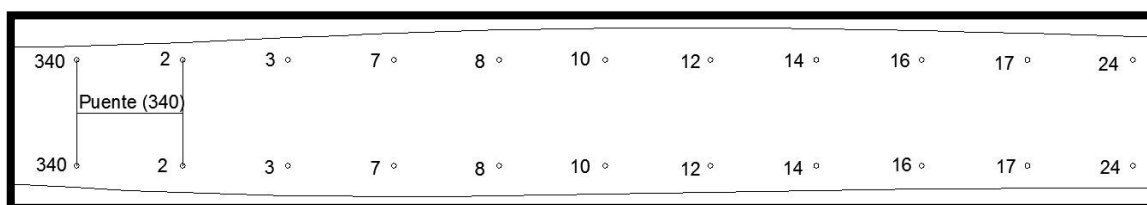
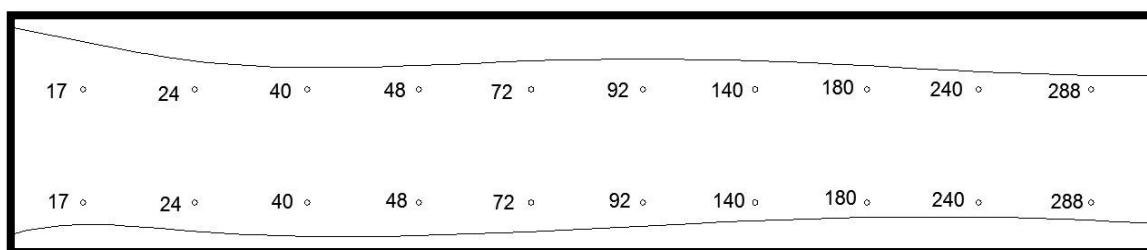
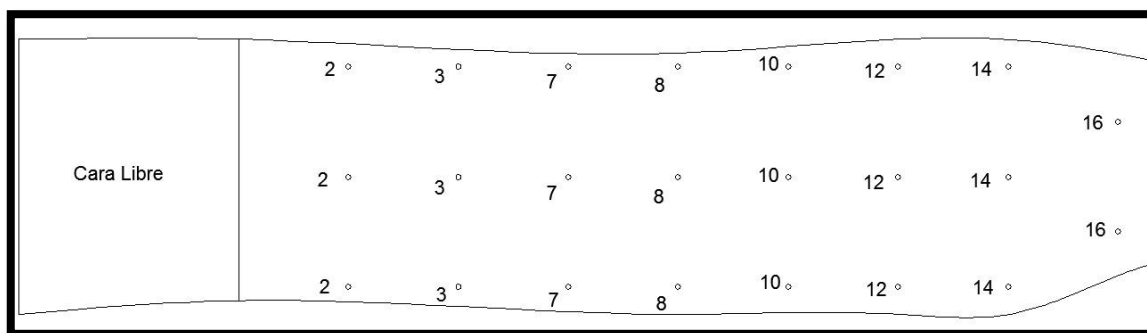


Figura 11: Malla de perforación prueba 7
Fuente: Elaboración propia

4.1.1.8. Prueba N° 8 – Tajo 663

Octava prueba realizada, esta prueba se realizó en el tajo 663W, tajo 663E y rebatido de la basculante con fecha 29 de setiembre, ver Tablas 50, 51,52,53 .

Tabla 50: Datos técnicos de la labor

Labores	Tajo 663 W, TJ 663 E, Fill Pass TJ 663
Potencia de la veta TJ 845 W	1.90
Potencia de la veta TJ 821 E	2.5
Potencia de la veta TJ 845 W	2.8
Sección del Fill Pass TJ 845	3 x 3
Número de taladros perforados	11
Perforación efectiva	2.0

Material disparado	Minera
Burden	0.80
Espaciamiento	0.80
Densidad	3.

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 51: Tiempos antes y después de la perforación

Charla de seguridad	00:31:3
Desplazamiento al lugar de reparto	00:14:2
Reparto de guardia	00:25:1
Caminata a la labor	00:07:1
Inspección del frente	00:05:0
Verificación de otra labor para posible	00:20:1
Desatado	00:16:2
Evaluación de la maquina	00:05:2
Engrasado de la pluma	00:07:2
Conexión de cable y agua	00:28:3
Llenado de herramientas gestión	00:15:0
Desconexión de agua, cable y traslado TJ 821	00:15:3
Conexión de cable y agua	00:19:1
Desconexión de agua, cable y traslado TJ 845	00:11:5
Conexión de cable y agua	00:35:0
Desconexión de agua, cable y traslado FILL	00:17:3
Conexión de cable y agua	00:21:2
Desconexión de agua y cable para traslado	00:12:0
Traslado del jumbo a una zona segura	00:25:1
Limpieza de equipo	00:07:1
Caminata hasta el paradero	00:11:3
Viaje de salida de las labores	00:08:5
Total (h)	06:02:0

Fuente :Elaboración Propia

Tiempos muertos antes de la perforación

Por falta de coordinación acerca de los trabajos a realizarse se tuvieron tiempos muertos esperando la orden de trabajo 00:27:12

Tabla 52: Tiempos totales de perforación

Posicionamiento	01:00:1
Perforación efectiva	01:26:3
Recuperación de barra	00:04:1
Desplazamiento	00:43:1
Total (h)	03:14:2

Fuente :Elaboración Propia

Tabla 53: Tiempos muertos durante la perforación

Barreno trancado	00:04:00
Cambio de barra	00:02:37
Supervisión de seguridad	00:17:32
Acople de manguera	00:07:39
Total (h)	0:31:48

Fuente :Elaboración Propia

Tiempos de perforación

Tabla 54: Control de tiempos prueba 8

N°	Tiempo De Posicionamiento (min)	Tiempo De Perforación Efectiva (min)	Tiempo De Recuperación De Barra (min)	Tiempo De Desplazamiento (min)	Tiempo Del Ciclo (min)	Tiempo Muerto (min)	MOTIVO
TJ 663E							
1	00:00:19	00:01:12	00:00:02		0:01:33		
2	00:01:34	00:00:46	00:00:02		0:02:22		
3	00:00:54	00:00:32	00:00:02		0:01:28	00:03:30	Barreno
4	00:00:25	00:01:12	00:00:06	00:01:50	0:03:33		
5	00:00:42	00:00:53	00:00:02		0:01:37		
6	00:00:54	00:01:02	00:00:02		0:01:58		
7	00:00:48	00:00:37	00:00:02		0:01:27		
8	00:00:32	00:00:50	00:00:02		0:01:24		
TJ 663W							
9	00:00:18	00:00:56	00:00:02		0:01:16		
10	00:00:26	00:00:45	00:00:02		0:01:13		
11	00:00:27	00:00:36	00:00:02		0:01:05		
12	00:00:59	00:01:03	00:00:02	00:01:55	0:03:59		
13	00:00:17	00:00:47	00:00:03		0:01:07		
14	00:00:22	00:00:49	00:00:03		0:01:14	00:00:30	Barreno
15	00:00:59	00:00:48	00:00:02		0:01:49	00:02:37	Cambio de
16	00:00:39	00:00:46	00:00:02	00:01:30	0:02:57		
17	00:00:55	00:00:54	00:00:02		0:01:51		
18	00:00:35	00:00:45	00:00:02		0:01:22		
19	00:00:48	00:00:40	00:00:02	00:01:10	0:02:40		
20	00:00:30	00:00:42	00:00:02		0:01:14		
21	00:01:02	00:00:49	00:00:02		0:01:53		
22	00:01:01	00:01:11	00:00:05		0:02:17		
23	00:00:29	00:01:01	00:00:02	00:01:30	0:03:02		
24	00:00:12	00:00:39	00:00:02		0:00:53		
25	00:00:31	00:00:42	00:00:03		0:01:16		
26	00:00:27	00:00:48	00:00:02	00:01:23	0:02:40		
27	00:00:35	00:00:50	00:00:02		0:01:27		
28	00:00:24	00:00:46	00:00:02		0:01:12		
29	00:00:32	00:00:48	00:00:02		0:01:22		

30	00:00:23	00:00:43	00:00:02	00:01:46	0:02:54	00:17:32	Supervisió n de
31	00:00:22	00:00:47	00:00:02		0:01:11		
32	00:00:27	00:00:53	00:00:02		0:01:22	00:07:39	Acople de
33	00:00:37	00:00:41	00:00:03		0:01:21		
34	00:00:12	00:00:52	00:00:02		0:01:06		
35	00:00:11	00:00:48	00:00:02		0:01:01		
36	00:00:14	00:00:31	00:00:02	00:02:12	0:02:59		
37	00:00:18	00:00:59	00:00:02		0:01:19		
38	00:00:22	00:00:43	00:00:02		0:01:07		
39	00:00:25	00:01:07	00:00:02	00:01:30	0:03:04		
40	00:00:19	00:01:01	00:00:02		0:01:22		
41	00:00:30	00:00:43	00:00:02		0:01:15		
42	00:00:19	00:00:50	00:00:02		0:01:11		
43	00:00:34	00:00:43	00:00:02	00:01:25	0:02:44		
44	00:00:25	00:00:40	00:00:02		0:01:07		
45	00:00:36	00:01:40	00:00:02		0:02:18		
46	00:00:51	00:00:44	00:00:02		0:01:37		
47	00:00:26	00:00:52	00:00:02	00:04:14	0:05:34		
48	00:00:22	00:00:40	00:00:02		0:01:04		
49	00:01:03	00:00:46	00:00:02	00:11:13	0:13:04		
50	00:01:08	00:00:42	00:00:02		0:01:52		
51	00:00:19	00:00:44	00:00:02		0:01:05		
52	00:01:34	00:00:53	00:00:02		0:02:29		
53	00:00:22	00:00:41	00:00:02		0:01:05		
54	00:00:12	00:00:32	00:00:02		00:00:46		
55	00:00:13	00:00:42	00:00:02		00:00:57		
56	00:00:31	00:00:40	00:00:02		00:01:13		
57	00:00:20	00:00:34	00:00:02		00:00:56		
58	00:00:44	00:00:41	00:00:02		00:01:27		
59	00:00:28	00:00:31	00:00:02	00:01:12	00:02:13		
60	00:00:15	00:00:45	00:00:02		00:01:02		
61	00:00:23	00:00:39	00:00:02		00:01:04		
62	00:00:52	00:00:35	00:00:02		00:01:29		
63	00:00:37	00:00:50	00:00:02		00:01:29		
64	00:00:14	00:00:31	00:00:06		00:00:51		
65	00:00:18	00:00:50	00:00:02	00:01:13	00:02:23		
71	00:00:25	00:00:34	00:00:02		00:01:01		
72	00:00:27	00:00:36	00:00:02	00:01:40	00:02:45		
73	00:01:02	00:00:39	00:00:02		00:01:43		
74	00:00:21	00:00:38	00:00:02		00:01:01		
75	00:00:20	00:00:46	00:00:02		00:01:08		
76	00:00:27	00:00:35	00:00:02		00:01:04		
77	00:00:47	00:00:41	00:00:02		00:01:30		
78	00:00:42	00:00:43	00:00:02	00:00:51	00:02:18		
79	00:00:19	00:00:38	00:00:02		00:00:59		

80	00:00:25	00:00:36	00:00:02		00:01:03		
81	00:00:24	00:00:55	00:00:02		00:01:21		
82	00:00:19	00:00:39	00:00:02		00:01:00		
83	00:00:44	00:00:47	00:00:02		00:01:33		
84	00:00:35	00:00:34	00:00:02	00:01:10	00:02:21		
85	00:00:12	00:00:52	00:00:02		00:01:06		
86	00:00:23	00:01:08	00:00:02		00:01:33		
87	00:01:17	00:00:36	00:00:02		00:01:55		
88	00:00:13	00:00:38	00:00:02		00:00:53		
89	00:00:49	00:00:42	00:00:02		00:01:33		
Rebatido de basculante del TJ 663							
90	00:00:18	00:00:55	00:00:02		00:01:15		
91	00:00:23	00:00:47	00:00:02		00:01:12		
92	00:00:41	00:00:59	00:00:02		00:01:42		
93	00:00:24	00:00:36	00:00:02		00:01:02		
94	00:00:35	00:00:40	00:00:02		00:01:17		
95	00:00:34	00:01:02	00:00:02	00:01:15	00:02:53		
96	00:00:14	00:00:46	00:00:02		00:01:02		
97	00:00:24	00:00:41	00:00:02		00:01:07		
101	00:00:25	00:00:47	00:00:02		00:01:14		
102	00:00:46	00:00:40	00:00:02	00:00:53	00:02:21		
103	00:00:18	00:00:48	00:00:02		00:01:08		
104	00:01:00	00:00:51	00:00:02		00:01:53		
105	00:00:10	00:00:42	00:00:02	00:01:11	00:02:05		
106	00:00:18	00:00:51	00:00:02		00:01:11		
107	00:00:38	00:00:41	00:00:02		00:01:21		
108	00:00:41	00:00:52	00:00:02		00:01:35		
109	00:00:17	00:00:50	00:00:02	00:02:15	00:03:24		
110	00:00:28	00:00:41	00:00:02		00:01:11		
111	00:00:41	00:00:42	00:00:02		00:01:25		
112	00:00:48	00:00:40	00:00:21		00:01:49		
Total	01:00:19	01:26:34	00:04:18	00:43:18	03:14:29	00:31:48	
Promedio	00:00:32	00:00:46	00:00:02	00:02:04	00:01:44		

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio que tomó perforar un taladro

00:01:44 (min)

Total de horas perforadas

03:14:29 h

Total pies perforados

896 pies

Velocidad de perforación

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ total de tal} * 1'' (0.3048) * 1\text{h}}{\text{Tiempo total de perf.} * 60 \text{ min}}$$

$$\frac{736 * 0.3048 * 1\text{h}}{03:14:29 * 60 \text{ min}} = 1.40 \text{ m/min} \cong 4.61 \text{ pies/min}$$

Rendimiento horario

$$\frac{60 \text{ min}}{00:01:44 * 1\text{h}} = 34 \text{ taladros/hora}$$

Cálculo de tonelaje

- Tonelaje teórico:

$$34 \text{ m} * 2.1 \text{ m} * 2.0 \text{ m} * 3.1 = 442.68 \text{ TM}$$



Figura 12: Coordinación entre operador y ayudante de Minijumbo Muki

Fuente: Elaboración propia



Figura 13: Perforación de equipo Minijumbo Muki
Fuente: Elaboración propia



Figura 14: Taladros perforados con guidores
Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Consumo de aceros (Jackleg – Minijumbo Muki)

En la siguiente Tabla 55 se detalla el consumo de aceros utilizados para la perforación de 351 taladros, los mismos fueron comparados con Minijumbo Muki y Maquina Jackleg.

Tabla 55: Cuadro de costos en consumo de acero

	EQUIPO JUMBO	U.S.D.	EQUIPO JACKLEG	U.S.D.
Número de taladros	351		351	
Toneladas a romper	923.47		923.47	
Numero tal/h.	20		8	
Horas totales carguío	52.5		94.5	
Total brocas utilizadas	10	\$ 550.00	12	\$ 276.00
N° pies/broca	280		240	
N° de barras 8" utilizadas				
4"	0		2.34	\$ 173.00
6"	0		0.5	\$ 222.01
8"	2	\$ 219.30	0.5	\$ 271.05
Total	2	\$ 438.50	3.34	\$ 651.36
Pies perforadas por barra				
4"	0		1404	
6"	0		702	
8"	2808		702	
Total	2808		2808	
% Shank utilizado		\$ 112.30		
COSTO TOTAL U.S.D.		\$ 1,320.10		\$ 1,593.42

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Cálculo de burden, espaciamento y malla de perforación

Para el siguiente cálculo se realizaron la toma de datos que lo que se detalla :

4.1.3.2. Cálculo de burden

$$B = 3.15 \text{ dexp. } (\omega_e / \omega_r)^{1/3}$$

Donde:

B Burden =
 ω_{exp} . Diámetro del explosivo = 0.040 m

φ_e Densidad del explosivo = 900 kg/m³

φ_r Densidad de la roca = 3000 kg/m³

Reemplazando valores

$B = 3.15 * 0.040(900/3000)^{1/3}$

$B = 3.32$ Pies 1.01 m.

4.1.3.3. Cálculo de ANFO por taladro

DONDE

constante $\Pi = 3.14$

diámetro del tal = (D)² 41

Longitud Taladro 2.1

Reemplazando valores

$d_c = \frac{0.9 * 40^2 * 3.14}{...}$

$d_c = 1.19$ kg

4.1.3.1. Cálculo de malla de perforación

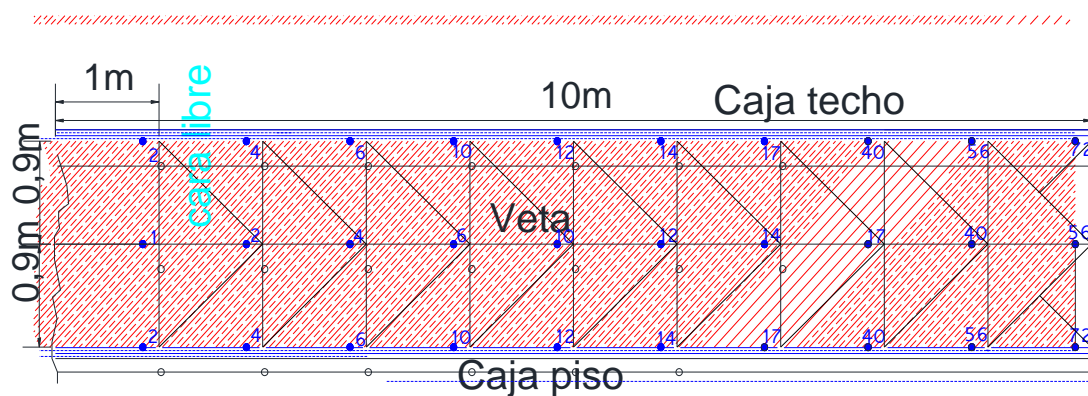


Figura 15: Cálculo de malla de perforación
Fuente :Elaboración Propia

La secuencia de salida de los taladros se dará en forma trapezoidal por un tema de cuidado de cajas en el tajeo. A diferencia de los anteriores disparos donde la salida se daba de forma paralela en todas las filas de la malla de perforación esto ocasionaba el

Debilitamiento de las cajas dentro del tajeo debido a la presión de detonación que se liberaba en un solo momento en la fila de taladros. Ver Figura 15.

4.1.4. Análisis comparativo entre equipo Minijumbo Muki versus maquina Jackleg en tajeos

Comparativo de tiempos de perforación por guardias

El siguiente análisis se realizó en el tajeo 850W donde se perforaron 361 taladros, estos taladros se perforaron con equipo Minijumbo Muki, se detalla el resultado comparativo donde se considera el tiempo que tomó perforar todos los taladros y cuanto nos hubiese demorado realizarlo con maquina Jackleg, ver Tabla 56 .

Longitud del tajo (aprox.) :	118 m.
Ancho de veta (aprox.):	1.3 m.
Densidad de mineral (aprox.):	3.01m
Altura de corte (aprox.):	2.0 m.
Malla de perforación:	0.80 x 0.80

Tiempos de perforación de taladro con maquina Jackleg y Minijumbo Muki

Tabla 56: Comparativo de tiempos.

	Jackleg	Minijumbo Muki
Tiempo (Aprox.) X Taladro	2 min 52 s.	50 s.
Tiempo (Aprox.) de Posicionamiento	3 min 40 s.	54 s.
Ciclo total de perforación	6 min 32 s.	1 min. 44 s.

Fuente : Elaboración propia

Rendimiento por hora entre maquina Jackleg y Minijumbo Muki

- 36 taladros/hora (Aprox.) de 8' de Longitud
- 12 taladros/hora (Aprox.) de 8' de Longitud.

Perforación con maquina Jackleg

Considerando los 361 taladros todo este proceso realizado con maquina Jackleg

$$\frac{X}{1 \text{ h}} = \frac{361 \text{ taladros}}{12 \text{ taladros/hora}}$$

Total 29.5 h

Sin embargo debemos considerar que cada guardia se hace una perforación efectiva de 5 h. El resto de 5.5 h, son considerados los tiempos muertos, el relleno, la limpieza de labor, etc.

$$\frac{29.5}{5} = 6 \text{ guardias}$$

En este cálculo considerando las 5 h. efectivas de trabajo de perforación, podemos concluir que requerimos de 6 guardias como mínimo para poder realizar la perforación de 361 taladros.

Perforación con Minijumbo Muki

Considerando los 361 taladros todo este proceso realizado con minijumbo Muki

$$\frac{X}{1 \text{ h}} = \frac{351 \text{ taladros}}{34 \text{ taladros/hora}}$$

Total 10.3 h

Considerando las horas efectivas de trabajo 5 h.

$$\frac{10.3}{5} = 2 \text{ guardias}$$

Perforación de 361 taladros con Maquina Jackleg: 6 guardias

Perforación de 361 taladros con Minijumbo Muki: 2 guardias

El resultado es considerable, con una diferencia de 4 guardias, 4 guardias que se podrán aprovechar para continuar con la aceleración del ciclo de minado y poder cumplir con el incremento de producción, ver Figura 16.

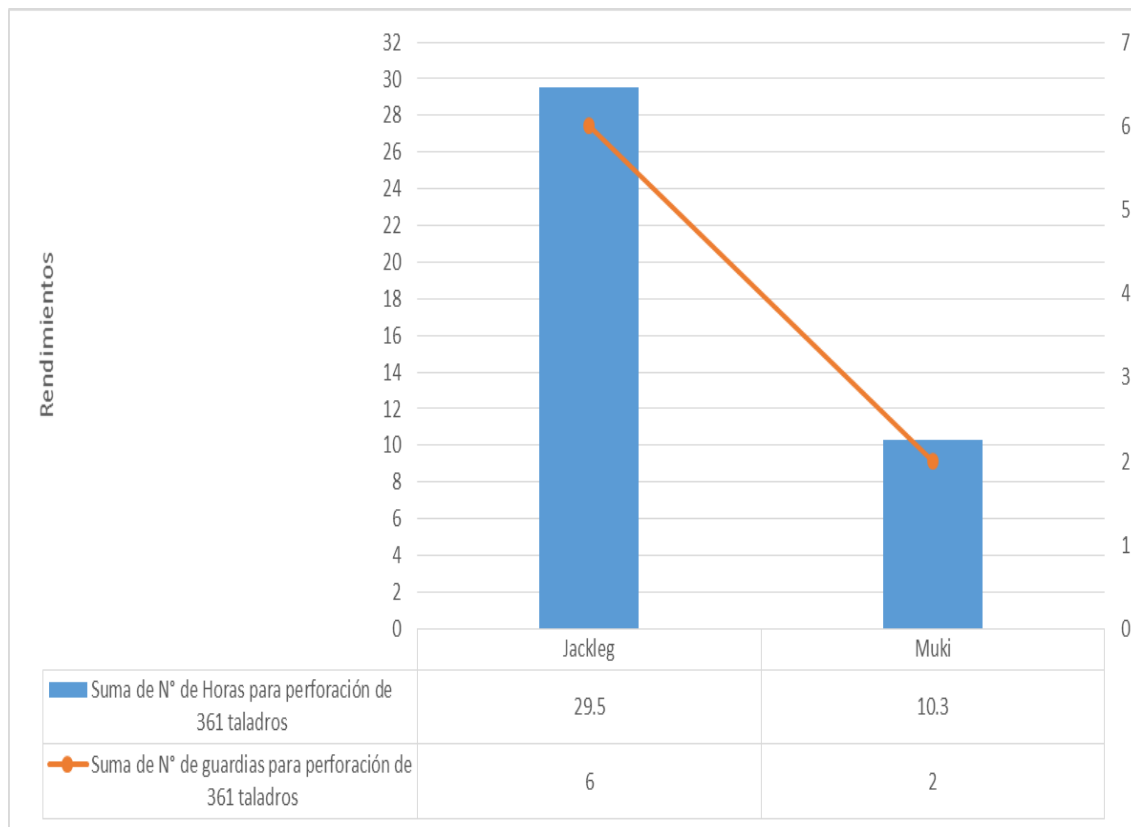


Figura 16: Tiempos de perforación comparativo

Fuente: Elaboración propia

4.2. Resultados

4.2.1 Resumen de pruebas obtenidas

De acuerdo a los datos tomados durante las 8 pruebas se pudo determinar los siguientes datos, los cuales también se reflejan en la Tabla 57:

- Tiempo de perforación por taladro con Equipo Minijumbo

00:01:43 min.

- Rendimiento taladros por hora

34 taladros

Tabla 57: Resumen de pruebas en tajeos

N° DE PRUEBA	TAJO	FECHA	N° DE TALADROS	TIEMPO PROMEDIO DE PERFORACIÓN POR TALADRO	TIEMPO TOTAL DE PERFORACIÓN	RENDIMIENTO HORARIO (tal/h)	TONELAJE ROTO (TM)
1	850W	18/09/2016	124	00:01:59	03:59:54	30	652.35
2	850 E	20/09/2016	166	00:01:39	04:35:16	31	617.20
3	663E	22/09/2016	85	00:01:49	02:34:19	32	583.10
4	663W	24/09/2016	83	00:01:30	02:03:50	33	617.20
5	663 W	26/09/2016	33	00:01:34	00:51:45	34	148.20
6	850 E	27/09/2016	39	00:01:34	01:11:11	35	99.20
7	850 E	28/09/2016	92	00:01:57	02:59:41	36	277.88
8	663EW	29/09/2016	112	00:01:44	03:14:29	37	442.68
PROMEDIO				00:01:43		34	3437.81

Fuente: Elaboración propia

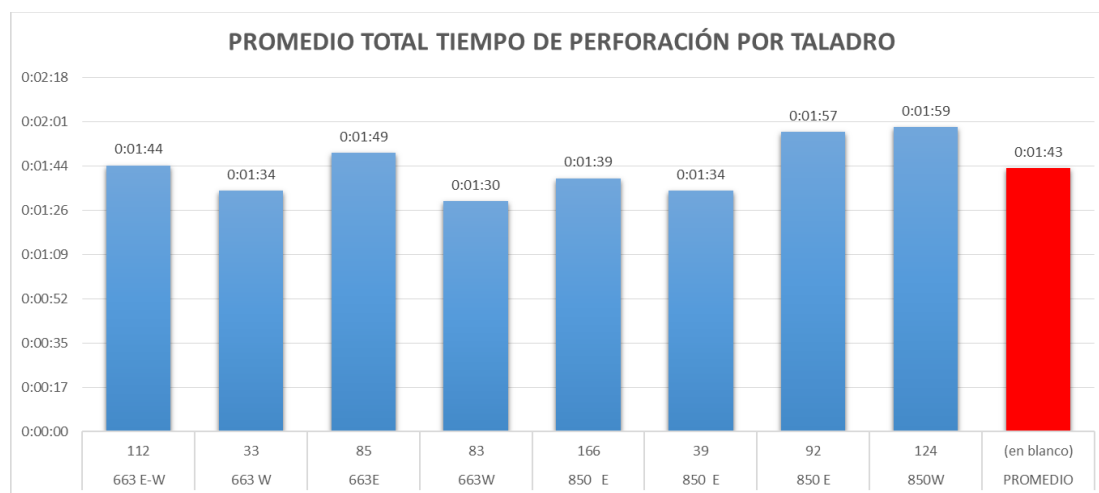


Figura 17: Promedio de tiempos de perforación

Fuente: Elaboración propia

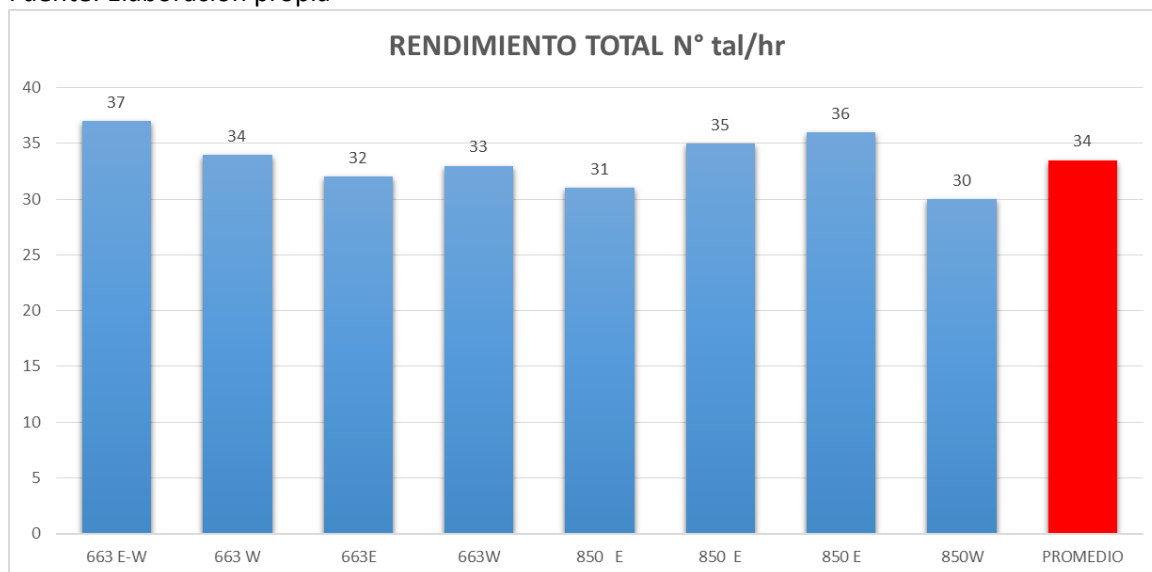


Figura 18: Rendimiento tal/h con equipo Minijumbo Muki

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Representación de producción mediante indicadores semanales de producción

A continuación en la Tabla 58 se presenta el gráfico de indicadores semanales de cumplimiento, donde se representa la producción ejecutada versus la producción programada, tanto con maquina Jackleg y equipo Minijumbo MUKI.

Tabla 58: Indicador de la última semana del mes de setiembre

LABOR	PROG. SEMANA	EJEC. JACKLEG	EJEC. MUKI	% CUMPL. SEMANA	TAREA	TALADRO JACK LEG	TALADRO MUKI	EXPLOSIVO kg	HORA EQUIPO.	TM/Tal. JACK LEG	TM/Tal. MUKI	kg/TM
TJ140	0.00	216.50	0.00	100.00%	27.00	73	0	72.10	15.00	2.97	0.00	0.33
TJ 156	800.00	662.50	0.00	189.31%	86.00	210	0	207.30	53.00	3.06	0.00	0.31
TJ 591	0.00	364.20	0.00	100.00%	23.00	120	0	109.80	14.00	3.04	0.00	0.30
TJ 663	1,650.00	0.00	1,294.04	78.43%	72.00	0	357	392.50	46.00	0.00	3.62	0.30
TJ 850	900.00	416.20	1,149.57	127.13%	64.00	132	323	521.50	40.00	3.09	3.56	0.33
TJ 767	1,400.00	270.35	0.00	19.31%	17.00	86	0	81.50	9.00	3.14	0.00	0.30
TJ 795	700.00	357.92	0.00	52.56%	23.00	116	0	107.50	12.00	3.05	0.00	0.30
TJ 940	1,300.00	879.60	0.00	48.16%	36.00	278	0	274.10	22.00	3.16	0.00	0.31
PROM.	6,750.00	3,167.27	2,443.61	83.12%	348.00	1015	680	1766.30	211.00	3.12	3.59	0.31

Fuente: Área Operaciones Mina KOLPA

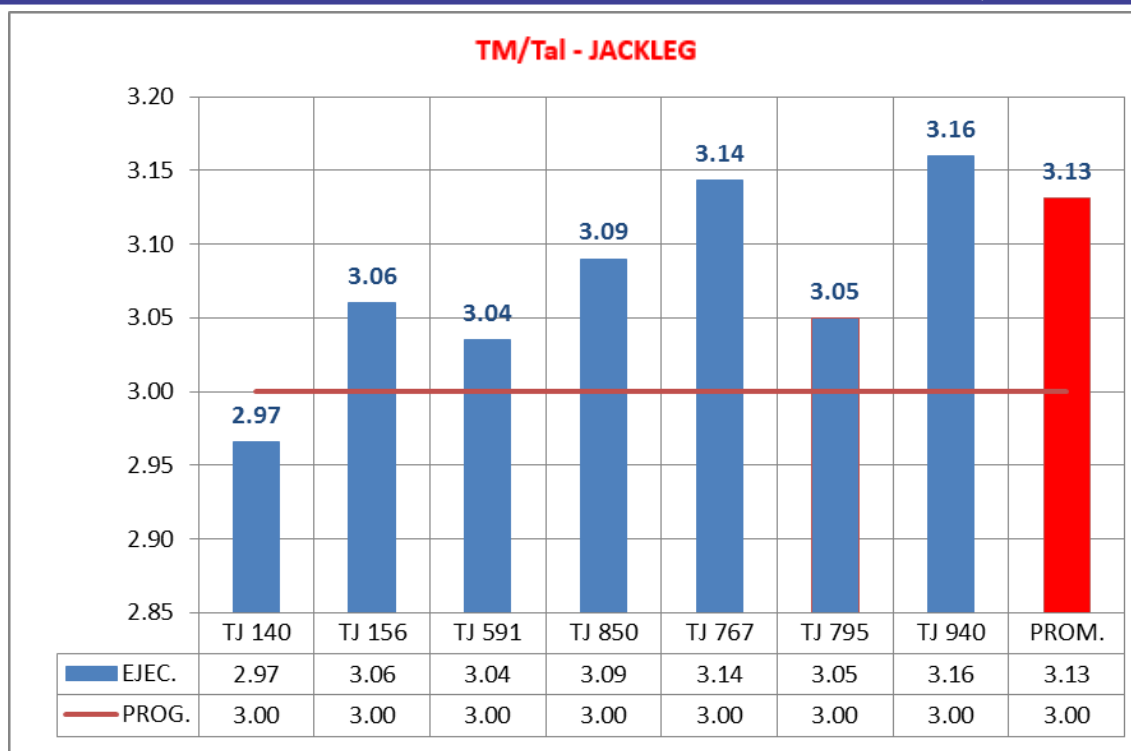


Figura 19: Indicador de rendimiento TM/Tal con equipo Jackleg

Fuente: Área Operaciones Mina KOLPA

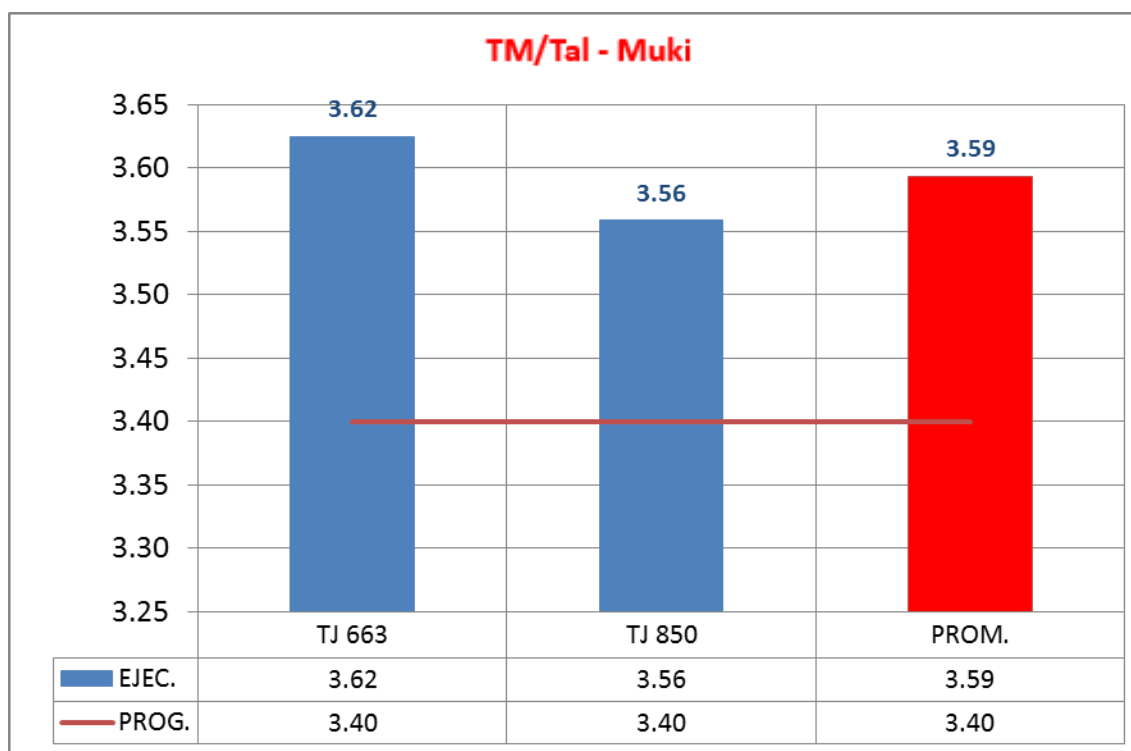


Figura 20: Indicador de rendimiento TM/Tal con equipo Minijumbo Muki

Fuente: Área Operaciones Mina KOLPA

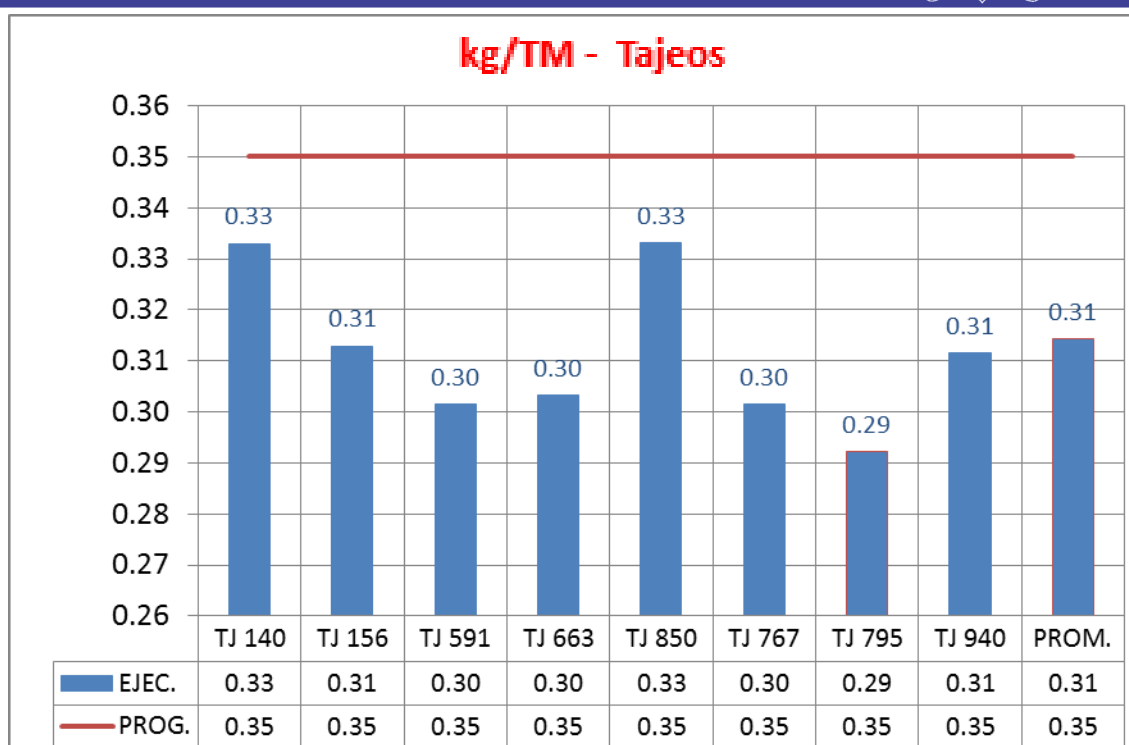


Figura 21: Indicador de factores de potencia
Fuente: Área Operaciones Mina KOLPA

A continuación en la Tabla 59 se exponen los indicadores correspondientes a la última semana de mayo, en esta oportunidad el equipo Minijumbo Muki ya empieza a trabajar en la mayoría de tajeos y prácticamente toda la producción semanal se ejecuta con el equipo Minijumbo.

Tabla 59: Indicador de la última semana del mes de mayo

LABOR	PROG. SEMANA	EJEC. JACKLEG	EJEC. MUKI	% CUMPL. SEMANA	TAREA	TALADRO JACK LEG	TALADRO MUKI	EXPLOSIVO kg	HORAS EQUIPO.	TM/Tal. JACK LEG	TM/Tal. MUKI	kg/TM
TJ 663	150.00	0.00	543.60	362.40%	31.00		146	142.50	18.50		3.72	0.26
TJ 156	1,050.00	0.00	826.80	78.74%	46.00		229	186.50	31.20		3.61	0.23
TJ 591	700.00	325.20	0.00	46.46%	19.00	101		85.40	11.50	3.21		0.26
TJ 767	825.00	792.60	0.00	96.07%	45.00	251		221.50	28.00	3.16		0.28
TJ 850	700.00	0.00	1,035.30	147.90%	52.00		286	253.80	35.10		3.62	0.25
TJ 140	600.00	0.00	721.60	120.27%	39.00		201	195.60	26.80		3.59	0.27
TJ 849	0.00	0.00	104.50	0.00%	5.60		29	31.20	3.84		3.61	0.30
TJ 940	600.00	0.00	685.90	114.32%	33.26		191	195.60	25.00		3.59	0.29
TJ 978	775.00	0.00	523.60	67.56%	26.00		142	155.50	25.00		3.70	0.30
APORTE EXPLOR.	1,446.00		1,446.00	100.00%								
PROM.	6,846.00	1,117.80	5,887.30	102.32%	296.86	352	1224	1467.60	204.94	3.17	3.62	0.27

Fuente: Área Operaciones Mina KOLPA

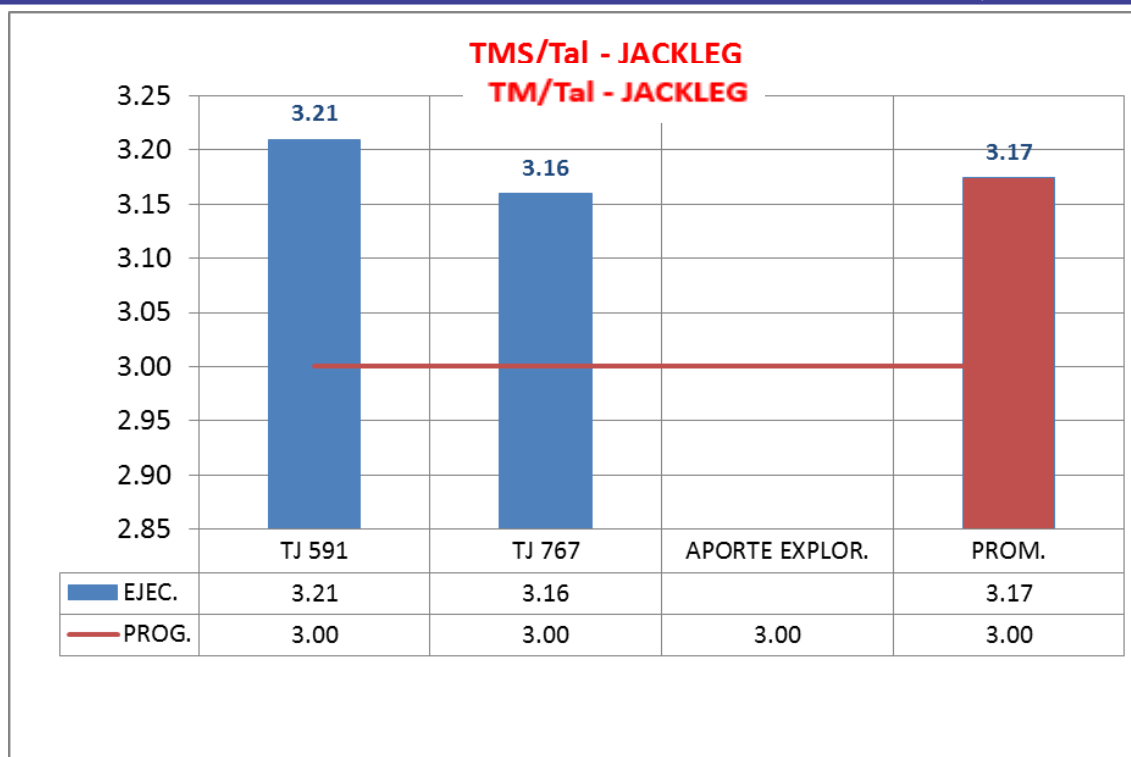


Figura 22: Indicador de rendimiento TM/Tal con equipo Jackleg

Fuente: Área Operaciones Mina KOLPA

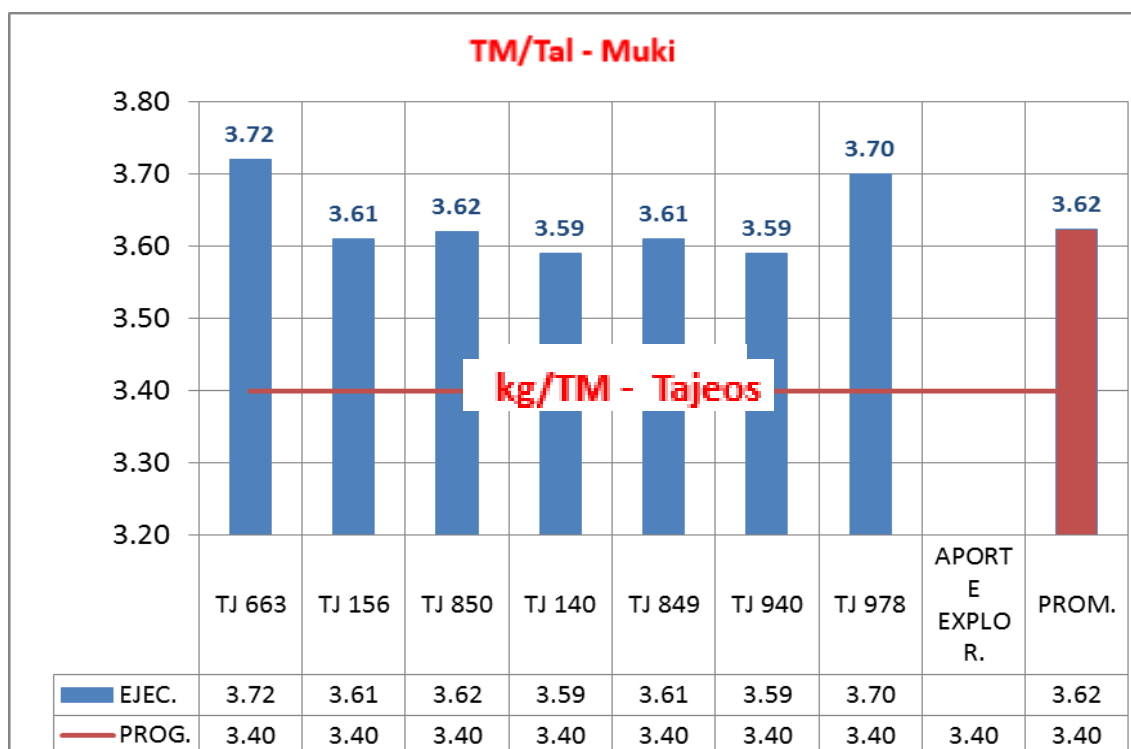


Figura 23: Indicador de rendimiento TM/Tal con equipo Minijumbo Muki

Fuente: Área Operaciones Mina KOLPA

- Indicador de factores de potencia en los tajeos tanto con maquina Jackleg y equipo Minijumbo Muki en la última semana de mayo, se puede apreciar que se

redujeron completamente los factores de potencia (reducción del consumo de explosivos)

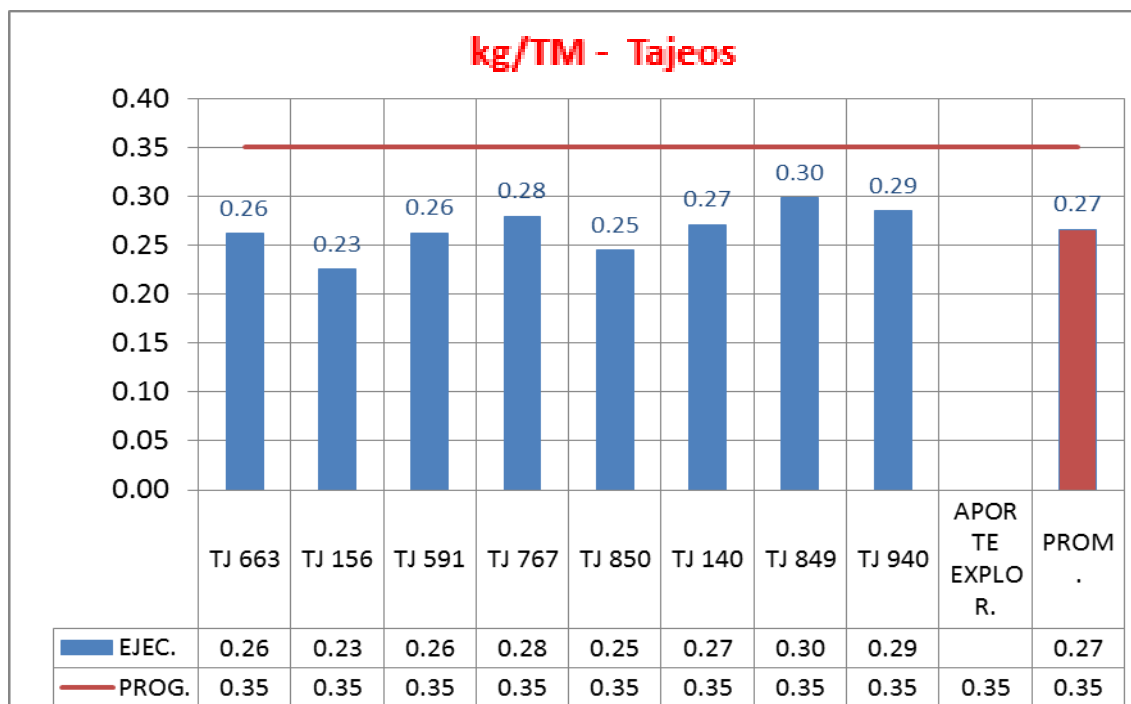


Figura 24: Indicador de factores de potencia
Fuente: Área Operaciones Mina KOLPA

4.2.5 Costos de producción USD/TM

De acuerdo a un análisis de rendimientos se puede obtener el siguiente Precio Unitario para la producción de una tonelada con equipo Minijumbo Muki, ver Tabla 60 :

Tabla 60: Precio unitario por tonelada con equipo Jumbo.

TIPO	RELLENO DETRITICO	EXPLOSIVO ROCA	ANFO SEMIDURA	
LONGITUD DE CORTE	27.20 m	N° Taladros:	100	uni
LONGITUD DE PERFORACION	8.00 m	N° Tal.carg.:	100	uni
ALTURA DE CORTE	2.00 m			
PESO ESPECIFICO	3.1 tn/m ³	VOLUMEN	108.8	m3
EQUIPOS:	MINI-JUMBO (MUKI) - SCOOPTRAM		325.0	tn

ITEM	DESCRIPCION	INCIDENCIA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL \$	TOTAL \$ / t
1.-	MANO DE OBRA					
	OPERADOR DE JUMBO	1.29	Tarea	65.21	\$/Tarea	84.12
	AYUDANTE DE JUMBO	1.29	Tarea	37.01	\$/Tarea	47.74
	OPERADOR DE SCOOP	1.29	Tarea	49.85	\$/Tarea	64.30
	PARRILLERO	1.29	Tarea	37.01	\$/Tarea	47.74
	CARGADOR / DISPARADOR	1.29	Tarea	37.01	\$/Tarea	47.74
						291.63
						0.90
2.-	EEPs					
	OPERADOR DE JUMBO	1.29	Tarea	2.75	\$/Tarea	3.55
	AYUDANTE DE JUMBO	1.29	Tarea	2.75	\$/Tarea	3.55
	OPERADOR DE SCOOP	1.29	Tarea	2.75	\$/Tarea	3.55
	PARRILLERO	1.29	Tarea	2.23	\$/Tarea	2.87
	CARGADOR / DISPARADOR	1.29	Tarea	2.06	\$/Tarea	2.65
						16.19
						0.05
3.-	EXPLOSIVOS					
	EMULSION	9.05	kg	2.42	\$/ kg	21.87
	NITRATO DE AMONIO (ANFO)	105.00	kg	0.91	\$/ kg	95.12
	DETONADOR NO ELECTRICO (EXANEL)	100.00	und	1.45	\$/ und	145.10
	CORDON DETONANTE	200.00	m	0.26	\$/ m	52.45
	CARMEX	6.00	und	0.85	\$/ und	5.09
						319.63
						0.98
4.-	EQUIPO Y ACEROS DE PERFORACION					
	BROCA BOART 38 MM	800.00	pp	0.20	\$/ pie	160.24
	BARRA DE PERFORACIÓN T38 8 Pies	800.00	pp	0.17	\$/ pie	139.27
	SHANK T38	800.00	pp	0.11	\$/ pie	89.05
	CUPLIN	800.00	pp	0.04	\$/ pie	30.95
						419.51
						1.29
5.-	MATERIALES Y HERRAMIENTAS					
	HERRAMIENTAS PERFORISTA	1	Tarea	4.44	\$/Tarea	4.44
	PARRILLERO	1	Tarea	1.20	\$/Tarea	1.20
						5.64
						0.02
6.-	EQUIPOS DE CONTRATA					
	MINI-JUMBO	4.50	h-m	80.00	\$/ h-m	360.00
	SCOOPTRAM 2.5 Yd3 Extracción	10.00	h-m	63.20	\$/ h-m	632.00
	SCOOPTRAM 2.5 Yd3 Relleno	14.50	h-m	63.20	\$/ h-m	916.40
						1908.40
						5.87
						9.11
A.-	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS					2961.00
						9.11
7.-	COSTOS INDIRECTOS					
	Contingencias y prevención de pérdidas	3.00%			\$	88.83
	Utilidad	10.00%			\$	296.10
						1.18
B.-	SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS					384.93
						1.18
TOTAL COSTO POR TONELADA (\$ / t)						10.30
Datos Técnicos						
	Equipo de limpieza		Scoop			
	Tipo de Malla		Cuadrada			
	A=		3.00	tal		
	B=		34.00	tal		
	Burden		0.80	m		
	Espaciamiento		0.80	m		
	Número de Taladros		100.00	Taladros		
	Longitud de Taladro		8.00	Pies		
	Eficiencia de Voladura		91%			
	Eficiencia de Perforación		90%			
	Altura de corte		2.00	m		
	Avance x Disparo		27.20	m		
	Ancho de minado		2.00	m		
	Rendimiento		108.80	m3/disparo		
	Densidad del Mineral		3.10	tn/m3		
	Mineral por disparo		325.0	tn		

Fuente: Centro de costos COMICIV

El precio final es de 10.30 USD el cual está por debajo del costo actual por tonelada métrica producido con maquina Jackleg a continuación se describe el Precio Unitario de TM con Jackleg, ver Tabla 61 :

Tabla 61: Precio unitario por tonelada con maquina Jackleg.

TIPO	RELLENO DETRITICO	EXPLOSIVO ROCA	ANFO SEMIDURA	
LONGITUD DE CORTE	6.00 m	N° Taladros:	27	uni
LONGITUD DE PERFORACION	2.44 m	N° Tal.carg.:	27	uni
ALTURA DE CORTE	2.08 m			
PESO ESPECIFICO	3 tn/m ³	VOLUMEN	27.5	m3
EQUIPOS:	SCOOPTRAM		82.4	tn

ITEM	DESCRIPCION	INCIDENCIA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO		SUBTOTAL \$	TOTAL \$ / t
1.-	MANO DE OBRA						
	PERFORISTA	1.29	Tarea	38.23	\$/Tarea	49.13	
	AYUDANTE DE PERFORISTA	1.29	Tarea	37.01	\$/Tarea	47.55	
	OPERADOR DE SCOOP	1.00	Tarea	49.85	\$/Tarea	49.85	
	PARRILLERO	1.00	Tarea	37.01	\$/Tarea	37.01	
						183.54	2.23
2.-	EEPs						
	PERFORISTA	1.29	Tarea	3.47	\$/Tarea	4.45	
	AYUDANTE DE PERFORISTA	1.29	Tarea	3.47	\$/Tarea	4.45	
	OPERADOR DE SCOOP	1.00	Tarea	2.75	\$/Tarea	2.75	
	PARRILLERO	1.00	Tarea	2.23	\$/Tarea	2.23	
						13.89	0.17
3.-	EXPLOSIVOS						
	EMULSION	2.96	kg	2.42	\$/ kg	7.16	
	NITRATO DE AMONIO (ANFO)	27.00	kg	0.91	\$/ kg	24.46	
	DETONADOR NO ELECTRICO (EXANEL)	27.00	und	1.45	\$/ und	39.18	
	CORDON DETONANTE	20.00	m	0.26	\$/ m	5.24	
	ARMADA DE MECHA LENTA	2.00	und	1.22	\$/ und	2.45	
	MECHA RAPIDA	0.20	m	0.36	\$/ und	0.07	
						78.55	0.95
4.-	EQUIPO Y ACEROS DE PERFORACION						
	MAQUINA PERFORADORA	216	pp	0.14	\$/ pie	29.82	
	ACCESORIOS EQ. PERFORACION	216	pp	0.11	\$/ pie	23.94	
						53.76	0.65
5.-	MATERIALES Y HERRAMIENTAS						
	HERRAMIENTAS PERFORISTA	1	Tarea	4.44	\$/Tarea	4.44	
	PARRILLERO	1	Tarea	1.20	\$/Tarea	1.20	
	TACOS DE ARCILLA	27	und	0.07	\$/ und	1.81	
						7.45	0.09
6.-	EQUIPOS DE CONTRATA						
	SCOOPTRAM 2.5 Yd3 Extracción	3.50	h-m	63.20	\$/ h-m	221.20	
	SCOOPTRAM 2.5 Yd3 Relleno	5.00	h-m	63.20	\$/ h-m	316.00	
						537.20	6.52
							10.62
A.-	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS					874.39	10.62
7.-	COSTOS INDIRECTOS						
	Contingencias y prevencion de perdidas	3.00%			\$	26.23	0.32
	Utilidad	10.00%			\$	87.44	1.06
							1.38
B.-	SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS					113.67	1.38
TOTAL COSTO POR TONELADA (\$ / t)							12.00

Datos Técnicos				
Equipo de limpieza		Scoop		
Ancho de minado		2.60	m	
Longitud de corte		6.00	m	
Burden		0.80	m	
Espaciamiento		0.80	m	
Número de Taladros		27.00	Taladros	
Longitud de Taladro		2.44	m	8.00 Pies
Eficiencia de Voladura		95%		
Eficiencia de Perforación		90%		
Longitud de perforación		2.08	m	
Avance x Disparo		6.00	m	
Inclinacion de taladro		75	°	
Altura de corte		2.01	m	
Densidad del Mineral		3.00	tn/m3	
Tonelada rota / taladro		3.87	tn/tal	
Mineral por disparo		82.35	tn	

Fuente: Centro de costos COMICIV

La diferencia es de USD 1.70, el cual en una producción de 22,000 TM. Se convierte en un ahorro significativo de USD 37, 400.00.

También se debe considerar el costo de mano de obra y horas equipo:

- **Equipo Minijumbo:**
 = 0.90 USD/TM (mano de obra) + 5.87 USD/TM (h. equipo)
 = 6.77 USD/TM

- **Maquina Jackleg:**
 = 2.29 USD/TM (mano de obra + 6.52 USD/TM (h. equipo)
 = 8.81 USD/TM

De igual manera el siguiente cuadro revela la liquidación dentro de la empresa para el mes de diciembre donde se denota que de la producción total del mes pertenece a la explotación con equipo Minijumbo Muki, ver Tabla 62.

Tabla 62: Liquidación diciembre con cumplimiento final en producción con Muki y

Maquina Jackleg.

NIVEL	LABOR	VOL. TONELAJE (m3)	PALLA QUINQUE (m3)	VOIREAL (m3)	VOL. VETA (m3)	VOL. PLANIFICADO (m3)	VOL. PERMISIBLE (m3)	SOBRE DILUCION (%)	TONELAJE EXTRAIDO (TMS)	TONELAJE CON JACKLEG	TONELAJE CON MINIJUMBO
4555	TJ 570 EW	166.38	0.00	166.38	128.30	141.13	158.07	5.00%	512.45	512.45	0.00
4518	TJ 591 EW	750.74	33.60	717.14	650.45	715.50	779.89	0.00%	2,248.23	1,528.80	719.43
4518	TJ 663 EW	1,592.14	29.50	1,562.64	1,232.98	1,356.28	1,559.72	0.19%	4,843.02	1,017.04	3,825.98
4480	TJ 821 EW	426.24	0.00	426.24	369.12	406.03	426.33	0.00%	1,321.38	832.47	488.91
4380	TJ 850	967.23	6.00	960.73	811.33	892.46	999.56	0.00%	2,993.79	1,437.02	1,556.77
4380	TJ 850 EW	1,059.07	47.30	1,011.77	890.47	979.52	1,175.42	0.00%	3,201.95	1,793.09	1,408.86
4280	TJ 749 EW	573.03	0.00	573.03	491.99	541.19	589.90	0.00%	1,783.14	909.40	873.74
4230	TJ 767	1,069.20	55.60	1,013.60	876.45	964.10	1,012.30	0.13%	3,141.64	1,476.57	1,665.07

20,045.60

Fuente: Planeamiento Mina Kolpa

4.2.6 Resumen de producción

4.2.6.1. Resumen de producción año 2016 (explotación convencional)

Tabla 63: Resumen de producción año 2016

Mes	PROGRAMA		EJECUTADO		DIFER. ACUM.
	DIA	ACUM.	DIA	ACUM.	
ENERO	21,700	21,700	20,588.60	20,588.60	-1,111.40
FEBRERO	21,700	43,400	18,553.30	39,141.90	-4,258.10
MARZO	21,700	65,100	19,685.50	58,827.40	-6,272.60
ABRIL	21,700	86,800	17,985.30	76,812.70	-9,987.30
MAYO	21,700	108,500	20,546.60	97,359.30	-11,140.70
JUNIO	21,700	130,200	19,335.60	116,694.90	-13,505.10
JULIO	21,700	151,900	21,325.60	138,020.50	-13,879.50
AGOSTO	21,700	173,600	20,968.50	158,989.00	-14,611.00
SEPTIEMBRE	21,700	195,300	21,953.60	180,942.60	-14,357.40
OCTUBRE	21,700	217,000	22,986.50	203,929.10	-13,070.90
NOVIEMBRE	21,700	238,700	22,363.00	226,292.10	-12,407.90
DICIEMBRE	21,700	260,400	23,512.60	249,804.70	-10,595.30
			249,804.70		

Fuente: Planeamiento Mina Kolpa

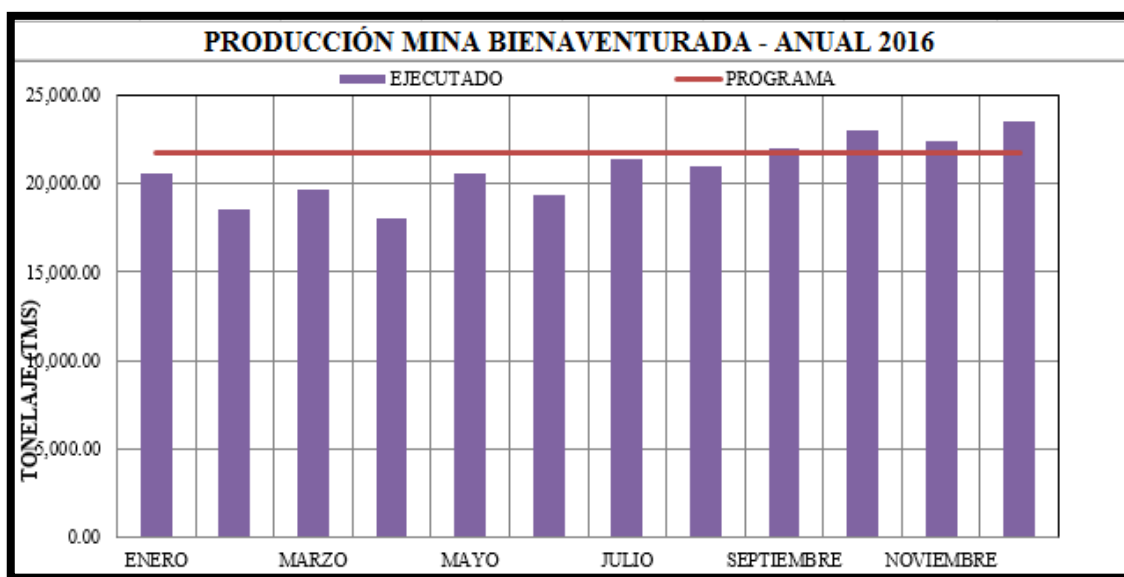


Figura 25: Histograma de producción 2016

Fuente: Planeamiento Mina Kolpa

4.2.6.2. Resumen de producción año 2017 (explotación mecanizada)

Tabla 64: Resumen de producción año 2016

MES	PROGRAMA		EJECUTADO		DIFER. ACUM.
	MES	ACUM.	MES	ACUM.	
ENERO	26,000	26,000	24,286.30	24,286.30	-1,713.70
FEBRERO	26,000	52,000	25,369.30	49,655.60	-2,344.40
MARZO	26,000	78,000	26,951.60	76,607.20	-1,392.80
ABRIL	26,000	104,000	26,356.30	102,963.50	-1,036.50
MAYO	26,000	130,000	26,003.20	128,966.70	-1,033.30
JUNIO	26,000	156,000	26,443.20	155,409.90	-590.10
JULIO	26,000	182,000	26,112.20	181,522.10	-477.90
AGOSTO	26,000	208,000	26,763.20	208,285.30	285.30
SEPTIEMBRE	26,000	234,000	26,198.20	234,483.50	483.50
OCTUBRE	26,000	260,000	26,542.30	261,025.80	1,025.80
NOVIEMBRE	26,000	286,000	0.00		
DICIEMBRE	26,000	312,000	0.00		
			261,025.80		

Fuente: Planeamiento Mina Kolpa

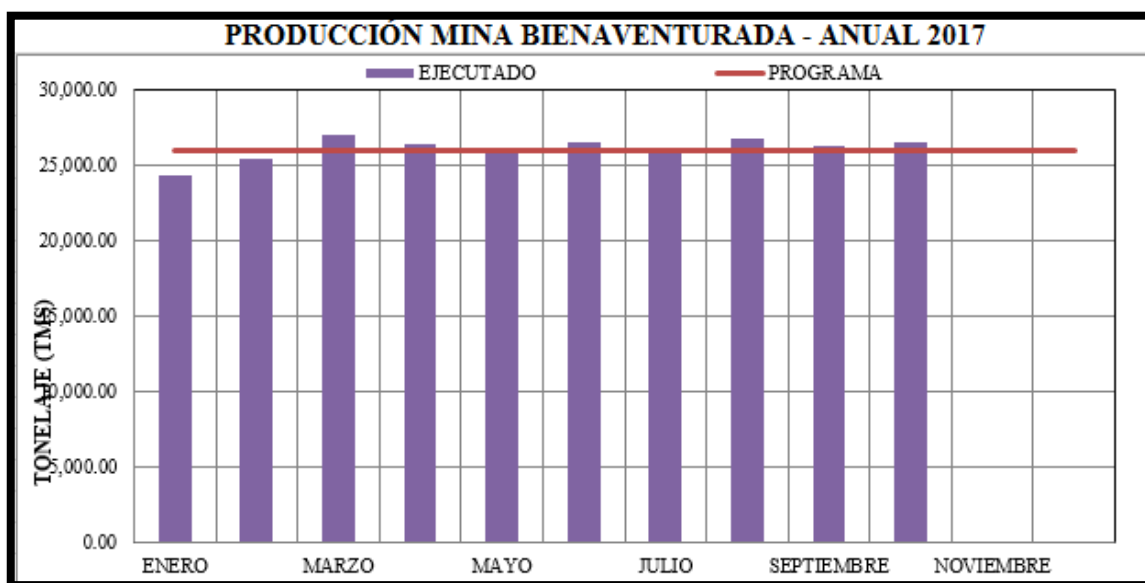


Figura 26: Histograma de producción 2017

Fuente: Planeamiento Mina Kolpa

Entre la Tabla 64 y Figura 26, se puede apreciar la evolución de la producción ejecutada en el año 2016 y el año 2017, obteniendo el incremento de producción mensual, alcanzando la producción diaria de 850 toneladas como mínimo, gracias a la producción generada con el equipo Minijumbo

4.2.6.3. Producción diaria mes de junio 2017

Tabla 65: Cuadro de Producción junio 2017

DIA MES	PROGRAMA		EJECUTADO		DIFER. ACUM.	% CUMPL	Ag-Oz/Tm	% Pb	% Zn	% Cu	US \$
	DIA	ACUM.	DIA	ACUM.							
01	850	850	835.60	835.60	-14.40	↓ 98.31%	4.82	4.28	5.44	0.61	183.60
02	850	1,700	800.21	1,635.81	-64.19	↓ 96.22%	3.97	2.85	3.98	0.25	132.54
03	850	2,550	862.50	2,498.31	-51.69	↓ 97.97%	3.73	2.77	2.96	0.27	117.29
04	850	3,400	988.50	3,486.81	86.81	↑ 102.55%	3.36	3.68	4.75	0.40	147.64
05	850	4,250	869.60	4,356.41	106.41	↑ 102.50%	3.83	3.67	3.55	0.22	135.87
06	850	5,100	926.50	5,282.91	182.91	↑ 103.59%	3.19	3.28	3.06	0.39	120.67
07	850	5,950	842.64	6,125.55	175.55	↑ 102.95%	3.74	3.45	3.25	0.37	131.06
08	850	6,800	980.79	7,106.34	306.34	↑ 104.51%	3.87	3.16	3.00	0.35	125.62
09	850	7,650	925.60	8,031.94	381.94	↑ 104.99%	3.78	3.53	3.02	0.25	127.76
10	850	8,500	920.50	8,952.44	452.44	↑ 105.32%	4.14	3.39	3.12	0.22	130.95
11	850	9,350	922.30	9,874.74	524.74	↑ 105.61%	4.14	2.88	2.66	0.20	118.67
12	850	10,200	867.09	10,741.83	541.83	↑ 105.31%	4.28	3.84	3.05	0.24	137.73
13	850	11,050	704.84	11,446.67	396.67	↑ 103.59%	5.47	4.42	3.98	0.31	170.84
14	850	11,900	827.29	12,273.96	373.96	↑ 103.14%	5.01	3.79	4.65	0.32	165.44
15	850	12,750	796.80	13,070.76	320.76	↑ 102.52%	3.01	2.81	2.19	0.33	101.40
16	850	13,600	826.98	13,897.74	297.74	↑ 102.19%	3.63	5.03	3.91	0.39	157.94
17	850	14,450	926.30	14,824.04	374.04	↑ 102.59%	4.39	5.01	5.18	0.52	183.33
18	850	15,300	1182.30	16,006.34	706.34	↑ 104.62%	3.63	3.88	4.67	0.35	151.60
19	850	16,150	893.50	16,899.84	749.84	↑ 104.64%	4.62	3.55	4.37	0.38	155.71
20	850	17,000	983.60	17,883.44	883.44	↑ 105.20%	4.44	3.95	5.11	0.38	167.22
21	850	17,850	945.88	18,829.32	979.32	↑ 105.49%	3.87	3.47	4.23	0.31	143.12
22	850	18,700	792.50	19,621.82	921.82	↑ 104.93%	3.82	3.26	4.09	0.31	138.48
23	850	19,550	855.31	20,477.13	927.13	↑ 104.74%	4.05	3.61	4.22	0.33	147.40
24	850	20,400	939.57	21,416.70	1,016.70	↑ 104.98%	5.00	3.54	3.42	0.26	147.04
25	850	21,250	986.81	22,403.51	1,153.51	↑ 105.43%	4.10	3.56	3.29	0.22	134.54
26	850	22,100	896.60	23,300.11	1,200.11	↑ 105.43%	3.67	2.99	3.39	0.24	123.90
27	850	22,950	841.63	24,141.74	1,191.74	↑ 105.19%	4.48	2.98	3.74	0.31	138.31
28	850	23,800	865.60	25,007.34	1,207.34	↑ 105.07%	5.60	3.77	4.50	0.42	171.97
29	850	24,650	377.70	25,385.04	735.04	↑ 102.98%	5.83	4.20	5.25	0.51	190.37
30	850	25,500	1058.20	26,443.24	943.24	↑ 103.70%	4.01	3.85	4.33	0.41	152.54

Fuente: Planeamiento Mina Kolpa

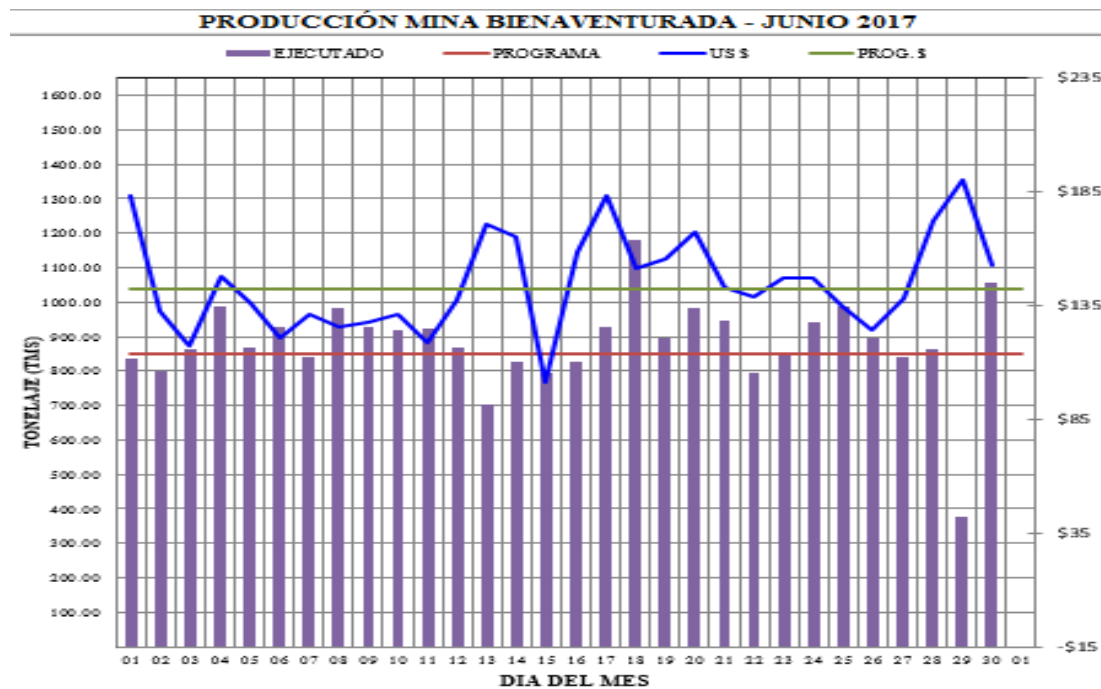


Figura 27: Histograma De Producción Junio 2017

Fuente: Planeamiento Mina Kolpa

4.2.6.4. Producción diaria mes de junio 2016

Tabla 66: Cuadro de Producción junio 2016

DIA MES	PROGRAMA		EJECUTADO		DIFER. ACUM.	% CUMPL	Ag-Oz/Tm	% Pb	% Zn	% Cu	US \$
	DIA	ACUM.	DIA	ACUM.							
01	720	720	653.20	653.20	-66.80	↓ 90.72%	4.82	4.28	5.44	0.61	● 183.60
02	720	1,440	698.30	1,351.50	-88.50	↓ 93.85%	3.97	2.85	3.98	0.25	● 132.54
03	720	2,160	621.20	1,972.70	-187.30	↓ 91.33%	3.73	2.77	2.96	0.27	● 117.29
04	720	2,880	528.30	2,501.00	-379.00	↓ 86.84%	3.36	3.68	4.75	0.40	● 147.64
05	720	3,600	556.30	3,057.30	-542.70	↓ 84.93%	3.83	3.67	3.55	0.22	● 135.87
06	720	4,320	701.30	3,758.60	-561.40	↓ 87.00%	3.19	3.28	3.06	0.39	● 120.67
07	720	5,040	585.30	4,343.90	-696.10	↓ 86.19%	3.74	3.45	3.25	0.37	● 131.06
08	720	5,760	680.70	5,024.60	-735.40	↓ 87.23%	3.87	3.16	3.00	0.35	● 125.62
09	720	6,480	625.60	5,650.20	-829.80	↓ 87.19%	3.78	3.53	3.02	0.25	● 127.76
10	720	7,200	620.50	6,270.70	-929.30	↓ 87.09%	4.14	3.39	3.12	0.22	● 130.95
11	720	7,920	622.30	6,893.00	-1,027.00	↓ 87.03%	4.14	2.88	2.66	0.20	● 118.67
12	720	8,640	567.30	7,460.30	-1,179.70	↓ 86.35%	4.28	3.84	3.05	0.24	● 137.73
13	720	9,360	685.60	8,145.90	-1,214.10	↓ 87.03%	5.47	4.42	3.98	0.31	● 170.84
14	720	10,080	707.60	8,853.50	-1,226.50	↓ 87.83%	5.01	3.79	4.65	0.32	● 165.44
15	720	10,800	665.30	9,518.80	-1,281.20	↓ 88.14%	3.01	2.81	2.19	0.33	● 101.40
16	720	11,520	735.20	10,254.00	-1,266.00	↓ 89.01%	3.63	5.03	3.91	0.39	● 157.94
17	720	12,240	635.30	10,889.30	-1,350.70	↓ 88.96%	4.39	5.01	5.18	0.52	● 183.33
18	720	12,960	701.30	11,590.60	-1,369.40	↓ 89.43%	3.63	3.88	4.67	0.35	● 151.60
19	720	13,680	725.30	12,315.90	-1,364.10	↓ 90.03%	4.62	3.55	4.37	0.38	● 155.71
20	720	14,400	625.30	12,941.20	-1,458.80	↓ 89.87%	4.44	3.95	5.11	0.38	● 167.22
21	720	15,120	655.30	13,596.50	-1,523.50	↓ 89.92%	3.87	3.47	4.23	0.31	● 143.12
22	720	15,840	625.30	14,221.80	-1,618.20	↓ 89.78%	3.82	3.26	4.09	0.31	● 138.48
23	720	16,560	668.60	14,890.40	-1,669.60	↓ 89.92%	4.05	3.61	4.22	0.33	● 147.40
24	720	17,280	622.80	15,513.20	-1,766.80	↓ 89.78%	5.00	3.54	3.42	0.26	● 147.04
25	720	18,000	722.30	16,235.50	-1,764.50	↓ 90.20%	4.10	3.56	3.29	0.22	● 134.54
26	720	18,720	521.60	16,757.10	-1,962.90	↓ 89.51%	3.67	2.99	3.39	0.24	● 123.90
27	720	19,440	642.30	17,399.40	-2,040.60	↓ 89.50%	4.48	2.98	3.74	0.31	● 138.31
28	720	20,160	625.30	18,024.70	-2,135.30	↓ 89.41%	5.60	3.77	4.50	0.42	● 171.97
29	720	20,880	612.30	18,637.00	-2,243.00	↓ 89.26%	5.83	4.20	5.25	0.51	● 190.37
30	720	21,600	698.60	19,335.60	-2,264.40	↓ 89.52%	4.01	3.85	4.33	0.41	● 152.54
01							4.01	3.85	4.33	0.41	● 153.54

Fuente: Planeamiento Mina Kolpa

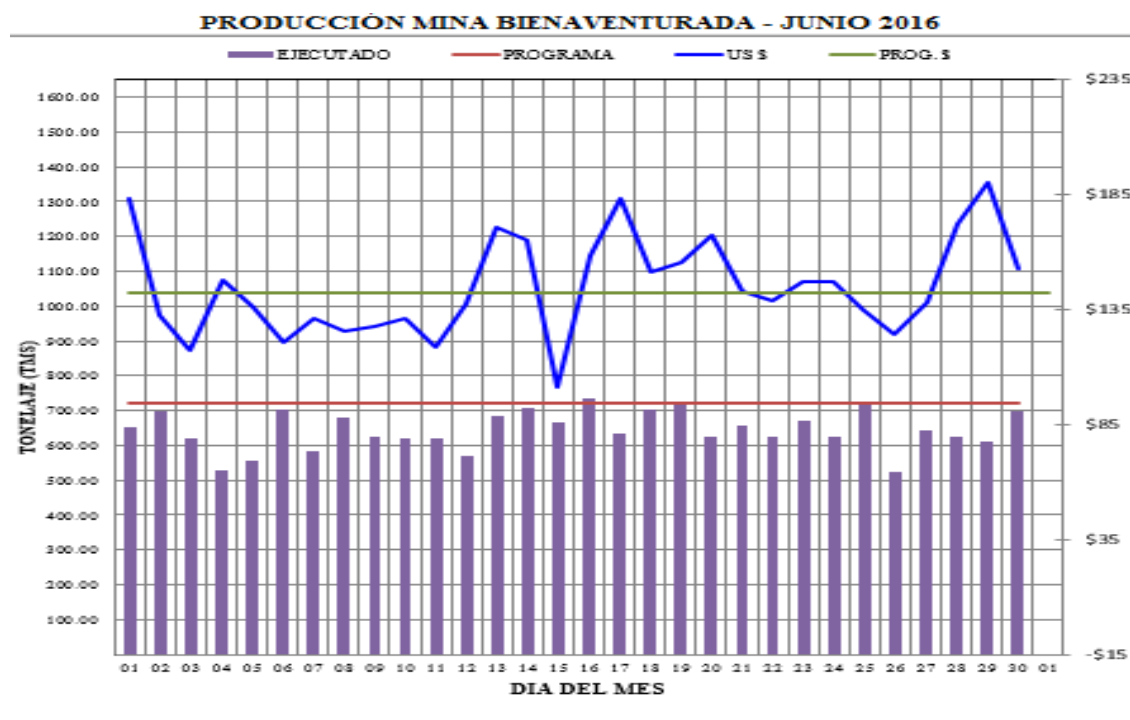


Figura 28: Histograma De Producción junio 2016

Fuente: Planeamiento Mina Kolpa

V. CONCLUSIONES

PRIMERO.- La producción diaria se incrementó a 850 TM. y la producción mensual a 5300 TM, haciendo un total de 63000 TM. Durante el año 2017. Esta producción se viene ejecutando a diario como lo muestra los cuadros anteriores, actualmente contamos con un superávit por guardia de hasta 200 TM. gracias a la producción ejecutada con Minijumbo Muki.

Los resultados obtenidos mediante las pruebas fueron satisfactorias, para demostrar que el rendimiento del equipo Minijumbo Muki es mayor al rendimiento con maquina Jackleg, la cantidad de taladros perforados por hora prácticamente son 3 veces más rápido para el equipo Minijumbo Muki.

SEGUNDO.- Queda demostrado que con la mecanización de Tajeos los costos operativos, costos de producción son menores con el equipo Minijumbo Muki. Tanto para mano de obra, uso de equipos, etc. Todos estos Costos se ven reflejados en los Precios unitarios.

De igual manera los ratios obtenidos en cuanto al costo de producción con equipo Minijumbo son considerablemente bajos, a excepción del costo máquina. Los ratios de rendimiento y producción son favorables para el equipo Minijumbo Muki en todo aspecto comparados con los ratios de producción con maquina Jackleg.

TERCERO.- El seguimiento a las operaciones con el Minijumbo Muki, permitió describir y mejorar el proceso productivo, generando pautas para optimizar el proceso, se realizaron los cambios de malla de perforación para obtener un mejor control de las cajas, se permitió reducir el consumo de explosivos con una fragmentación adecuada y se logró establecer un ciclo de minado adecuado a la necesidad de producción de mina.

CUARTO.- Con el incremento de producción se puede completar la capacidad de planta que bordean las 850 TM de igual manera se tiene reservas en la cancha de mineral, con esto se justifica la investigación, donde el objetivo principal era cubrir la capacidad de tratamiento de planta.

VI. RECOMENDACIONES

PRIMERO.- Debemos hacer hincapié en la falta de mano de obra para operar el equipo, para esto se recomienda realizar capacitaciones con Resemin sobre el uso correcto del equipo (Presión mínima de trabajo, Rpm de la máquina perforadora, presión de penetración) con el fin de evitar el mal uso del equipo y futuros daños que arraigarían la mala operación del equipo y por ende paralizar la operación.

SEGUNDO.- Para acelerar el proceso de minado en un 35% se recomienda en un futuro cambiar el método de relleno actual (detritico), por un relleno hidráulico, se realizó una tentativa económica a groso modo; el cual se encuentra en el anexo D. Esto ayudaría a que las demoras operativas por realizar el relleno con equipo Scoop disminuya gracias al relleno en pasta. La operación aceleraría el proceso productivo

TERCERO.- Se recomienda realizar los mantenimientos preventivos en su debido momento al equipo Minijumbo y no esperar hasta un mantenimiento correctivo, esto implicaría que con el tiempo el equipo pueda sufrir daños por el uso constante y estaríamos hablando de una reparación mecánica. Actualmente la disponibilidad mecánica del equipo fluctúa en 96%. La paralización por reparación implicaría regresar a la producción con maquina Jackleg y un incumplimiento a la producción mensual.

CUARTO- El área de servicios mina, debe garantizar la provisión de elementos básicos para la operación la presión de agua es importante en los tajeos para la continua perforación de taladros, de igual manera el área de mantenimiento eléctrico debe garantizar el flujo eléctrico pues el voltaje mínimo con el que trabaja el equipo es de 390 voltios, sin embargo a mayor distancia se requiere la instalación de un elevador de energía para que la corriente no disminuya y llegue con un flujo adecuado para la perforación de taladros.

VII. REFERENCIAS

José Carlos Bustamante Morales., (2014). Explotación subterránea por corte y relleno ascendente, idioma Español, www.monografias.com - trabajos74.

Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas (Noviembre - 2007). Diseño de explotaciones e infraestructuras mineras subterráneas, idioma Español.

David Gómez Ruiz., División de Ingeniería en ciencias de la tierra departamento de explotación de minas y metalurgia, (2007), Apuntes de explotación de minas III, idioma Español, FI/DICT/2007-006

Angel Bravo & Mitsui Mining & Smelting Co, (2009); *Simulación de un Sistema De Perforación Hidráulica: Jumbos*, "Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industry", APCOM 16th International Symposium, Tucson Arizona

Víctor Alejandro Ames Lara, (2008); Diseño de las Mallas de perforación y voladura utilizando la energía producida por las mezclas explosivas, Tesis de Post Grado revisado del compositorio de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.

ANEXOS

ANEXO A

A continuación se describe los PETS para trabajos con equipo Minijumbo Muki.

	PETS : PERFORACIÓN CON MINI JUMBO EN TAJEOS		U.E.A HUACHOCO LPA UNO
	AREA / DPTO.: MINA		
	CODIGO: MIN-CMV-PETS-056	VERSION: 02	

PERSONAL:

- 1.1 Operador de jumbo
- 1.2 Ayudante Jumbiero
- 1.3 Supervisor Técnico/Ingeniero

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL:

- 2.1 Protector tipo sombrero
- 2.2 Lentes de seguridad.
- 2.3 Protectores Auditivos Tipo Orejeras y tapones
- 2.4 Guantes de cuero
- 2.5 Botas de jebe con punta de acero.
- 2.6 Correa para lámpara.
- 2.7 Mameluco con cinta reflectiva.
- 2.8 Respirador con cartucho para gases y filtro para polvo.
- 2.9 Barbiquejo.

3. EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES

EQUIPO	HERRAMIENTAS	MATERIALES
JUMBO ELECTROHIDRAULICO	02 juegos de barretillas de 4', 6', 8', 10', 12 y 14 '	Kid anti derrame de hidrocarburo
	01 porta barretillas	
	02 porta herramientas	Tubos de PVC de 1 ½" de diámetro
	Barra de perforación de 8 pies	
	Cinta bandit y equipo de ajuste de cinta bandit	Guiadores de madera
	Caja de herramientas	
	Lampa y pico	Pintura
	Probador de energía eléctrica	

	02 trípodes	Chantillón con medida de 0.80 cm para marcado de burden y espaciamento
	Flexómetro	
	01 combo de 6 lbs	Conos de seguridad
	Cucharillas	Avisos de advertencia y prohibitivos
	Juego de brocas	Manguera de jebe de 1" para agua

4. PROCEDIMIENTO:

- 4.1 Hacer uso de lo EPP durante la jornada de trabajo.
- 4.2 El operador del jumbo y su ayudante deben portar su autorización interna, expedida por el área de seguridad de CMKSA.
- 4.3 Contar con orden de trabajo escrita.
- 4.4 Verificar el área de trabajo (ventilación) y regar, desatar, y realizar el IPERC.
- 4.5 El operador se informara del reporte que dejo la guardia saliente e inspeccionara el equipo con el Check List de pre uso ANTES DEL ARRANQUE, dando la vuelta del gallo, e ira anotando con un check o aspa las condiciones externas del equipo (roces, llantas, niveles de aceite, niveles de combustible, baterías, extintor, fugas de aceite, etc.)
- 4.6 Luego proceder al ARRANQUE DEL EQUIPO, donde verificara el funcionamiento del tablero de control, movimiento de brazos, funcionamiento de la perforadora, presión de aceite y posibles fugas en funcionamiento, alarma de retroceso, circulina y otros.
- 4.7 Luego se trasladara el equipo hasta el lugar de trabajo; durante el tránsito el ayudante ira como escolta por delante del equipo a unos 30m de distancia.
- 4.8 Cuando el equipo llegue al lugar de trabajo procederá a delimitar el área con los conos de seguridad y avisos de advertencia.
- 4.9 El operador de jumbo y su ayudante verificaran el buen estado de las herramientas, instalaciones eléctricas, instalación de agua y otros.
- 4.10 Luego se procederá a desenrollar el cable de cola a instalar con sus respectivos chupones hacia la caja breaker, que ha sido desenergizado previamente.
- 4.11 Luego de efectuarse la instalación eléctrica, procederán a instalar la manguera de agua y volverán a energizar desde la caja breaker.
- 4.12 Verificar que la zona donde se va a realizar el realce, este relleno correctamente a una altura de 3.5m.
- 4.13 Verificar que la energía eléctrica sea la adecuada, el ingreso de energía debe ser 440 voltios en el tablero de control.
- 4.14 Antes de iniciarse la perforación se debe marcar la malla de perforación en función al contorno de mineral efectuado por geología con un burden de 0.8m y espaciamento de 0.8m.
- 4.15 Posicionar el equipo, nivelando las gatas correctamente.

- 4.16 Iniciar la perforación con la percusión, rotación en nivel bajo.
- 4.17 La perforación deberá ser realizada en forma subvertical con una inclinación de 70° - 75° y los taladros deben ser paralelos.
- 4.18 El operador iniciará la perforación desde la cara libre y en retirada y una vez perforado el primer taladro, el operador pondrá el equipo en posición neutro para que el ayudante coloque el guiador para controlar el paralelismo.
- 4.19 Durante la perforación el ayudante se ubicará a un costado del equipo y cada vez que sea necesario acercarse a verificar el frente el operador pondrá el equipo en posición neutro.
- 4.20 Cuando el operador baja a inspeccionar la corona, apagará por completo el equipo.
- 4.21 Culminada la perforación procederán a cerrar la válvula de agua y a desenergizar desde la caja breaker, desconectaran los chupones y procederán a enrollar el cable, para luego recién desconectar la manguera de agua y dejaran ordenado las demás herramientas y materiales que utilizaron.
- 4.22 Luego procederán a retirar el equipo a un lugar seguro, donde el operador procederá a reportar el estado final del equipo y dejará estacionado sobre sus gatas hidráulicas y bloquear con sus conos respectivos el lugar de estacionamiento.
- 4.23 Reportar actos y condiciones si los hubiera.

5. RESTRICCIONES:

- 5.1 El operador al bajar de la cabina de mando por cualquier circunstancia, apaga el equipo
- 5.2 No perforar en tacos de taladros anteriores, lave los residuos de explosivos, si existe tiro cortado proceda con el PETS correspondiente
- 5.3 El equipo al finalizar la guardia quedará estacionado sobre sus gatas hidráulicas, con el brazo en el piso y bloqueado con conos de seguridad.

FECHA	DESCRIPCION DEL CAMBIO O REVISION	VERSION
01/06/15	No se realiza ningún cambio al PETS	04

ANEXO B

En la tabla B1, se describe la estructura de costos para la mano de obra tanto para equipos como para personal de máquinas convencionales

OBREROS	COSTO (S/.) TAREA 8h	COSTO (\$) TAREA 8h
Operador		
OPERADOR DE JUMBO	210.66	\$ 70.22
OPERADOR DE SCOOP	160.16	\$ 53.39
	-	\$ -
Maestro	-	\$ -
PERFORISTA	115.92	\$ 38.64
ENMADERADOR	115.92	\$ 38.64
MOTORISTA	115.92	\$ 38.64
CARRILANO	115.92	\$ 38.64
	-	\$ -
Ayudante	-	\$ -
AYUDANTE DE PERFORISTA	111.88	\$ 37.29
AYUDANTE ENMADERADOR	111.88	\$ 37.29
AYUDANTE MOTORISTA	111.88	\$ 37.29
AYUDANTE DE CARRILANO	111.88	\$ 37.29
PARRILLERO	111.88	\$ 37.29
AYUDANTE DE JUMBO	111.88	\$ 37.29
OPERADOR DE BOMBA DE AGUA	111.88	\$ 37.29
CARGADOR DE EXPLOSIVOS	111.88	\$ 37.29
CARGADOR / DISPARADOR	111.88	\$ 37.29

ANEXO C

En la tabla C1 se describe los costos para equipos en la unidad minera

COSTO EQUIPOS

Jumbo	\$	110.40
Scoop 6.0 yd³	\$	115.20
Scoop 4.2 yd³	\$	92.10
Scoop 3.5 yd³	\$	78.30
Scoop 2.5 yd³	\$	63.90
Scoop 1.5 yd³	\$	44.10
Empernador	\$	110.10

JUMBO	\$	110.40
SCOOPTRAM DE 4.2 yd ³	\$	92.10
SCOOPTRAM 4.2 yd ³ . carguío volquete	\$	92.10
BOMBA SUMERGIBLE	\$	0.61
SCOOPTRAM DE 3.5 yd ³	\$	78.30
SCOOPTRAM 3.5 yd ³ . carguío volquete	\$	78.30
SCOOPTRAM 2.5 yd ³	\$	63.90
SCOOPTRAM 2.5 yd ³ Extracción	\$	63.90
SCOOPTRAM 2.5 yd ³ Relleno	\$	63.90
SCOOPTRAM DE 1.5 yd ³	\$	44.10
SCOOPTRAM 2.5 yd ³ . Limpieza	\$	63.90

ANEXO D

En la tabla D1 y D2, se define los costos para las líneas principales y secundarias para un sistema de relleno hidráulico.

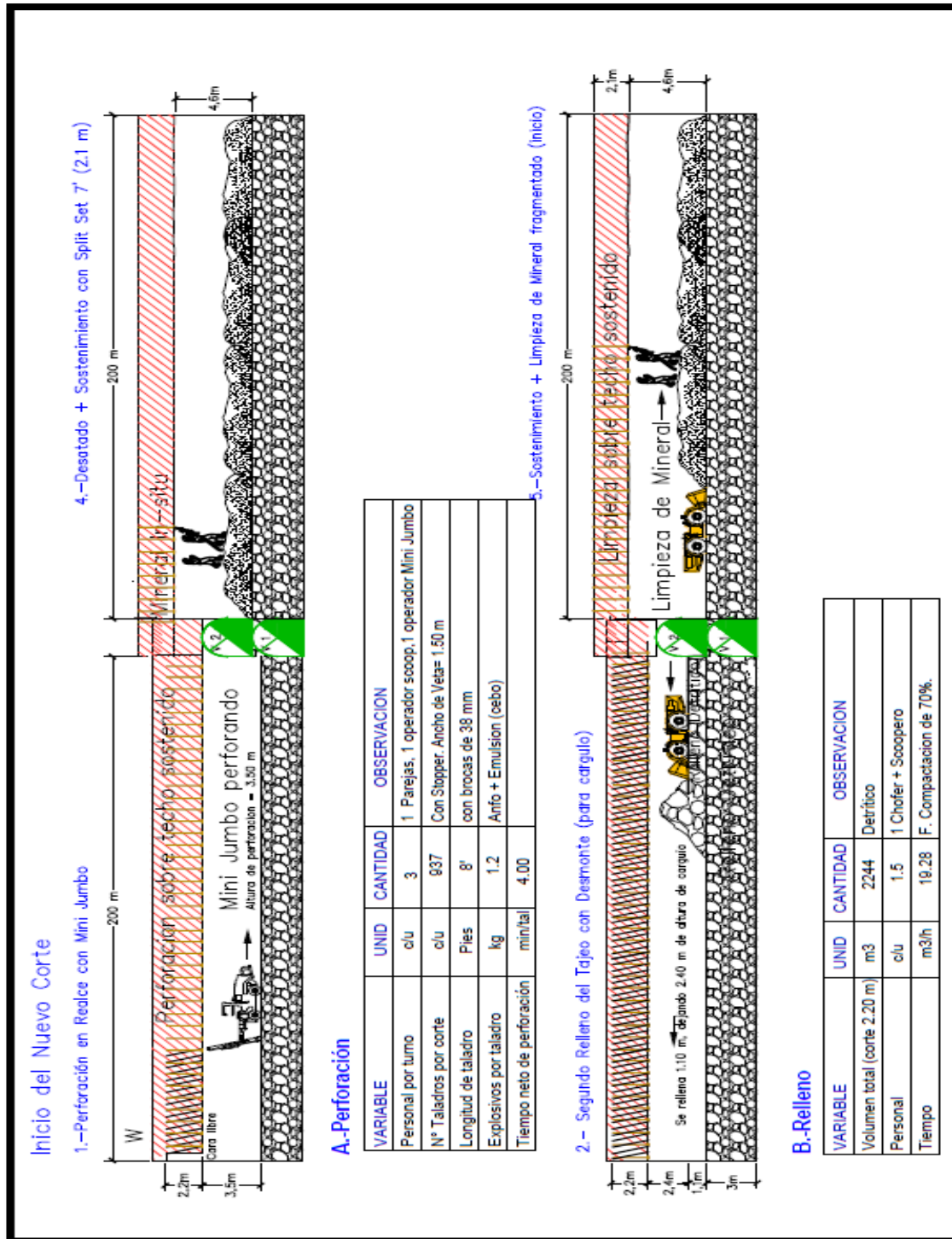
COSTOS DE LINEAS PRINCIPALES		
Linea	m	Costo/Linea (US\$)
Linea principal Rp 2	1,748.00	17,709.37
Linea principal Rp 1	3,958.00	40,099.36
Total	5,706.00	57,808.72

COSTOS DE LINEAS SECUNDARIAS (TAJEOS)		
Linea	m	Costo/Tajeo (US\$)
ZONA E (ALTA)		
Tj - 978	180.00	1,823.62
Tj - 663	35.00	354.59
Tj - 821	325.00	3,292.65
Tj - 591	115.00	1,165.09
Tj - 570	242.00	2,451.75
Tj - 845	310.00	3,140.68
Total	1,207.00	12,228.38
ZONA E (BAJA)		
Tj - 850	350.00	3,545.93
Tj - 173	152.00	1,539.94
Total	502.00	5,085.87
ZONA W (BAJA)		
Tj - 767	280.00	2,836.74
Tj - 140	128.00	1,296.80
Tj - 156	320.00	3,241.99
Total	728.00	7,375.53
TOTAL TAJEOS	2,437.00	24,689.77

ANEXO E

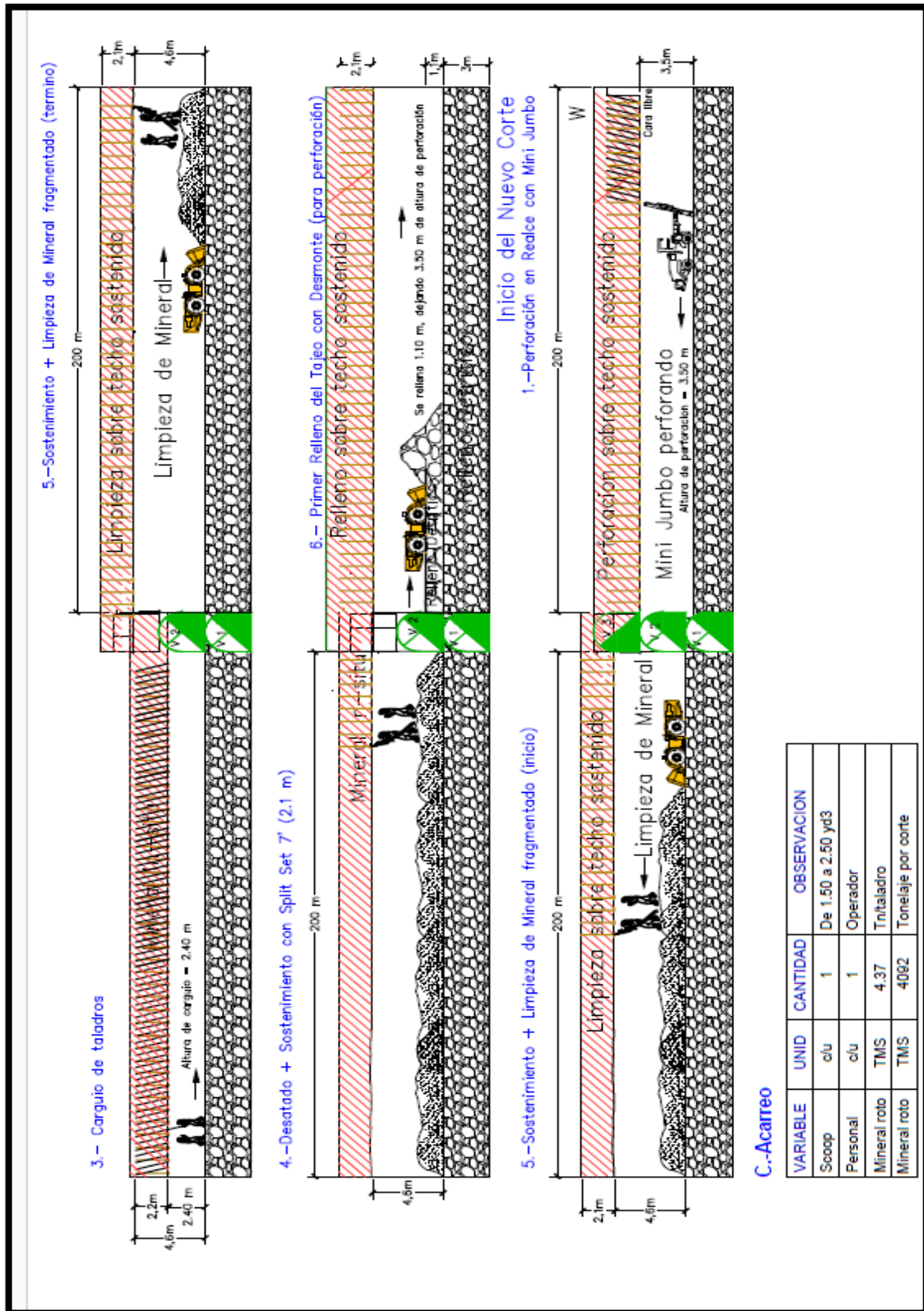
En la Figura E1, se muestra el proceso N°1 y N°2 del ciclo de minado con equipo Minijumbo Muki

FIGURA E1



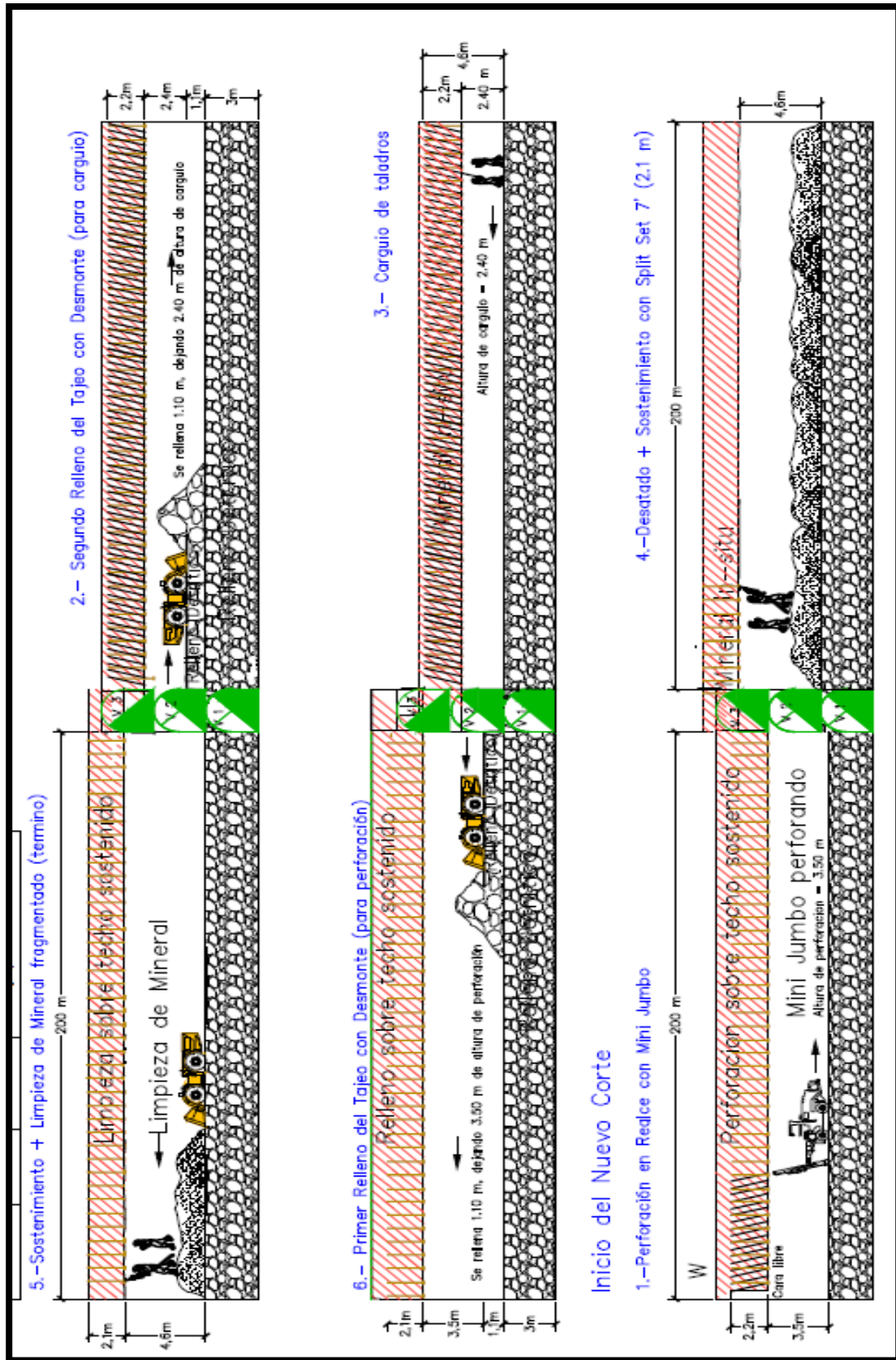
En la Figura E2, se muestra el proceso N°3, N°4 y N°5 del ciclo de minado con equipo Minijumbo Muki

FIGURA E2



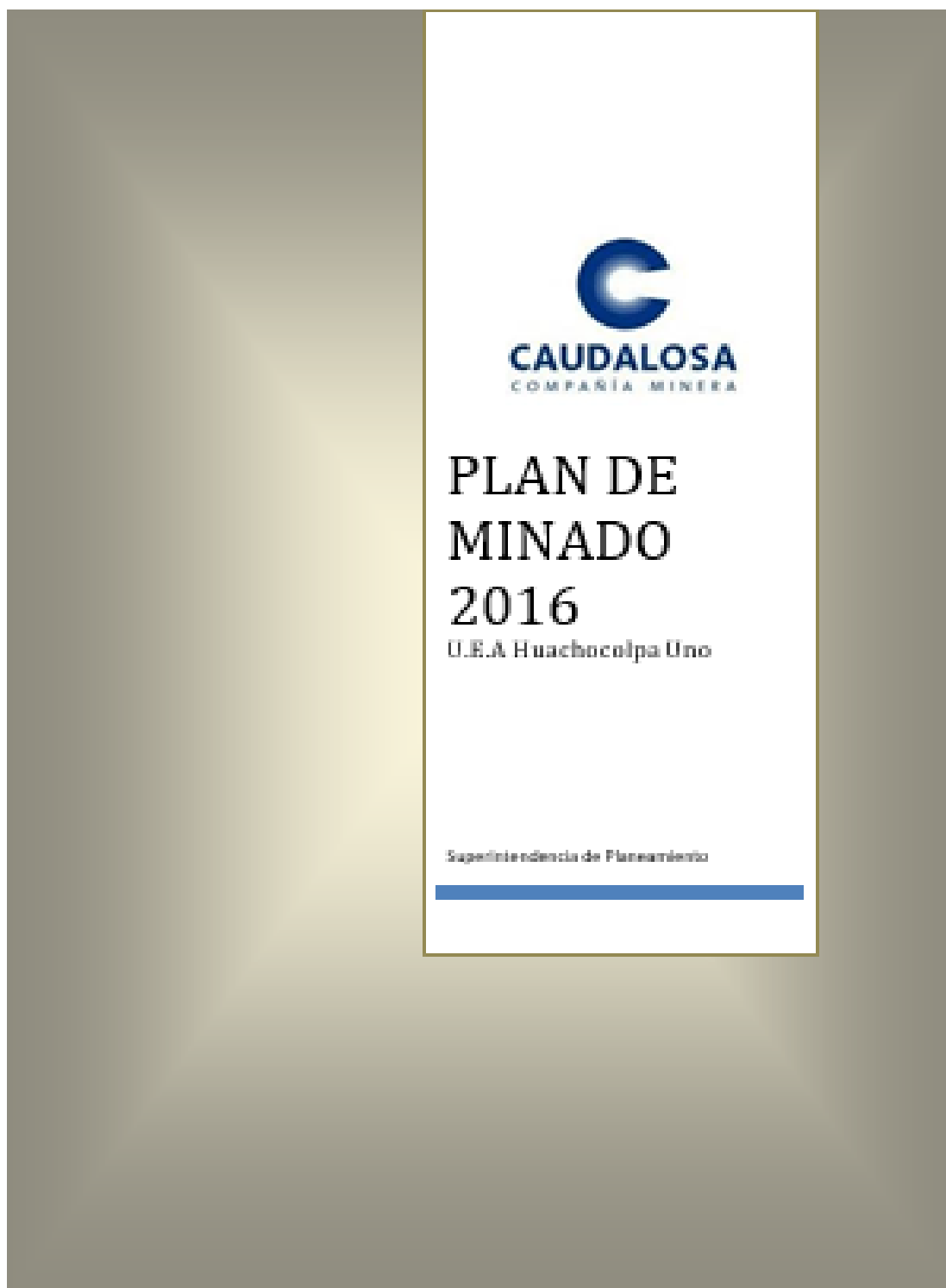
En la Figura E3, se muestra el proceso final del ciclo de minado.

FIGURA E3



ANEXO F

En la Figura F1, se adjunta el plan de minado de la CIA MINERA KOLPA como referencia de datos tomados para la estructuración de la presente tesis



En la figura F2, se adjunta el resumen de las características geomecánicas de la veta Bienaventurada

4.2 CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO

4.2.1 Características Geológicas y Geomecánicas

La Veta Bienaventurada, es la estructura más importante de la mina, tiene una longitud reconocida de 3.5 Km. con potencias promedio de 1.50 m, teniendo zonas puntuales que llegan hasta 8 m. Presenta un buzamiento variable, entre 58° a 72°.

La mineralización predominante es esfalerita, marmatita, galena argentífera y pirita, casi como trazos de calcopirita, todos envueltos en una matriz de andesita volcánica.

El comportamiento geomecánico de la Veta Bienaventurada se encuentra dentro de un índice CSI F/PMP en la misma estructura y en las cajas es F/R.

Quadro 05 Comportamiento Geomecánico por estructuras

Estructura	CSI	RMR	Q	Aberturas	Tiempo de Autosuporte	Tipo de soporte
Caja Piso	F/R	40 - 50	$\frac{0.7}{2.5}$	4.50 m.	10.0 Hrs.	B1 - D
Caja Techo	F/R	40 - 50	$\frac{0.7}{2.5}$	4.50 m.	10.0 Hrs.	B1 - D
Veta	F/PMP	35 - 45	$\frac{0.4}{1.0}$	4.00 m.	8.0 Hrs.	B1 - D-E