



Universidad
Tecnológica
del Perú

Facultad de Ingeniería
Ingeniería de Minas

Tesis:

“Diseño de una tolva de descarga para una mayor rentabilidad en el ciclo de acarreo en la galería 666 (nivel - 95 en la U.O. El Santo - Grupo BREXIA GOLDPLATA S.A.C.).”

**Miguel Alberto Hurtado Ramos
Luis Antonio Ramos Ortiz**

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Asesor:

Ing. Eberth Saire Bocangel

Arequipa - Perú

2021

DEDICATORIA

A nuestros familiares, en especial a nuestros padres, a nuestros profesores, que nos guiaron en esta etapa de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en principio a nuestros padres, por habernos dado la posibilidad de poder estudiar esta carrera tan bonita la cual es ingeniería de minas, también a nuestros profesores que estuvieron en nuestra vida universitaria y a todos aquellos que estuvieron con nosotros en este proceso de titulación.

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal la elaboración del diseño de una tolva de descarga, la cual beneficiará a la Unidad Operativa “El Santo” – Grupo Brexia Goldplata S.A.C, con el incremento de las toneladas movidas por guardia. Esta tesis tiene como interrogante principal ¿Se puede ejecutar una mejora técnica – económica, construyendo una tolva de descarga para la optimización del proceso de acarreo en la Unidad Operativa “El Santo”? siendo su Hipótesis, la construcción de una tolva de descarga mejorará la rentabilidad en el ciclo de acarreo en la Unidad Operativa “El Santo”.

Con la implementación de una tolva de descarga se podrá reemplazar el método de corte y relleno ascendente por el método shirinkage, favoreciendo de esta manera una mayor operatividad de la tolva de descarga.

La presente tesis tiene como conclusión, la elaboración de la tolva de descarga es viable, ya que fue aprobada por las áreas de mina, planeamiento y geomecánica; respetando los parámetros técnicos del macizo rocoso y los estándares de construcción de tolvas. En el tema económico la elaboración de la tolva generó una disminución de costos de acarreo los cuales pasaron de 0.92\$/ton a 0.44\$/ton movida, también el ciclo de acarreo disminuyó de 9 a 7 minutos / viaje.

Palabras Claves: Tolva de descarga, ciclo de acarreo, costos operativos, shirinkage, dumper.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to design a discharge hopper, which will benefit the “El Santo” Operating Unit - Grupo Brexia Goldplata S.A.C, with the increase in tons moved per guard. The main question of this thesis is: Can a technical-economic improvement be carried out, building a discharge hopper to optimize the hauling process in the “El Santo” Operating Unit? being his hypothesis, the construction of a discharge hopper will improve the profitability in the hauling cycle in the “El Santo” Operating Unit.

With the implementation of a discharge hopper, the upward cutting and filling method can be replaced by the shirinkage method, thus favoring greater operation of the discharge hopper.

The present thesis has as conclusion, the elaboration of the discharge hopper is viable, since it was approved by the areas of mine, planning and geomechanics; respecting the technical parameters of the rocky massif and the standards of construction of hoppers. On the economic issue, the elaboration of the hopper generated a decrease in hauling costs which went from 0.92 \$ / ton to 0.44 \$ / ton moved, also the hauling cycle decreased from 9 to 7 minutes / trip.

Keywords: Dump hopper, hauling cycle, operating costs, shirinkage, dumper.

INDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| RESUMEN..... | iv |
| ABSTRACT | v |
| INDICE GENERAL..... | vi |
| INDICE DE FIGURAS | xii |
| INDICE DE TABLAS..... | xiv |
| INTRODUCCION..... | xv |
| CAPITULO 1 | 1 |
| GENERALIDADES | 1 |
| 1.1 Planteamiento del Problema | 1 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 2 |
| 1.3 Objetivos de la investigación | 2 |
| 1.4 Justificación e importancia de la investigación | 3 |
| 1.4.1 Justificación | 3 |
| 1.4.2 Importancia..... | 3 |
| 1.4.3 Limitaciones de la investigación | 3 |
| CAPITULO 2 | 5 |
| MARCO TEORICO..... | 5 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación..... | 5 |
| 2.1.1 Antecedentes internacionales..... | 5 |
| 2.1.2 Antecedentes nacionales | 6 |
| 2.1.3 Antecedentes Locales..... | 7 |
| 2.2 Madera en minería | 9 |
| 2.2.1 Especificaciones técnicas de la madera..... | 9 |
| 2.2.2 Características de la madera de Eucalipto..... | 10 |
| 2.3 Concepto de una tolva | 11 |
| 2.3.1 Variables a considerar para la construcción de una tolva | 12 |
| 2.4 Construcción de chutes..... | 13 |
| 2.4.1 Proceso de construcción..... | 13 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.4.2 | Partes de un chute..... | 13 |
| 2.4.3 | Sostenimiento en echaderos o chutes | 14 |
| 2.5 | Tolva en minería..... | 15 |
| 2.5.1 | Clases de tolva..... | 15 |
| 2.5.1.1 | Según su forma..... | 15 |
| 2.5.1.1.1 | Rectangulares | 15 |
| 2.5.1.1.2 | Cuadrada..... | 15 |
| 2.5.1.2 | Según su normalización | 16 |
| 2.5.1.2.1 | Tolvas automáticas | 16 |
| 2.5.2 | Tolvas de almacenamiento de mineral | 16 |
| 2.5.3 | Composición del sistema de buzón | 17 |
| 2.5.3.1 | Socucho | 17 |
| 2.5.3.2 | Tolva..... | 18 |
| 2.5.3.3 | Estructura de soporte | 18 |
| 2.5.3.4 | Buzón o boca | 18 |
| 2.5.3.5 | Cortinas de cadenas..... | 18 |
| 2.5.3.6 | Cilindros..... | 18 |
| 2.5.4 | Tipos de tolvas en minería | 19 |
| 2.5.4.1 | Tolvas de grueso | 19 |
| 2.5.4.2 | Tolva de finos..... | 19 |
| 2.5.4.3 | Tolvas de transporte de mineral | 19 |
| 2.6 | Diseño de una tolva..... | 20 |
| 2.6.1 | Variables a considerar en el diseño | 20 |
| 2.6.2 | Granulometría del material | 20 |
| 2.6.2.1 | Caracterización química del mineral..... | 20 |
| 2.6.2.2 | Densidad o peso específico | 20 |
| 2.6.2.3 | Material de construcción | 21 |
| 2.6.2.4 | Capacidad de tolva | 21 |
| 2.6.2.5 | Inclinación del fondo de tolvas..... | 21 |
| 2.7 | Elementos de una tolva..... | 22 |
| 2.7.1 | Elementos principales..... | 22 |
| 2.7.1.1 | Cuadros rectos..... | 22 |
| 2.7.1.2 | Sobre cuadro..... | 22 |

| | | |
|-----------|--------------------------------------|----|
| 2.7.1.3 | Muertos | 22 |
| 2.7.1.4 | Camada | 22 |
| 2.7.1.5 | Alas..... | 22 |
| 2.7.1.6 | Compuertas y contra compuertas | 23 |
| 2.7.1.6.1 | Compuerta de madera..... | 23 |
| 2.7.1.6.2 | Compuerta metálica | 23 |
| 2.7.1.7 | Camada contra golpe | 23 |
| 2.7.2 | Elementos auxiliares | 23 |
| 2.7.2.1 | Tirantes | 23 |
| 2.7.2.2 | Topes..... | 24 |
| 2.7.2.3 | Encostillado..... | 24 |
| 2.7.2.4 | Solera | 24 |
| 2.7.2.5 | Diagonales..... | 24 |
| 2.7.2.6 | Encribado..... | 24 |
| 2.8 | Costos | 24 |
| 2.8.1 | Clasificación de los costos | 25 |
| 2.8.1.1 | Costo fijo..... | 26 |
| 2.8.1.2 | Costo variable | 26 |
| 2.8.1.3 | Costo semivariable..... | 26 |
| 2.8.1.4 | Costo directo..... | 26 |
| 2.8.2 | Costo de operación horario..... | 26 |
| 2.8.3 | Costo de posesión..... | 26 |
| 2.8.4 | Costo de operación | 26 |
| 2.8.5 | Costo horario de equipo | 26 |
| 2.8.6 | Indicadores económicos | 27 |
| 2.9 | Costo de operación del equipo..... | 27 |
| 2.9.1 | Costo de posesión..... | 27 |
| 2.9.1.1 | Depreciación | 27 |
| 2.9.1.2 | Interés de capital invertido | 27 |
| 2.9.1.3 | Seguros y almacenaje (S.A) | 28 |
| 2.9.1.3.1 | Seguros..... | 28 |
| 2.9.1.3.2 | Almacenaje | 28 |
| 2.9.2 | Costo de operación | 29 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.9.2.1 | Mantenimiento y reparación (MR)..... | 29 |
| 2.9.2.2 | Neumáticos..... | 29 |
| 2.9.2.3 | Reparación de neumáticos..... | 30 |
| 2.9.2.4 | Combustible | 30 |
| 2.9.2.5 | Lubricantes..... | 30 |
| 2.9.2.6 | Filtros | 30 |
| 2.9.2.7 | Operador | 31 |
| 2.9.3 | Gastos generales y utilidades..... | 31 |
| 2.10 | Definición de términos | 31 |
| CAPITULO 3 | | 33 |
| METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION | | 33 |
| 3.1 | Hipótesis..... | 33 |
| 3.2 | Variables | 33 |
| 3.2.1 | Variable independiente | 33 |
| 3.2.2 | Variable dependiente..... | 33 |
| 3.2.3 | Operacionalización de variables..... | 33 |
| 3.3 | Tipo y nivel de investigación..... | 35 |
| 3.4 | Descripción del ámbito de la investigación | 35 |
| 3.5 | Población y muestra..... | 35 |
| 3.6 | Técnicas e instrumentos para la recolección de datos | 35 |
| 3.7 | Plan de recolección y procesamiento de datos..... | 35 |
| CAPITULO 4 | | 36 |
| DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA Y GEOLOGÍA..... | | 36 |
| 4.1 | Diagnóstico de la empresa | 36 |
| 4.1.1 | Ubicación..... | 36 |
| 4.1.2 | Rutas y vías de acceso | 37 |
| 4.1.3 | Climatología y Meteorología..... | 37 |
| 4.1.4 | Método del minado | 38 |
| 4.1.5 | Producción | 39 |
| 4.1.6 | Perforación | 40 |
| 4.1.7 | Desatado | 41 |
| 4.1.8 | Voladura..... | 41 |
| 4.1.9 | Sostenimiento | 44 |

| | | |
|--------------------------------|--|----|
| 4.1.10 | Limpieza..... | 45 |
| 4.1.11 | Acarreo y Transporte | 45 |
| 4.1.12 | Energía Eléctrica..... | 47 |
| 4.1.13 | Sistema de Drenaje..... | 47 |
| 4.1.14 | Aire Comprimido..... | 49 |
| 4.1.15 | Personal..... | 49 |
| 4.2 | Geología..... | 50 |
| 4.2.1 | Estratigrafía | 50 |
| 4.2.1.1 | Grupo Yura | 50 |
| 4.2.1.2 | Formación Murco (Cretáceo inferior)..... | 52 |
| 4.2.1.3 | Formación Arcurquina (KMS)..... | 52 |
| 4.2.1.4 | Grupo Tacaza (Mioceno)..... | 53 |
| 4.2.1.5 | Formación Sencca (TS- SE)..... | 53 |
| 4.2.1.6 | Formación Pusa (TQ-PU) | 53 |
| 4.2.1.7 | Grupo Barroso (Pleistoceno) | 54 |
| 4.2.2 | Geología Económica | 55 |
| CAPÍTULO 5 | | 57 |
| IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA | | 57 |
| 5.1 | Situación Actual..... | 57 |
| 5.2 | Elaboración del diseño de la tolva | 58 |
| 5.2.1 | Capacidad de tolva y su impacto ambiental..... | 59 |
| 5.2.2 | Diseño, Ingeniería y Seguridad de la construcción de la tolva..... | 60 |
| 5.2.2.1 | Primera etapa | 60 |
| 5.2.2.2 | Segunda etapa | 61 |
| 5.2.3 | Elementos del sistema PEM | 62 |
| 5.2.4 | Diseño del armado de la tolva..... | 66 |
| 5.3 | Cálculo del costo horario del equipo Scoop..... | 73 |
| 5.3.1 | Parámetros técnicos del equipo | 73 |
| 5.3.2 | Resumen costo horario directo | 74 |
| 5.3.3 | Cálculo del costo de propiedad y operación por hora máquina | 75 |
| 5.3.4 | Cálculo del costo horario del equipo dumper..... | 77 |
| 5.3.4.1 | Parámetros técnicos del equipo | 77 |
| 5.3.4.2 | Resumen costo directo | 79 |

| | | |
|---------|---|------------|
| 5.3.4.3 | Cálculo del costo de propiedad y operación por hora – máquina | 80 |
| | CAPÍTULO 6 | 82 |
| | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 82 |
| 6.1 | Resultados..... | 82 |
| 6.1.1 | Producción por día | 82 |
| 6.1.2 | Tiempo de Ciclo | 83 |
| 6.1.3 | Capacidad de Carga | 84 |
| 6.1.4 | Número de Viajes..... | 84 |
| 6.1.5 | Tiempo Operativo | 85 |
| 6.1.6 | Costo Directo del Equipo..... | 86 |
| 6.1.7 | Costo por Tonelada | 86 |
| | CONCLUSIONES..... | 87 |
| | RECOMENDACIONES | 89 |
| | ANEXOS..... | 91 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 100 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Imagen 1 Sostenimiento con Madera..... | 10 |
| Imagen 2 El Eucalipto | 11 |
| Imagen 3 Modelo de una Tolva | 12 |
| Imagen 4 Partes de una Tolva..... | 17 |
| Imagen 5 Composición de un Sistema Buzón | 19 |
| Imagen 6 Densidad de un Cuerpo | 21 |
| Imagen 7 Ubicación Mina | 36 |
| Imagen 8 Ubicación Geográfica | 37 |
| Imagen 9 Malla de Perforación para (Galerías-Cruceros) y Cantidad de Taladros | 41 |
| Imagen 10 Dimensiones de la Galería después de la Voladura | 43 |
| Imagen 11 Malla de Perforación para Chimeneas | 44 |
| Imagen 12 Plano Geológico de Caylloma..... | 55 |
| Imagen 13 Ubicación de la Galería 666 NE - SW | 58 |
| Imagen 14 Diseño de Enmaderado de Chimenea | 633 |
| Imagen 15 Diseño de Tolva Camino | 644 |
| Imagen 16 Vista Planta Plataforma Camino..... | 655 |
| Imagen 17 Vista Planta Echadero..... | 655 |
| Imagen 18 Diseño de Tolva Vista Transversal | 677 |
| Imagen 19 Diseño de Tolva Vista Isométrica..... | 688 |
| Imagen 20 Tolva de Doble Compartimiento | 699 |
| Imagen 21 Tolva de Doble Comportamiento Vista Frontal | 699 |
| Imagen 22 Ubicación de Proyecto en Plano | 700 |
| Imagen 23 Ubicación del Proyecto en Plano | 711 |
| Imagen 24 Ubicación de la Tolva | 722 |
| Imagen 25 Factor de Esponjamiento por Material Movido (1)..... | 733 |
| Imagen 26 Dimensiones del Scoop | 744 |
| Imagen 27 Costo Horario Equipo | 755 |
| Imagen 28 Factor de Esponjamiento por Material Movido (2)..... | 788 |
| Imagen 29 Dimensiones del Dumper | 788 |
| Imagen 30 Costo Horario Dumper | 799 |
| Imagen 31 Producción por Día | 833 |
| Imagen 32 Tiempo de Ciclo | 833 |

| | |
|--|-----|
| Imagen 33 Capacidad de Carga..... | 844 |
| Imagen 34 Número de Viajes | 855 |
| Imagen 35 Tiempo Operativo | 855 |
| Imagen 36 Costo Directo Total del Equipo..... | 866 |
| Imagen 37 Costo por Tonelada | 866 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|------|
| Tabla 1 Clasificación de Costos | 25 |
| Tabla 2 Operacionalización de Variables..... | 34 |
| Tabla 3 Acceso a Mina..... | 37 |
| Tabla 4 Distribución de la Carga de Explosivos por Tipo de Taladros en Galerías | 42 |
| Tabla 5 Cantidad de Personal..... | 49 |
| Tabla 6 Datos Mina..... | 58 |
| Tabla 7 Parámetros del Equipo | 733 |
| Tabla 8 Costo Horario Directo..... | 744 |
| Tabla 10 Costo de Adquisición | 755 |
| Tabla 11 Costos de Posesión | 766 |
| Tabla 12 Costo de Operación | 777 |
| Tabla 13 Descripción Equipo Dumper | 777 |
| Tabla 14 Parámetros Técnicos del Equipo | 799 |
| Tabla 16 Costo de Adquisición Dumper | 8080 |
| Tabla 17 Costo de Posesión Dumper | 8080 |
| Tabla 18 Costo de Operación Dumper..... | 811 |

INTRODUCCION

Brexia Goldplata S.A.C. tiene como unidades operativas a mina El Santo y la mina Suykutambo, también en esta última se encuentra su planta procesadora.

El presente trabajo de investigación tiene como lugar de estudio la mina El Santo, la cual se ubica en el distrito de Caylloma, provincia de Caylloma, a 225 km al noroeste del departamento de Arequipa. Con una altura aproximada de 4800 m.s.n.m. y un área de 315 ha.

El propósito de la presente tesis es la elaboración del diseño de una tolva de descarga, para optimizar el ciclo de acarreo que actualmente presenta la Unidad Operativa “El Santo”.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del Problema

En los últimos tiempos las empresas se han vuelto altamente competitivas y globalizadas, dando prioridad a la productividad de sus operaciones la cual es una pieza primordial en la viabilidad de un proyecto y más aún en minería, siendo la rentabilidad el indicador que la mayoría de empresas toma como parámetro para mejorar sus operaciones unitarias, estos parámetros son utilizados por la industria minera con frecuencia para medir la productividad de cada una de sus etapas del ciclo de minado.

La viabilidad técnico-económica del proyecto está directamente relacionada con los costos que implica para su realización.

El Proyecto de Diseño de una tolva de descarga va a generar un ahorro en el ciclo de acarreo, el cual implica un análisis a fondo en lo que se refiere a “costo-beneficio”, minimizando riesgos en la operación para colaboradores y equipos en interior mina.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo proponer la construcción de una tolva de descarga en la búsqueda de mejorar la rentabilidad en el ciclo de acarreo, ya que en la zona donde se propone ejecutar la mejora se acumula el material volado

y el traslado se realiza mediante “scoop” hacia las cámaras de carguío haciendo doble manipuleo.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Interrogante principal

- ¿Se puede ejecutar una mejora técnica - económica, construyendo una tolva de descarga para la optimización del proceso de acarreo en la U.O. El Santo – Grupo Brexia Goldplata S.A.C.?

1.2.2 Interrogantes secundarias

- ¿Cómo se propone construir una tolva de descarga?
- ¿Cuáles son los beneficios en la productividad que se obtendrán con la construcción de la tolva de descarga en comparación con el sistema actual de acarreo?
- ¿Cuál será la rentabilidad en el proceso de acarreo utilizando el diseño de la tolva de descarga en la U.O. El Santo?
- ¿Cuál es la posibilidad de la implementación de Dumpers, con la implementación de la tolva de descarga?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Obtener una mejora técnica - económica, con la construcción de una tolva de descarga para la optimización del proceso de acarreo en la U.O. El Santo - Grupo Brexia Goldplata S.A.C.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diseño de una tolva de descarga.
- Determinar la influencia de los resultados obtenidos con la implementación de la tolva de descarga sobre el sistema actual de acarreo.

- Analizar la productividad obtenida en los Scoop dentro del proceso de acarreo con la construcción de la tolva de descarga en la U.O. El Santo.
- Evaluar la posibilidad de la implementación de Dumpers, con la construcción de la tolva de descarga.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1 Justificación

La utilidad es primordial en la productividad de cualquier industria, la eficacia en el mundo minero se mide a través de indicadores de rendimiento en cada una de las etapas del ciclo de minado, con la construcción de una tolva de descarga, se podrá obtener la optimización entorno al costo, producción, avance del trabajo en el ciclo de acarreo y en general. Con el diseño e implementación de la tolva, se obtendrá una mejora significativa que conlleva a optimizar el método actualmente establecido por la minera en temas de acarreo.

1.4.2 Importancia

En el proceso de extracción de minerales se tiene una operación unitaria que es el acarreo, se realizará una mejora con el diseño e implementación de una tolva de descarga, este diseño ayudará a mejorar el proceso de acarreo tanto en tiempo como en dinero, al evaluar los resultados obtenidos se podrá contribuir a la rentabilidad de la compañía minera reduciendo costos y mejorando la productividad.

1.4.3 Limitaciones de la investigación

En este presente trabajo de investigación se podría mencionar:

- Buscar la mejora continua que se propone al aplicar esta técnica de procesos, lo cual en muchos casos genera incertidumbre, siendo este proyecto de investigación de gran importancia para demostrar la mejora en la operación.
- Inadecuado uso de maquinaria para realizar el trabajo acarreo.

- Deficiencias en la optimización del ciclo de acarreo en lo relacionado a planeamiento a corto plazo.

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

“En el trabajo de investigación con nombre “Determinar la viabilidad económica en la construcción de dos chimeneas para optimizar el transporte subterráneo de mineral y estéril en la empresa minera Produmin S.A. en la veta Kathy”. El objetivo principal del autor de dicha investigación es realizar un diseño y estudio económico para implementar dos chimeneas, en el sistema de explotación subterránea que está utilizando la empresa minera Produmin y así ayudar al traslado del mineral y material estéril “desmonte”. Con esto busca reducir costos y obtener un mayor costo - beneficio en el traslado de material; siguiendo con los estándares de seguridad y optimizando los recursos de la empresa. El autor realizó cálculos de parámetros técnicos – operativos para el diseño de las infraestructuras del proyecto, así como los parámetros económicos como: inversión a realizar, costos unitarios de transporte y rentabilidad de la explotación. Finalmente, el autor concluye con una reducción del costo actual de transporte, el cual disminuye de 87.37 \$/Ton a 72.85 \$/Ton; además la productividad tonelada hombre / día aumentó de 0.25 a 0.29 y la eficiencia del personal mejoró del 76% al 88%, demostrando que la construcción de la chimenea Kathy es eficaz, ya que

tiene una rentabilidad económica del 40.26% en comparación al 11.78% que se tiene en la actualidad; dicho proyecto tiene una inversión de implementación de \$ 82.149,16". [1]

2.1.2 Antecedentes nacionales

"En el trabajo con nombre "Diseño del sistema de limpieza para mejorar la producción en la compañía minera San Nicolás – Unidad Colorada – año 2014". Su Propuesta principal de la investigación es generar un diseño de un sistema de limpieza nuevo (nivel intermedio) que mejore la problemática actual en el carguío de los echaderos (8, 9 y 10) de mena para optimizar su producción, la cual está siendo afectada actualmente. El problema que presenta el sistema de limpieza actual es un constante atoro o campaneo de los echaderos, ocasionando una pérdida que asciende a 3267 Ton, siendo la operatividad de los echaderos de 67% y un 33% en el que se visualiza anomalías de campaneo. Desencadenando en una merma de la producción en un 12%, obteniendo una pérdida de producción que asciende a 362 383 Soles, siendo los echaderos de mineral un cuello de botella que afecta la producción y con la nueva propuesta de limpieza (nivel intermedio) la producción se elevará en un periodo de tiempo corto, resultando el costo por debajo a la merma de mena. Finalmente, el trabajo concluye que con un avance de 3 m/día, se lograría intersectar el tajo en 83 días aproximadamente, teniendo un costo promedio de 250 007.5 soles, el cual es 30% menor a la pérdida de mineral en esos 5 meses, además tener un nuevo acceso sin problemas de campaneo, que llegaría a mejorar considerablemente la producción día a día." [2]

"En el trabajo titulado "Construcción del pique 158E para la optimización del laboreo minero en la Unidad de Paula – Cedimin S.A.C.". El objetivo principal de la investigación es continuar con las exploraciones de los niveles inferiores de la mina con la finalidad de aumentar las reservas probadas y probables, además de desarrollar

un sistema eficiente de extracción de mineral y desmonte, como movimiento de recursos, herramientas y equipos. La profundización se llevó a cabo en 26 meses, a partir del nivel 4880 se realizó la chimenea piloto hacia la superficie, a la par se profundizó el pique con un winche auxiliar de 40 HP, con el fin de no retrasar el avance programado. Finalmente, la investigación concluye con la inversión de la ejecución del proyecto “pique 158E”, el cual fue de S/. 5 895 108.11 soles. Permitiendo de esta manera a la mina poder asegurar las exploraciones y poder explotar los niveles inferiores como son el 4830 y 4780, garantizando su programa anual de producción.” [3]

“En el trabajo titulado “Reducción de costos de tolva de madera mediante buzones y anillos metálicos en la Unidad de Producción Chalhuane de la Empresa Minera Soledad S.A.C. - Arequipa”. El objetivo del proyecto es la reducción de los costos de las tolvas de madera con la implementación de buzones y anillos metálicos en la unidad minera Chalhuane. Ya que se ha encontrado que las tolvas de madera al pasar el tiempo y estar expuestas a diferentes circunstancias, empiezan a deformarse y agrietarse, por donde el mineral empieza a desperdiciarse, ocasionando una merma para la empresa. Además, se debe de agregar los mantenimientos constantes que se les debe de realizar, generando gastos improductivos. Finalmente, la investigación llega a la conclusión que el costo de tolvas de madera más el mantenimiento asciende a \$/US 803.2 y el costo de buzones y anillos es de \$/US 502.3, teniendo una diferencia de \$/US. 300.7, lo que significa una reducción en costos de instalación y un incremento en la productividad. Siendo la mejor opción la instalación de buzones y anillos metálicos, ya que tiene un porcentaje de costos de instalación de 45.4%, reduciendo en 9.2% con respecto a las tolvas de madera.” [4]

2.1.3 Antecedentes Locales

“En la investigación titulada “Análisis y diseño de un chute de 189 TMH para minería usando el método de elementos discretos”. Su objetivo es diseñar un chute de

almacenamiento de material, de igual forma disminuir el tiempo de contacto hacia la chancadora. Para el diseño se realizó un diagnóstico utilizando el método de elementos discretos en el chute y el Hopper de la chancadora cónica; el cual podrá diagnosticar el funcionamiento mecánico de las partículas. Para ello es primordial obtener una muestra geométrica in situ tal cual, en el modelo geométrico virtual, de esta manera poder modelar con el método de elementos discretos y sobre todo lograr un buen funcionamiento del chute. Finalmente concluye el trabajo con la satisfacción de poder utilizar el método de los elementos discretos con ayuda del software EDEM, además con este tipo de herramientas computarizadas se puede adelantar a los problemas, presentando respuestas más rápidas y por consiguiente generar resultados más satisfactorios.” [5]

“El presente trabajo titulado “Diseño estructural de una tolva de acero comercial de 5TN para apilamiento de mineral utilizando modelos computarizados y cálculos convencionales”. Tiene como propósito la elaboración de un diseño innovador de una tolva de acero y aportar a la ingeniería con un modelo justificado en el desenvolvimiento de las partes estructurales del acero, el diseño de este tipo de modelo de tolva se llevó a cabo mediante la confrontación y comprobación de los distintos resultados en el cálculo estructural del acero; el cual se realiza manualmente o por un software de diseño estructural como el “SAP 2000”. Se consideró la opción más crítica de carga posible; es decir, una carga muerta de 1379.25 Kg y una carga viva constante de 5083.25 Kg con un factor de seguridad de 1.36 en el elemento estructural más esforzado y/o fatigado. Se concluye como resultado el aumento de la capacidad de planta, el cual aumentó de 4125.25 a 5083.25 Ton. Este diseño propuesto cumple con las normas internacionales, las cuales en el Perú no se toman en cuenta para la construcción de tolvas.” [6]

“En el presente trabajo titulado “Optimización del diseño para la construcción y estandarización de chimenea 544N y BY PASS 540W para extracción de mineral del nivel 12 – veta Ánimas – Unidad San Cristobal CIA. Minera Bateas”. Siendo su finalidad la optimización del diseño de la operación unitaria “acarreo” de mina del nivel 12 de la veta Ánimas, mediante la elaboración de una chimenea y un By Pass; las cuales permitirán reducir la distancia de acarreo de 200 a 100 metros. El trabajo concluye que con la elaboración de estas labores de desarrollo se pudo reducir la distancia de acarreo de los frentes del tajo 554E y del By Pass 540W, el cual era un recorrido mayor a los 200 metros y con la implementación de este diseño se redujo a menos de 100 metros; el tiempo de acarreo disminuyo de 6,12 minutos a 2,22 minutos, aumentando su producción de extracción de 59,95 Ton/hr a 68,91 Ton/hr y los gastos de explotación disminuyeron de \$ 1 689,67 a \$ 1 469,97 resultando una ganancia de \$ 219,69.” [7]

2.2 Madera en minería

2.2.1 Especificaciones técnicas de la madera

“Es un material anisotrópico e higroscópico, es anisotrópico ya que sus características físicas y en particular sus propiedades mecánicas están en base a la dirección de esfuerzo con respecto a sus fibras; es higroscópico ya que aparte del agua que contiene por su propia constitución; siendo un factor la humedad, el cual cambia de acuerdo en el ambiente que se encuentre.

Debido a su anisotropía, desde el punto de vista físico y, mecánico en el estudio de una probeta, debe considerarse tres direcciones principales.” [8]

- Axial, paralelo al eje del árbol.
- Radial, perpendicular a la anterior y cortando el eje del árbol.
- Tangencial, normal a las dos anteriores.

Imagen 1 Sostenimiento con Madera



Fuente: Elaboración Propia

2.2.2 Características de la madera de Eucalipto

- Color: Varía entre el blanco oscuro al pardo rojizo oscuro.
- Fibra: Entrelazada.
- Grano: de medio a grueso.
- Densidad: Tiene una densidad aproximada de 780 - 860 kg/m³ al 12%.
- Dureza: Se trata de una madera semidura con 3.9 en el test de Monnin.
- Durabilidad: Moderadamente duradero. Susceptible al ataque de insectos.
- Propiedades Mecánicas.
 - Resistencia a la compresión: 760 kg/cm²
 - Resistencia a flexión estática: 1.420 kg/cm²
 - Módulo de elasticidad: 165.000 kg/cm²

Imagen 2 El Eucalipto



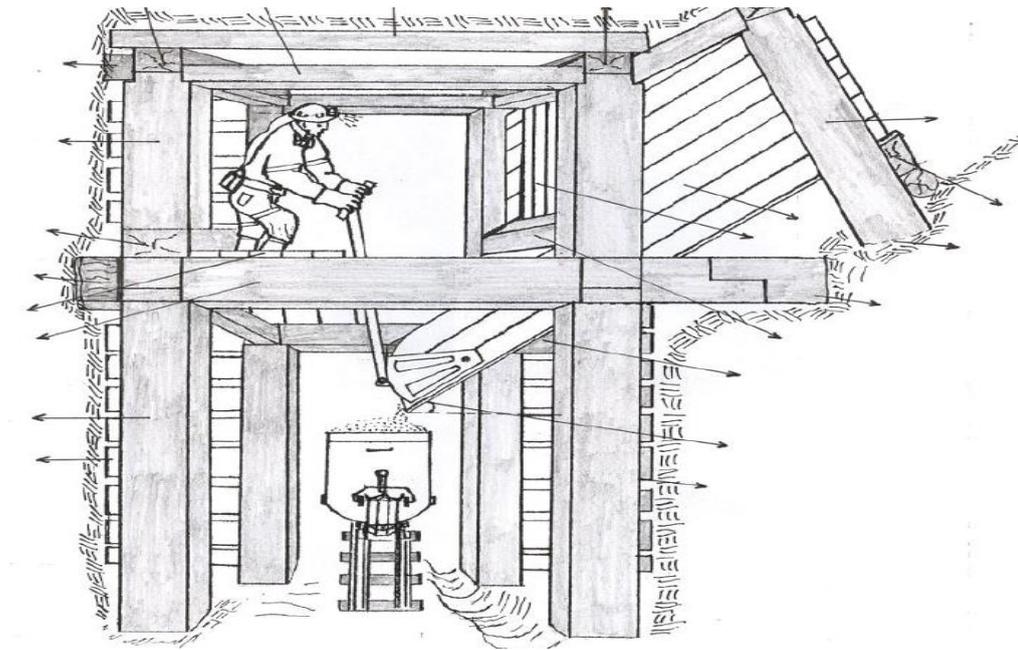
Fuente: Elaboración Propia

2.3 Concepto de una tolva

“Para hablar de “una tolva” propiamente dicha tenemos que mencionar que una tolva es parte de un echadero o chute, el cual está conformado por una parrilla, un echadero y la tolva. La parrilla es una instalación de líneas férreas más conocidos como rieles, teniendo la función de protección para prevenir la caída de colaboradores o materiales. El echadero inclinado o vertical que tiene una forma alargada, por cuya sección transita el material volado, el cual es depositado para posteriormente ser descargado por medio de la tolva.” [9]

“La tolva es una estructura similar a un embudo en su forma elaborada por metal o madera, cuya ubicación está en la parte inferior del chute de descarga, la finalidad de una tolva es controlar el flujo de mineral que va ser descargado hacia el transporte correspondiente.” [8]

Imagen 3 Modelo de una Tolva



Fuente: Manual de Capacitaciones para Enmaderado

2.3.1 Variables a considerar para la construcción de una tolva

Estas variables a considerar dependen de muchos factores tanto del tipo de tolva, geología del yacimiento y volumen con el que se va a trabajar, entre los criterios más importantes tenemos:

- Capacidad requerida de almacenamiento de mineral.
- Densidad del mineral con el cual se trabaja.
- Topografía del terreno donde se va a ubicar la tolva.
- Su real función o propósito de la tolva.
- Tipo de material utilizado en la construcción de la tolva.
- Angulo de reposo con el cual va trabajar el mineral.
- Angulo de la tolva propiamente dicho (ángulo de reposo + 15 grados).
- Porcentaje de humedad.

2.4 Construcción de chutes

“Se denomina “chute” o echaderos a las aberturas hechas en el macizo rocoso denominadas chimeneas pequeñas, por estas estructuras transita el mineral hacia la parte inferior donde está construida la tolva, tanto la tolva como el chute se complementan ya que si alguno de ellos falla, todo el sistema de descarga de mineral fallaría ocasionando retraso en el proceso de acarreo.” [8]

2.4.1 Proceso de construcción

En principio se ubica el lugar donde según el departamento de planeamiento además del área de mina designan como el lugar exacto, ya teniéndose el lugar donde se construirá la tolva se procederá a generar la chimenea por medio de voladura teniendo en cuenta parámetros como:

- Altura
- Dirección
- Inclinación adecuada

Por lo general las dimensiones de los chutes son:

- 1.2m x1.2m para tolvas de un solo compartimiento.
- 1.2m x 2.4m para tolvas con doble compartimiento.

Teniendo una inclinación generalmente de 45 grados al principio, para convertirse en 75 grados siguiendo el buzamiento de la veta.

2.4.2 Partes de un chute

A. Parrilla: Es una estructura basada en líneas de riel, la cual va en la parte superior del echadero, estos rieles son instalados sobre las soleras de madera con una separación que no sea más a 20 centímetros entre los rieles con los patines hacia la parte superior. Todos los echaderos convencionales tanto de desmonte como de mineral deben de tener sus parrillas de producción para evitar la caída de materiales y objetos.

B. Echadero: Es un conducto de forma alargada con una sección generada por el proceso de voladura en el macizo rocoso por donde circula el material volado el cual será depositado en la parte superior y descargado en la parte inferior (tolva).

C. Tolva: Es donde se almacena el material para su posterior descarga en los equipos de acarreo.

2.4.3 Sostenimiento en echaderos o chutes

Se utiliza la madera para el sostenimiento de este tipo de estructuras o labores, los elementos de este sostenimiento son ensamblados por medio de destajes uno sobre otro, soportando la compresión de los hastiales, a estos cuadros se les denomina (square – set)

“Por lo general el sostenimiento está conformado por 8 piezas de un diámetro muy similar (4 postes verticales, 2 sombreros horizontales y 2 tirantes horizontales transversales) a estos elementos se le añaden 3 elementos auxiliares los cuales son”:
[8]

- Topes: estructura que se coloca en las uniones de los elementos cuya función es mantener la estabilidad de la estructura.
- Encostillado: estas maderas son colocadas en los 4 lados de la estructura y su función es proteger del desprendimiento de rocas de los hastiales.
- Entablado: elementos de protección de los cuadros que va clavado en los 4 lados interiores del chute en forma vertical.

Es necesario que todo el conjunto de sostenimiento trabaje como si fuera una sola estructura, los cuadros tienen que ser colocados de formas rectas y perpendicularmente alineadas a 90 grados en sus tres direcciones (postes, sombreros y tirantes).

La estabilidad de los cuadros es consecuencia de una correcta colocación de los topes para su alineación de todos los elementos de la estructura y de la correcta escuadra

entre cada 2 elementos diferentes, poste a sombrero, poste a tirante y sombrero a tirante.

Este tipo de sostenimiento de madera se puede construir de forma cuadrada o rectangular, siendo sus partes de un diámetro igual o muy similar, pudiendo variar la altura de los postes dependiendo al tipo de terreno. [8]

2.5 Tolva en minería

“Las tolvas en minería tienen la función de almacenamiento y posterior descarga del material (mineral) para su traslado. Son cajas rectangulares en forma de canal y es por ello que las tolvas cumplen una función muy importante y necesaria en toda mina para el proceso de extracción del mineral; ya que la extracción son todos los días, el material cae por gravedad a los niveles inferiores mediante los “chutes o echaderos” y son almacenados en las tolvas para su posterior descarga al sistema de acarreo y transporte que cuente la mina.” [4]

2.5.1 Clases de tolva

“Estas dependen del uso que se le dará y es por ello que se debe de plantear las necesidades que tiene que cumplir y adaptarse al tipo de trabajo de la operación. A continuación, daremos la diferente tipología de las tolvas”: [6]

2.5.1.1 Según su forma

2.5.1.1.1 Rectangulares

Su diseño y fabricación son adaptables para cualquier capacidad.

2.5.1.1.2 Cuadrada

Se caracteriza por permitir una mayor área de recepción de material al momento de su descarga.

2.5.1.2 Según su normalización

Todas las tolvas varían según el uso que se le planea aplicar y el tipo de normalización. Pueden ser tolvas de hormigón, con descarga hidráulica o manual y distintas capacidades.

2.5.1.2.1 Tolvas automáticas

Este tipo de tolvas en su mayoría son utilizadas por industrias alimentarias, pueden ser tolvas con dosificador volumétrico, de tornillo sin fin, de pistón o tolvas porcionadoras.

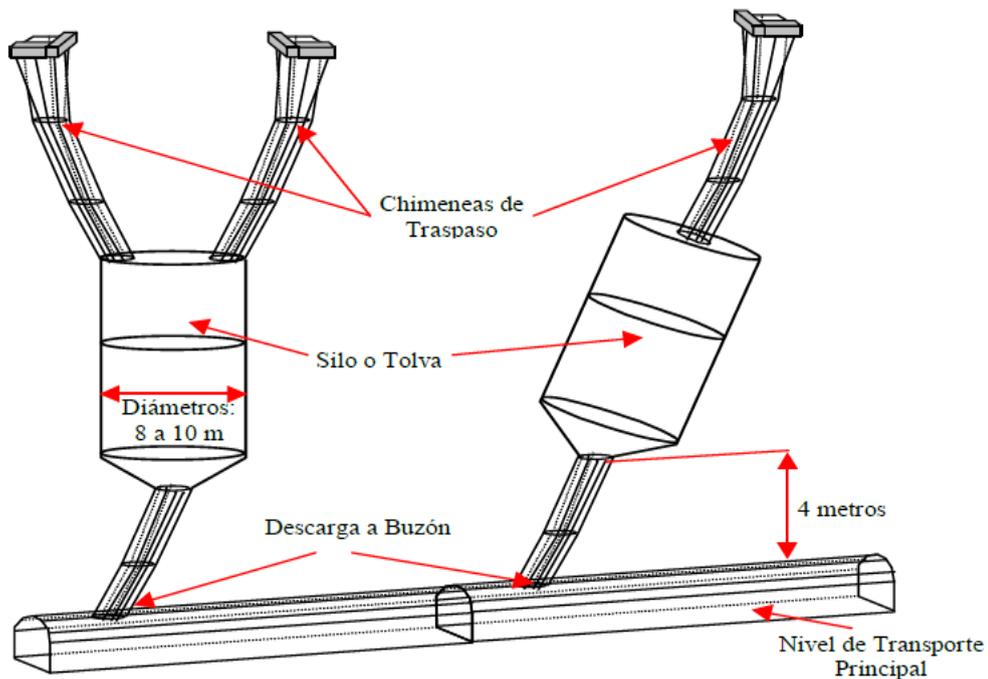
2.5.2 Tolvas de almacenamiento de mineral

“La función de una tolva es el almacenamiento de mineral, la cual se constituye de dos partes: una sección convergente situada en su parte inferior más conocida como “boquilla”, que puede tomar una forma cónica o de cuña, y una sección vertical superior que es la tolva propiamente dicha, la cual acumula o almacena todo el material “mineral”. [10]

Una manera práctica para dimensionar y diseñar una tolva es contando con los siguientes parámetros:

- Capacidad de almacenaje (T_m)
- Densidad aparente del mineral (T_n/m^3)
- Angulo de reposo del mineral
- Angulo de la tolva ($\gamma = \beta + 15^\circ$)
- Volumen inútil (15% - 30% del volumen total)
- Porcentaje de humedad del mineral
- Angulo de reposo (β)

Imagen 4 Partes de una Tolva



Fuente: Manual de Capacitación para Enmaderadores de Cuadros

2.5.3 Composición del sistema de buzón

“El buzón se compone de partes fijas, móviles y una unidad de fuerza. Las partes fijas son anclados directo a la roca, estos son (socucho, la tolva, estructura de soporte); mientras que los partes móviles forman parte de la estructura, los cuales son iniciados mediante cilindros hidráulicos o neumáticos, estos son (cortinas de cadenas, boca de descarga “buzón”) y la unidad de fuerza es la que logra iniciar los cilindros, semáforos y la ventilación exterior; las cuales se encuentran en una estocada lateral del sistema”.

[8]

2.5.3.1 Socucho

“Ducto metálico o de hormigón anclado en el macizo rocoso con piezas de desgaste (acero), las cuales unen la chimenea con el buzón.” [8]

2.5.3.2 Tolva

“Armazón en forma de canal revestida con piezas metálicas de desgaste, están fijas al soporte y están conectadas con el socucho directamente. Su pendiente es menor a la del socucho”. [8]

2.5.3.3 Estructura de soporte

“Está elaborado por vigas de acero y se encuentran ancladas a una base de concreto y a la roca. También se instalan todo un sistema de operación como (pasarelas, barandas, balcones, entre otros).” [8]

2.5.3.4 Buzón o boca

Lugar que deposita el material (mineral) hacia un equipo de transporte. Se encuentra ubicado en la parte inferior de la tolva, el cual se mueve entre (-30° y 30°) respecto a la horizontal. El sistema cuenta con un contrapeso que permite su correcto funcionamiento.

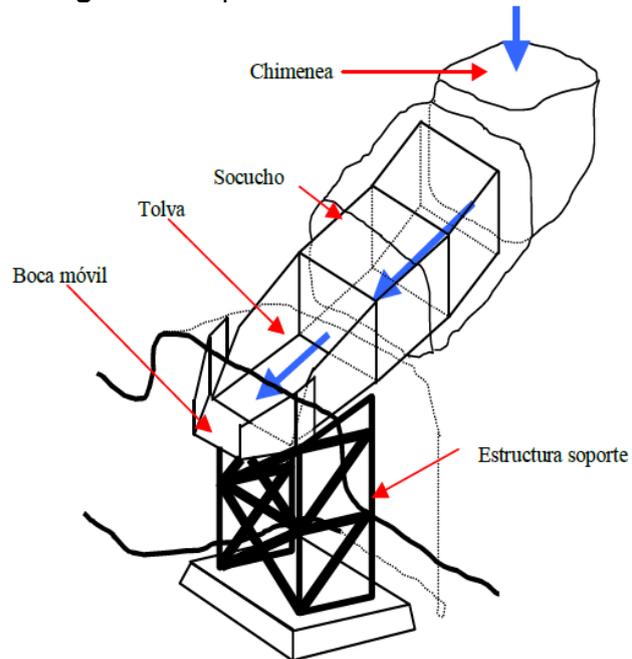
2.5.3.5 Cortinas de cadenas

Estos elementos cumplen la función de control de flujo y granulometría. Las cadenas son movidas por varios cilindros hidráulicos dependiendo de su utilización, estas cadenas son flexibles y resistentes para poder cumplir con su trabajo.

2.5.3.6 Cilindros

Se ubican en distintos puntos del equipo. Bajo el buzón se encuentran los cilindros que dan movilidad a la boca del buzón; sobre una cortina de cadenas, las cuales ayudan a controlar la granulometría y por último los cilindros de control de flujo, los cuales se encuentran sobre la cortina de cadenas.

Imagen 5 Composición de un Sistema Buzón



Fuente: Manual de Capacitación para Enmaderadores de Cuadros

2.5.4 Tipos de tolvas en minería

2.5.4.1 Tolvas de grueso

“Son aquellos que sirven como almacenamiento de mineral, el cual es extraído de mina; este mineral es el que alimenta a las chancadoras de forma regular. Estas tolvas son construidas por lo general de concreto armado.” [8]

2.5.4.2 Tolva de finos

“Estas son las que almacenan el mineral fino que viene de las chancadoras. En cada sección de chancado se tiene cuatro tolvas de fino.” [8]

2.5.4.3 Tolvas de transporte de mineral

“Estas tolvas se utilizan por lo general en minas convencionales, que varían entre 6 a 8 vagones que son movidos por tren.” [8]

2.6 Diseño de una tolva

“Para el diseño de una tolva se debe de tener en cuenta algunos criterios para su diseño como: almacenamiento de material (mineral – desmonte), material de fabricación de la tolva, ángulo de inclinación, entre otros.” [8]

2.6.1 Variables a considerar en el diseño

- Capacidad de almacenamiento (Tm)
- Densidad del mineral (Ton/m³)
- Ubicación y topografía del terreno
- Dimensiones y propósito de la tolva
- Material de fabricación de la tolva
- Angulo de reposo de la mena
- Angulo de la tolva (ángulo de reposo de mineral + 15°)
- Volumen inútil (15- 30 % del volumen total)
- Humedad del mineral (%)

2.6.2 Granulometría del material

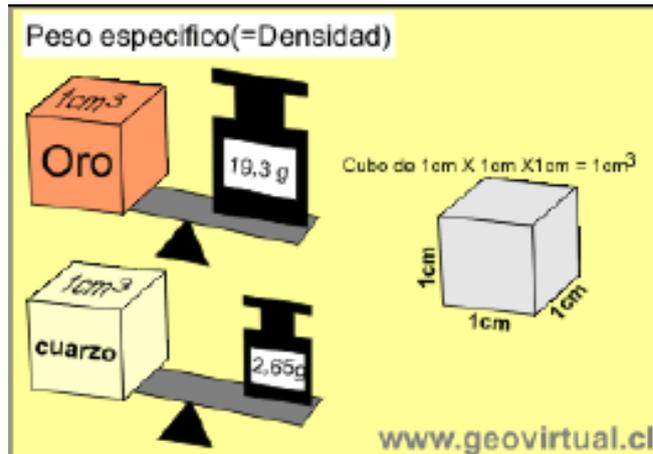
2.6.2.1 Caracterización química del mineral

Normalmente es sólida e inorgánica, la cual tiene una estructura cristalina única, muy diferente al de una roca.

2.6.2.2 Densidad o peso específico

Cada mineral tiene su propio peso específico, el cual es definido por centímetro cúbico.

Imagen 6 Densidad de un Cuerpo



Fuente: Geo Virtual

2.6.2.3 Material de construcción

“En el recubrimiento de la tolva se utiliza acero especial, anti abrasivo, resistente a los golpes y muy resistente a la ruptura. Por lo general se utilizan anti desgastes k700.”

[8]

2.6.2.4 Capacidad de tolva

“Esta capacidad se determina, teniendo en cuenta la granulometría del mineral que se va a almacenar, se debe de tener en cuenta que el material no se encontrará compactado, porque existirán zonas vacías entre las partículas o trozos de mina. Mientras más grandes sea la granulometría mayor serán los espacios libres.” [8]

2.6.2.5 Inclinación del fondo de tolvas

Esta inclinación se basa en:

- Inclinación de la mena
- % de finos
- % de humedad

2.7 Elementos de una tolva

“Estas estructuras están sometidas a esfuerzos de compresión tanto en hastiales como en techo y están formados por elementos principales y auxiliares.” [8]

2.7.1 Elementos principales

2.7.1.1 Cuadros rectos

“Formado por piezas de madera (puntal) resistentes para la estructura, ya que están sujetos a esfuerzos de compresión. Siendo estos el elemento principal de una tolva.” [8]

2.7.1.2 Sobre cuadro

“Estos van colocados sobre los cuadros de galería sujetos en morteros, con una altura mínima de 1.30 metros. Estos sostienen el techo de la labor.” [8]

2.7.1.3 Muertos

“El primer muerto va colocado en los postes de los cuadros de galería sobre cabezas de toro con una altura competente y alineada con “la riel”.

El segundo muerto va colocado en el cuadro que va a continuación en la chimenea alineado y nivelado con el primer muerto a una distancia de 1.50 metros. Con una inclinación de 40 grados y una altura de 1.60 metros de “la riel” a la jeta de la tolva.” [8]

2.7.1.4 Camada

“Es la base del canal de la tolva y está formada por 5 tablas de 3”x8”x10”, están clavadas en el primer y segundo muerto alineados con “la riel”. Para una mayor duración se coloca una plancha metálica sobre la camada.” [8]

2.7.1.5 Alas

“Están formados por 3 tablas de 3”x8”x10”, cada una de las alas van clavadas en ambos extremos formando el canal.” [8]

2.7.1.6 Compuertas y contra compuertas

Se clasifican en dos tipos.

2.7.1.6.1 Compuerta de madera

Son construidas por tablas que se colocan en el canal apoyado sobre guías en sus extremos, se usan en juego de dos compuertas formadas de dos tablas, cada compuerta inferior y superior depende del diseño o tipo de tolvas a utilizar. Se recomienda colocar una tercera compuerta, la cual cubra toda la altura del canal de tal forma evitar que el mineral salga por encima de ellas.

2.7.1.6.2 Compuerta metálica

“Estas compuertas se adaptan a una diversidad de formas, dependiendo al diseño de la estructura y al grado de mecanización.

Estas pueden ser compuertas media luna, las cuales giran en ejes colocados en la parte inferior de las alas adaptada a una barra hacia un costado de tal forma facilite el carguío del material; compuerta plana, la cual trabaja a un costado de la tolva; compuerta neumática, su posición puede ser en diversos sentidos y es instalada con un pistón, teniendo mayor eficiencia cuando la compuerta corta la carga de arriba hacia abajo.” [8]

2.7.1.7 Camada contra golpe

“Es el elemento que va colocado en la parte superior después de las compuertas formado por una camada de redondos, las cuales controlan la mayor parte del flujo de mineral y soportan la presión del mismo. Para evitar el desgaste prematuro de la madera, es necesario reforzarlo con pedazos de rieles.” [8]

2.7.2 Elementos auxiliares

2.7.2.1 Tirantes

“Son los que proporcionan mayor estabilidad a la estructura y se emplea para mantener una distancia entre cuadro a cuadro de 1.00 metro. Están situados a un extremo en destajes de postes y sombreros, los cuales soportan un esfuerzo de compresión

pequeño de los laterales fijados a ambos cuadros manteniendo ángulos de 90 grados.

“ [8]

2.7.2.2 Topes

“Están ubicados en el punto central de unión entre postes y sombreros en ambos extremos, los cuales están empotrados a la roca y mantienen firmemente la estructura de la tolva.” [8]

2.7.2.3 Encostillado

“Están formados por redondos rayados y van colocados en los extremos de los cuadros protegiendo toda la altura desde los postes hasta los tirantes, su objetivo es impedir el desprendimiento de roca de los hastiales o paredes de la labor.” [8]

2.7.2.4 Solera

“Van colocados sobre los cuadros de galería en proyección de los postes frente a la chimenea.” [8]

2.7.2.5 Diagonales

Son maderas colocadas de forma diagonal en la solera y a los destajes del sobre cuadro, manteniendo la estabilidad de la misma.

2.7.2.6 Encribado

Es la madera colocada sobre el sombrero del sobre cuadro y diagonales, las cuales soportan la presión del techo.

2.8 Costos

“La industria minera, así como la refinería, son empresas cuyo objetivo primordial es obtener alguna ganancia, es por ello que se debe comprender los costos como una herramienta clave para una óptima administración de una empresa. Para la elección de alternativas a futuro se tiene que tener en cuenta los costos, por ello es primordial realizar una estimación correcta de los mismos para generar una rentabilidad en los procesos de la empresa.” [8]

2.8.1 Clasificación de los costos

“Existen varias clases de costos es por ello que su clasificación es muy variada, generalmente estos costos se agrupan de acuerdo a los distintos procesos de producción de las empresas, la producción, distribución hasta la venta del producto de las empresas, por esta razón su clasificación es muy discutida entre los autores, con el pasar del tiempo esta clasificación se va diversificando.” [11]

Utilizando la clasificación de (García Colín, 2008) tenemos la siguiente clasificación de acuerdo al enfoque que tienen:

Tabla 1 Clasificación de Costos

| CLASIFICACIÓN SEGÚN: | TIPOS DE CLASIFICACIÓN: |
|--|--|
| La función que incurre | Costos de producción Costos de venta Costos de administración Costos financieros |
| Su identificación | Costos directos Costos indirectos |
| El periodo en que se llevan el estado de resultados | Costos del producto o costos inventariables Costos de periodo o costos o inventariables |
| El comportamiento respecto al volumen de producción o venta de artículos terminados | Costos fijos Costos variables Costos semifijos, semivARIABLES o mixtos |
| El momento en que se determinan los costos | Costos históricos Costos predeterminados |

Fuente: Elaboración Propia

2.8.1.1 Costo fijo

Son aquellos que se mantienen permanentes, independientemente del número de operaciones que tenga la empresa. Por lo general son periódicos. [1]

2.8.1.2 Costo variable

Son los que representan mayor gasto para la empresa, ya que varían de acuerdo al volumen de producción. [1]

2.8.1.3 Costo semivariable

Son los que tienen un costo fijo limite, al sobrepasarlo varían en proporción al uso. Por ejemplo, el servicio de cable. [1]

2.8.1.4 Costo directo

Son aquellos que involucran la producción de un producto, como materia prima, mano de obra, entre otros. [1]

2.8.2 Costo de operación horario

“Es el dinero invertido para la adquisición de un equipo o maquinaria, mantenerla operativa y en un buen estado de conservación. Incluye los costos fijos, variables, de posesión y de operación.” [11]

2.8.3 Costo de posesión

Es el costo que involucra ser propietario de un equipo o máquina, como: almacenaje, mantenimiento, entre otros.

2.8.4 Costo de operación

Son aquellos que involucran mantener el equipo en funcionamiento, aun cuando el equipo es nuevo.

2.8.5 Costo horario de equipo

Involucra a todos los costos que conlleva mantener operativo el equipo por hora; costo de propiedad y el costo de operación.

2.8.6 Indicadores económicos

Evalúa el tema financiero a cualquier proyecto, ayuda en la elección de decisiones y a conocer la rentabilidad de un proyecto a futuro. Estos serían: el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), el periodo de recuperación de la inversión (TMAR) y la relación beneficio costo. [2]

2.9 Costo de operación del equipo

2.9.1 Costo de posesión

2.9.1.1 Depreciación

Es la disminución en el valor original del equipo, durante el tiempo de su vida útil o retorno del capital.

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{0.85Va}{Ve}$$

Va = Valor de adquisición

Vr = Valor de rescate

Ve = Vida económica en horas

En el caso de equipos con neumáticos la depreciación será:

$$D = \frac{0.85Va - Vn}{Ve}$$

Vn = Valor de neumáticos

2.9.1.2 Interés de capital invertido

Se produce dividendos cuando la empresa adquiere una unidad al contado; la tasa de interés anual promedio se encuentra en 9.7%.

$$I = \frac{i * I.M.A}{H.O.A}$$

i = Tasa vigente anual de interés

I.M.A. = Interés media anual

H.O.A. = Horas operadas por año

$$I.M.A = \frac{N + 1}{2N} * Va$$

N = Vida económica útil en años

Va = Valor de adquisición

2.9.1.3 Seguros y almacenaje (S.A)

2.9.1.3.1 Seguros

“Estos varían según el tipo de maquinaria y a la exposición de riesgos al que se encuentre durante su vida económica. Este cargo existe tanto en caso que el equipo o maquinaria sea asegurada por una empresa de seguro o el dueño se haga cargo con sus propios recursos. El seguro que contratan es el TREC (todo riesgo equipos contratista), según estudios realizados con las empresas aseguradoras este valor oscila en 3.5%.” [11]

2.9.1.3.2 Almacenaje

Es el costo cuando el equipo se encuentra en talleres o custodia (almacenes), el valor oscila en 1.5 %.

$$S.A = \frac{(S + Alm.) * I.M.A}{H.O.A}$$

S = Prima anual por seguro (TREC)

Alm. = Porcentaje por almacenaje

H.O.A. = Horas operativas por año

$$S.A = \frac{0.05 * I.M.A}{H.O.A}$$

2.9.2 Costo de operación

2.9.2.1 Mantenimiento y reparación (MR)

“Son los costos de repuestos, mano de obra que incluye el mantenimiento preventivo y correctivo; si el equipo o maquinaria tiene ruedas se incluyen el costo de los neumáticos.” [11]

$$MR = \%MR * \frac{Va - Vn}{Ve}$$

Va = Valor de adquisición

Vn = Valor de los neumáticos

Ve = Vida económica en horas

2.9.2.2 Neumáticos

“Este costo es errático, ya que su vida útil depende de varias condiciones, como: velocidad, superficies, mantenimientos, entre otros; pero se toma en cuenta la vida útil del fabricante.” [11]

$$N = \frac{Vn}{Vu}$$

Vn = Costo de neumáticos

Vu = Vida útil de neumáticos en horas

2.9.2.3 Reparación de neumáticos

Es el margen de seguridad al costo de reposición de los neumáticos, por lo general se considera el 15%; salvo las condiciones no sean adecuadas.

N = costo de reposición de los neumáticos (ver formato de fórmulas posición y tamaño)

$$N = \%RN * N$$

2.9.2.4 Combustible

Estos costos se basan en los precios locales y del nivel de consumo del equipo, siendo el último condicionado por el tiempo de uso y potencia del motor del equipo.

$$CC = CH * \text{Costo por galón}$$

CH = Consumo por hora

$$CH = \text{Potencia(HP)} * \frac{0.06\text{Gal}}{H\text{Phora}} * \%CT$$

CT = Ciclo de trabajo

2.9.2.5 Lubricantes

Este costo involucra el consumo de aceites de motor, controles hidráulicos y grasas, siendo:

$$CL = \text{Costo de lubricantes} + \text{costo de grasa}$$

2.9.2.6 Filtros

Este costo involucra el cambio de filtros de petróleo, aceite, aire, líquidos hidráulicos, entre otros; por lo general es el 20% del costo de combustible y lubricantes.

$$F = 0.2(CC + CL)$$

2.9.2.7 Operador

Se debe de considerar el índice salarial del operador según donde la máquina va a operar, también se debe de considerar sus beneficios sociales.

2.9.3 Gastos generales y utilidades

“Se debe considerar los gastos correspondientes a la administración, instalación, equipamiento de talleres, personal de vigilancia y control, vehículos de transporte y servicios del equipo, sueldos de los trabajadores encargados de obtención de repuestos.” [11]

Por lo general está en un 20% del costo directo y solo se aplica para equipos en alquiler.

2.10 Definición de términos

- **Laboreo minero:** En la minería la construcción de túneles se les conoce como labores mineras (galería, cruceros entre otros) las cuales se construyen para llegar al cuerpo mineralizado y de esta manera poder iniciar con su extracción de forma segura y planeada.
- **Accesos:** Son aquellas labores más comunes que permiten el ingreso hacia el yacimiento, estas labores cumplen la función del acceso de equipos, personal hacia las labores de preparación y desarrollo.
- **Preparación:** Son aquellas labores que se encuentran sobre la mena teniendo como finalidad delimitar el yacimiento, estas labores son más conocidas como subniveles, galerías, piques cruzadas.
- **Desarrollo:** Son aquellas labores que permiten el ingreso al cuerpo mineralizado, más conocidos como bypass.
- **Explotación minera:** Son todas las actividades unitarias que se efectúan para la extracción del mineral, el cual inicia en el interior de la mina y termina en el procesamiento de dicho mineral.

- **Tolva o chute:** Dispositivo parecido a un cono de gran tamaño, destinado al tránsito de materiales volados o pulverizados. Estas estructuras permiten el movimiento del mineral que se encuentran en niveles superiores hacia el nivel de extracción.

CAPITULO 3

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 Hipótesis

- H1: La construcción de una tolva de descarga mejora la rentabilidad en el ciclo de acarreo en la U.O. El Santo - Grupo Brexia Goldplata S.A.C.
- H0: La construcción de una tolva de descarga no mejora la rentabilidad en el ciclo de acarreo en la U.O. El Santo - Grupo Brexia Goldplata S.A.C.

3.2 Variables

3.2.1 Variable independiente

- Diseño de una tolva de descarga en la U.O. "El Santo".

3.2.2 Variable dependiente

- Rentabilidad en el ciclo de acarreo en la U.O. "El Santo".

3.2.3 Operacionalización de variables

Tabla 2 Operacionalización de Variables

| TÍTULO: Diseño de una tolva de descarga en la rentabilidad en el ciclo de acarreo en la galería 666 (nivel -95 en la U.O. El Santo - Grupo Brexia Goldplata S.A.C.) | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|---|---|----------------------|--|
| Problema Principal | Formulación del problema | | Objetivos | | Hipótesis | Variables | Indicador | Escala de medición | Diseño de Investigación |
| | Interrogante Principal | Interrogante Secundaria | Objetivo Principal | Objetivo Secundario | Hipótesis Principal | | | | |
| <p>PROBLEMA PRINCIPAL: No se ha ejecutado una mejora técnica económica construyendo una tolva de descarga en la U.O. El Santo - Grupo Brexia Goldplata S.A.C.</p> | <p>• ¿Se puede ejecutar una mejora técnica - económica, construyendo una tolva de descarga para la optimización del proceso de acarreo en la U.O. El Santo - Grupo Brexia Goldplata S.A.C.?</p> | <p>• ¿Cómo se propone construir una tolva de descarga?</p> | <p>Obtener una mejora técnica - económica, con la construcción de una tolva de descarga para la optimización del proceso de acarreo en la U.O. El Santo - Grupo Brexia Goldplata S.A.C.</p> | <p>• Diseño de una tolva de descarga.</p> | <p>H1: La construcción de una tolva de descarga mejora la rentabilidad en el ciclo de acarreo en la U.O. El Santo - Grupo Brexia Goldplata S.A.C. H0: La construcción de una tolva de descarga no mejora la rentabilidad en el ciclo de acarreo en la U.O. El Santo - Grupo Brexia Goldplata S.A.C.</p> | <p>Variable independiente: Diseño de una tolva de descarga en la U.O. "El Santo".</p> | <p>Dimensiones de la Estructura de la tolva de madera</p> | <p>Metros</p> | <p>Tipo de Investigación: No Experimental Nivel de Investigación: - Descriptivo - Correlacional</p> |
| | | <p>• ¿Cuáles son los resultados económicos de la construcción de una tolva de descarga en el proceso de acarreo en la U.O. El Santo?</p> | | <p>• Determinar los resultados económicos de la elaboración de una tolva de descarga en el proceso de acarreo en la U.O. El Santo.</p> | | | <p>Registro y controles</p> | <p>Documentación</p> | |
| | | <p>• ¿Cuáles son los beneficios en la productividad que se obtendrán con la construcción de la tolva de descarga en comparación con el sistema actual de acarreo?</p> | | <p>• Determinar la influencia de los resultados obtenidos con la implementación de la tolva de descarga sobre el sistema actual de acarreo.</p> | | | <p>Costos de madera</p> | <p>\$</p> | |
| | | <p>• ¿Cuál será la rentabilidad en el proceso de acarreo utilizando el diseño de la tolva de descarga en la U.O. El Santo?</p> | | <p>• Analizar la productividad obtenida en los scoop dentro del proceso de acarreo con la construcción de la tolva de descarga en la U.O. El Santo.</p> | | | <p>Tiempo de instalación</p> | <p>Tiempo</p> | |
| | | <p>• ¿Cuál es la posibilidad de la implementación de dumpers, con la construcción de la tolva de descarga?</p> | | <p>• Evaluar la posibilidad de la implementación de dumpers, con la construcción de la tolva de descarga.</p> | | <p>Variable dependiente: La rentabilidad en el ciclo de acarreo de mineral en la U.O. "El Santo"</p> | <p>Equipos de acarreo</p> | <p>\$/hr</p> | |
| | | | | | | | <p>Tonelaje acarreado</p> | <p>\$/Tn</p> | |
| | | | | | | | <p>Disponibilidad Operativa</p> | <p>Hr/guardia</p> | |

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Tipo y nivel de investigación

La investigación es del tipo no experimental, de nivel descriptivo-relacional.

3.4 Descripción del ámbito de la investigación

La presente investigación se realizará en la U.O. El Santo – Grupo Brexia Goldplata S.A.C., puntualmente en el nivel -95 galería 666 NE – SW.

3.5 Población y muestra

La población está enfocada en el ciclo de acarreo y la muestra está dirigida a la evaluación del ciclo de trabajo de los Scoop en su labor de acarreo con la construcción y diseño de la tolva de descarga en la U.O. El Santo - Grupo Brexia Goldplata S.A.C.

3.6 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La técnica utilizada para la recopilación de datos fue la revisión de información relacionada con el tema y observación experimental en pasos de elaboración de diseños de tolvas de descarga.

Análisis de ciclo de acarreo en condiciones actuales y la simulación del ciclo de acarreo con la tolva de descarga.

3.7 Plan de recolección y procesamiento de datos

Para llevar a cabo el manejo de la información, se efectuará como estrategia, la búsqueda de la información basada en la bibliografía relacionada. Al mismo tiempo se aplicará el análisis de la información recolectada en los trabajos de campo. Una vez obtenida la información, se procederá a efectuar la interpretación respectiva.

CAPITULO 4

DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA Y GEOLOGÍA

4.1 Diagnóstico de la empresa

4.1.1 Ubicación

La mina “El Santo” Propiedad de Brexia Goldplata Perú S.A.C. (BGPP), está ubicada a 225 Km al noroeste del departamento de Arequipa en la provincia de Caylloma, distrito de Caylloma, esta unidad minera se encuentra a 4800 m.s.n.m. La mina se desarrolla en dos concesiones mineras, Sandra 104 y Sandra 105, las cuales hacen un área de 315 ha.

Imagen 7 Ubicación Mina



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 8 Ubicación Geográfica



Fuente: Oficina de Planeamiento Mina

4.1.2 Rutas y vías de acceso

Tabla 3 Acceso a Mina

| Trayecto | Vía | Distancia | Tiempo |
|--------------------------|--------------------|---------------|----------------|
| Arequipa – Desvío Cusco. | Carretera Afirmada | 84 km | 1 h 30' |
| Desvío Cusco – Sibayo | Carretera Afirmada | 80 km | 1 h 30' |
| Sibayo – Caylloma | Carretera Afirmada | 64 km | 1 h 30' |
| Caylloma- U.M “El Santo” | Carretera Afirmada | 9 km | 15' |
| TOTAL | | 237 km | 4 h 45' |

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3 Climatología y Meteorología

Los datos ambientales en la zona de operación se obtuvieron en la estación meteorológica “Caylloma”, dicha estación está administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), siendo la única estación que proporciona datos meteorológicos en el área del proyecto o a la misma altura sobre el nivel del mar.

De los datos obtenidos en la Estación Climatológica Ordinaria Caylloma, se observa que para cada año la curva promedio de temperatura presenta una variación, marcada entre la época de lluvia y la época seca, el periodo más caliente ocurre en el mes de diciembre con temperaturas de hasta 8,5°C y el más frío en junio y julio con temperaturas de -3,5°C. Los meses más cálidos son: noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo, con un promedio de 7,5 °C. Los meses más fríos son en junio, julio y agosto, con un promedio de 2,5 °C., llegando en ocasiones a una temperatura de -15 °C. La humedad relativa media anual en la Estación Climatológica Ordinaria Caylloma es de 65%. Los valores extremos se presentan con 79% (máximo) y en el mes de noviembre con 48% (mínimo), esta variación está íntimamente asociada a la marcha de la temperatura, y a la capacidad de turbulencia de la atmósfera por las condiciones topográficas naturales de la zona.

La precipitación anual en la Estación Climatológica Ordinaria Caylloma nos indica que en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo ocurrieron las mayores precipitaciones (época de lluvias). De manera general la región presenta un régimen donde la lluvia se concentra durante el verano, presentándose por lo tanto una estación húmeda; eso va a repercutir en el régimen de los ríos. El 60% y más del 75% de la precipitación se concentraron en los meses de enero a marzo. Los periodos críticos secos se dan entre mayo y agosto. El elevado índice de evaporación en las zonas tropicales de altura registró como resultado un déficit absoluto de agua durante 8 meses del año (abril-noviembre).

4.1.4 Método del minado

Cuando hablamos de método de minado o explotación minera, básicamente nos referimos al método de explotación que se aplica para el arranque del mineral y su posterior extracción, y este a su vez está determinado por las características del yacimiento como, disposición espacial, comportamiento geomecánico, calidad del mineral (ley) entre otros, tomando en cuenta todas estas consideraciones, así como la

experiencia operativa del personal, en nuestra operación se aplica el método de corte y relleno ascendente (Over Cut and Fill OC&F) con el empleo de relleno detrítico producto de la misma operación.

Una vez culminada la preparación del block de explotación, y por ende culminado el subnivel de preparación el cual será la base desde la cual se inicie la explotación de mineral.

El arranque del mineral, se inicia con la perforación de la corona del subnivel mediante técnicas de realce, para posteriormente ser arrancado mediante el uso de explosivos, el mineral quebrado es arrastrado hacia los buzones mediante el empleo de winches eléctricos y palas de arrastre (scraper) para su posterior acarreo con Scoop, una vez extraída la franja superior en su integridad se procede a rellenar el volumen excavado con material detrítico cercano producto de la misma operación, el cual se ingresa por las chimeneas convenientemente preparadas para ese uso, el relleno depositado en tajo es plataformado haciendo uso del mismo winche y pala de arrastre, el relleno así dispuesto sirve tanto de piso de trabajo para los obreros, como de soporte para las paredes del tajo, si el soporte que brinda el relleno no fuese el necesario, es común en la aplicación de este método la instalación de puntales de seguridad, para mejorar las condiciones de estabilidad de las cajas.

El ciclo arriba descrito es repetido hasta llegar a la parte superior del tajo, dando por concluida la explotación del mismo.

También en algunas labores se utiliza el Open Stopping.

4.1.5 Producción

La unidad Minera El Santo es una mina polimetálica (Cu, Pb, Ag, Zn y Au), en la actualidad solo el 15% del área del proyecto ha sido trabajada. Con una producción diaria de 315 TMS; con una ley de cabeza de 0.34% de Cu, 3.54% de Pb, 3.76% de Zn, Ag con 1.75 Oz/Tn, Au con 0.42 gr/Tn.

4.1.6 Perforación

El proceso de perforación se realiza tanto de la manera convencional, vale decir mediante el empleo de perforadoras neumáticas Jackleg, así como de Jumbo electrohidráulico, el empleo de este último está limitado a la excavación de rampas y cruceros, que son las labores cuya sección (4.0 x 4.0 m²) permiten su uso, siendo las Jackleg utilizadas en la ejecución de galerías y labores de preparación como de la misma explotación en tajos.

Las máquinas neumáticas de perforación a continuación son detalladas:

Se cuenta con 13 máquinas Boart Longyear:

- Modelo: S250
- Consumo de aire: 156 cfm @ 90 psi

Se dispone de 10 máquinas RNP:

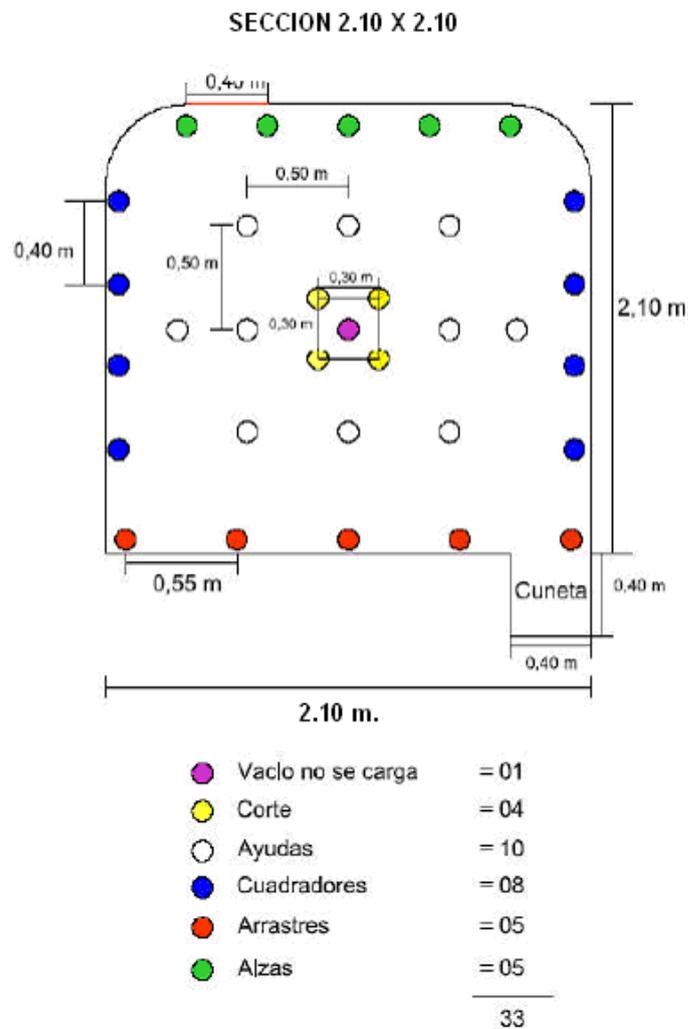
- Modelo: RN-250X
- Consumo de aire: 170 cfm @ 90 psi

Por último, se cuenta con 04 máquinas Atlas Copco:

- Modelo: SECOROC-250
- Consumo de aire: 156 cfm @ 90 psi

También se cuenta con 01 Jumbo Electrohidráulico

Imagen 9 Malla de Perforación para (Galerías-Cruceros) y Cantidad de Taladros



Fuente: Área Planeamiento Mina

4.1.7 Desatado

Debido a las dimensiones del laboreo en la Unidad Minera, así como el nivel mismo de operación no se requiere desate mecanizado, por ende, el desatado se realiza de manera manual con barretillas de distintas dimensiones acordes a la altura de la labor a sanear.

4.1.8 Voladura

En mina El Santo se tiene voladura de avance en frentes, como galerías, subniveles y chimeneas, así como la voladura de producción en tajos, en ambos casos se hace uso de mecha ensamblada (carmex), para iniciar el cebo que a su vez iniciará la carga de

columna que puede estar constituida tanto por cartuchos de dinamita como de emulsión encartuchada, dependiendo de la calidad de roca y la presencia de agua, para el encendido de los detonadores ensamblados se hace uso de mecha rápida con la finalidad de tener una iniciación más segura.

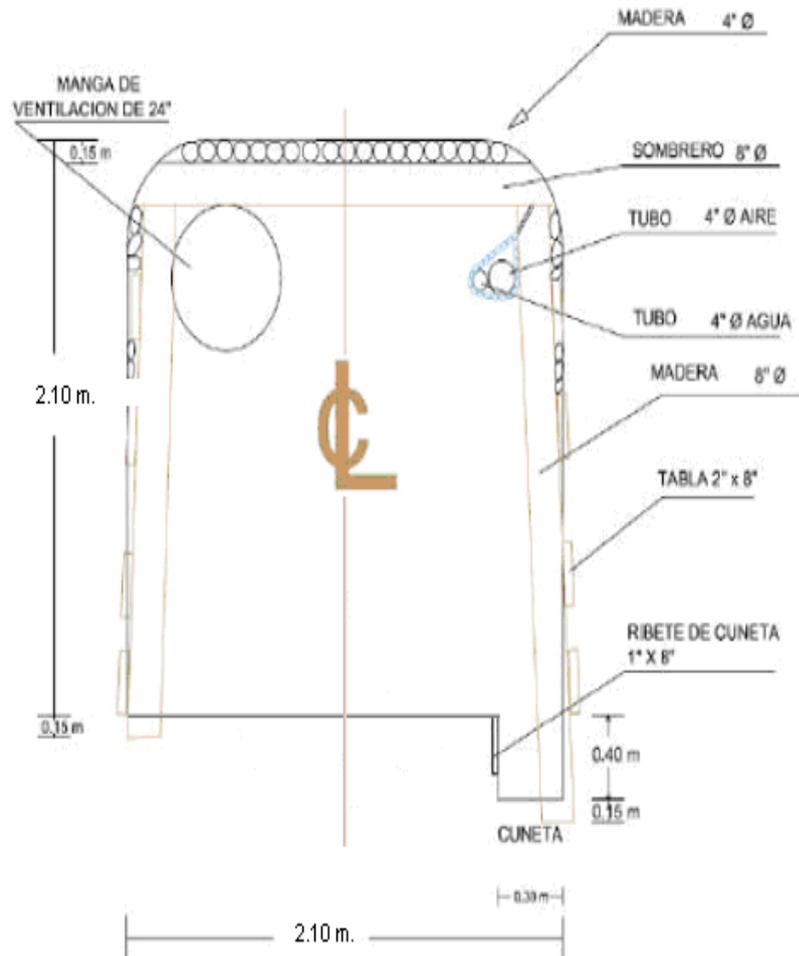
Tabla 4 Distribución de la Carga de Explosivos por Tipo de Taladros en Galerías

| Tipo de Taladros | Nº de Taladros | Nº de Cartuchos x Taladro | Total |
|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------|
| Corte | 4 | 5 | 20 |
| Ayuda | 10 | 4 | 40 |
| Arrastre | 5 | 4 | 20 |
| Cuadradores | 8 | 4 | 32 |
| Alzas | 5 | 4 | 20 |
| Total | 32 | | 132 |

Fuente: Elaboración Propia

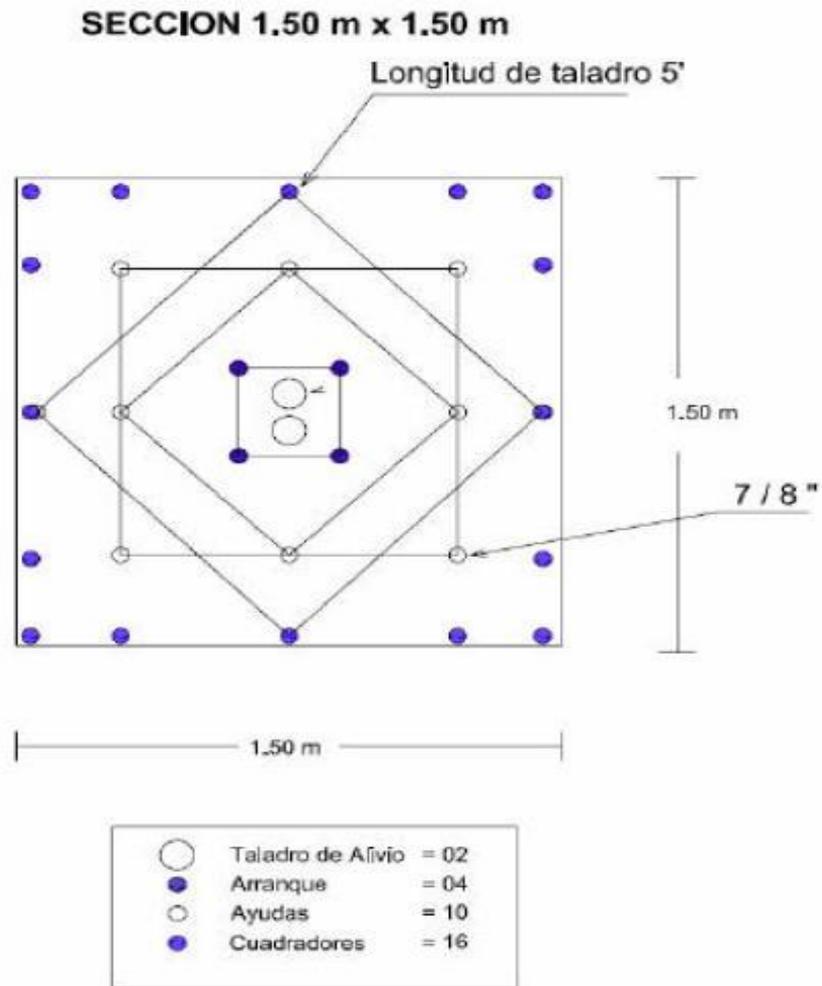
Imagen 10 Dimensiones de la Galería después de la Voladura

SECCION 2.10 m X 2.10 m



Fuente: Área Planeamiento Mina

Imagen 11 Malla de Perforación para Chimeneas



Fuente: Área Planeamiento Mina

4.1.9 Sostenimiento

Teniendo en general una roca regular buena (IIIA) el sostenimiento de mayor aplicación es la instalación de Split set y en casos de presentarse alguna condición desfavorable se opta por el empleo de cuadros de madera, esto se da en los avances en galerías (secciones pequeñas) y en el caso de tajos se opta por dejar pilares de roca que mejoren la estabilidad del sector.

Para las labores ejecutadas con Jumbo (secciones mayores a 3.0 m x 3.0 m) con las secciones ya mencionadas, el sostenimiento de mayor aplicación es el empleo de pernos hidrotubos, quienes entregan un mejor performance que los pernos split set y

pernos helicoidales, en condiciones ligeramente más desfavorables se combina su uso con el empleo de malla electrosoldada, y en sectores donde la calidad de roca es pobre se ha requerido el empleo de cimbras, finalmente es el área de geomecánica, que a través de su recomendación, define el tipo de sostenimiento adecuado a la necesidad del sector.

4.1.10 Limpieza

La limpieza del mineral tanto en galerías como de tajos se realiza con Scoops de 1.5 yd³ como de 2 yd³, en el caso de la limpieza en tajos, se limpia el mineral acumulado en las cámaras buzón hasta cámaras de acumulación cercanas, ubicadas en cruceros y desde este punto el mineral es nuevamente acarreado por Scoop (LT-650 y ST710) de mayor capacidad 4.0 yd³ hacia las cámaras de carguío ubicadas en rampa, en el caso de la limpieza de desmonte en galerías y al ser este material preferentemente empleado como relleno, este es dispuesto en cámaras de acumulación hasta su uso final como relleno en tajos.

En el caso de la limpieza de las labores de mayor sección como rampa y cruceros, estos son limpiados directamente por el Scoop de mayor capacidad (4.0 yd³) y acumulados en cámaras de acumulación cercanas a las cámaras de carguío o cargados directamente a los volquetes de 15 m³, los que le darán su disposición final.

4.1.11 Acarreo y Transporte

En el caso del mineral almacenado en las cámaras de acumulación de mineral, este es cargado en los volquetes de 15 m³ que se posicionan en las cámaras de carguío ubicados en rampa 762, que tiene una pendiente de -15% y que permite el acceso a todos los niveles de la mina por debajo del nivel 0 y desde allí son trasladados hasta planta Suyckutambo, transporte que tiene una distancia aproximada de 35 Km, allí será finalmente dispuesto en las canchas de mineral previo pesaje.

Para el caso del desmonte ya se ha señalado que el desmonte de galerías es almacenado hasta su empleo como relleno, caso contrario ocurre con el relleno

producto de la excavación de rampa y cruceros, este material es cargado en los mismos volquetes de acarreo de mineral, haciendo uso también de las cámaras de carguío emplazadas en rampa, el desmonte extraído hacia superficie es dispuesto en las escombreras que cuentan con su respectiva autorización. La distancia de acarreo desde la cámara de carguío más profunda hasta la desmontera es de aproximadamente 1.20 Km.

Ya en superficie el mineral es trasladado hacia la planta procesadora que se encuentra en Suyckutambo.

Los equipos empleados son 3 Scoop los mismos que se detallan a continuación:

01 Scoop

- Marca: ATLAS COPCO
- Modelo: ST710
- Capacidad: 1.5 yd³
- Potencia: 170 HP

01 Scoop

- Marca: SANDVICK
- Modelo: LH203
- Capacidad: 2.2 yd³
- Potencia: 173 HP

01 Scoop

- Marca: JOY GOBAL
- Modelo: LT-650
- Capacidad: 4.0 yd³
- Potencia: 220 HP

05 Camión Tolva (Volquete)

- Marca: VOLVO
- Modelo: FMX
- Capacidad: 15 m³
- Potencia: 295 HP

4.1.12 Energía Eléctrica

La Unidad Minera El Santo no cuenta con suministro mediante red eléctrica, existe un proyecto en evaluación para la implementación de una red eléctrica; actualmente se opera con energía autogenerada mediante grupo electrógeno de 750 KVA, el cual alimenta tanto la operación de interior mina, como las instalaciones de superficie. Al ingreso de las guardias y en la toma de alimentos únicamente se opera con otro grupo más pequeño de 150 KVA

La característica técnica del grupo generador de mayor potencia se detalla a continuación:

- Marca: RD POWER
- Modelo: RVL-605
- Potencia Prime: 553 kW
- Potencia Stand By: 605 kW

Y el grupo generador pequeño:

- -Marca: OLYMPIAN POWER SYSTEMS
- -Modelo: GEP150
- -Potencia Prime: 108 kW
- -Potencia Stand By: 120 kW

4.1.13 Sistema de Drenaje

Las aguas en mina El Santo son canalizadas a través de cunetas en galerías, cruceros y rampa y por gravedad direccionadas hacia las cámaras de bombeo, como parte de la infraestructura de drenaje de mina, se cuenta con tres de estas cámaras, la primera

ubicada en el Nv. -95 (el más profundo de la mina), en ella está ubicada una bomba Flygt modelo BS2630 (5.9 hp) la que bombea el agua acumulada hacia la cámara intermedia de bombeo (Cam_280, Nv. -85) a través de tubería HDP de 3 pulg, en dicha cámara se cuenta con una bomba de mayor potencia de marca Flygt igualmente y modelo BS2670 (20 hp), la que a su vez descarga su flujo a la cámara de bombeo 104 en el Nv. -30 a través de tubería HDP de 4 pulg. Finalmente es la bomba instalada en la Cam_104 (la más superficial) la que lleva su flujo hasta la Poza de Tratamiento de agua de mina en superficie, dicha bomba es de marca Grindex y Modelo Master SH (15 hp).

El sistema de drenaje de mina, ubicado en serie bombea en conjunto cerca de 1.09 L/s, en promedio.

Finalmente, cerca del 80% del agua tratada es recirculada para su consumo en mina, y el resto se vierte.

Las características de las bombas que conforman nuestro sistema de drenaje se detallan a continuación:

01 Bombas de Avance (en Nv. -95 el más profundo)

- Marca: Flygt
- Modelo: BS 2630_180HT
- Potencia: 5.9 hp

01 Bombas Sumergibles

- Marca: Flygt
- Modelo: BS2670
- Potencia: 120 hp

01 Bombas Sumergibles

- Marca: Grindex
- Modelo: Master SH
- Potencia: 15 hp

4.1.14 Aire Comprimido

El aire comprimido es generado por 02 compresoras eléctricas de iguales características, ambas se ubican en la casa de fuerza ubicada en el Nv. 20 y desde allí es distribuido por tubería HDP de 4 pulg. Hacia los niveles en actual operación. La red de aire comprimido cuenta con dos tanques de almacenamiento de aire comprimido con una capacidad de 3000 L. Ubicados inmediatamente a la salida de los compresores y otro al interior mina de la misma capacidad.

Las características técnicas de los 02 compresores se detallan a continuación:

- Marca: Atlas Copco
- Modelo: GA 160
- Capacidad: 1000 cfm
- Potencia: 217 HP
- Presión Max: 132 psi

4.1.15 Personal

Tabla 5 Cantidad de Personal

| Descripción | N° de trabajadores Enero 2017 | | |
|----------------------------|-------------------------------|------------|------------|
| | Empleados | Obreros | Total |
| Compañía | 28 | 186 | 214 |
| Contratistas Mineros | 0 | 0 | 0 |
| Contratistas conexos | 4 | 24 | 28 |
| Otros proyectos especiales | 0 | 0 | 0 |
| Total | 32 | 210 | 242 |

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Geología

4.2.1 Estratigrafía

En el cuadrángulo de Caylloma afloran unidades sedimentarias y volcánicas, cuyos rangos de edad abarca desde el Jurásico hasta el reciente. La Unidad más antigua que aflora en el área es del Grupo Yura en la que se diferencian las formaciones: Puente, Cachios, Labra, Gramadal y Hualhuani. Sobre esta última formación, yace en forma concordante, la Formación Murco en la que se han diferenciado cuatro miembros: A, B, C, D, terminado la secuencia sedimentaria mesozoica con la presencia de la Formación Arcurquina.

El terciario está representado por el Grupo Tacaza, diferenciándose, las Formaciones Orcopampa e Ichocollo. Sobreyaciendo, en discordancia angular tenemos a la Formación Sencca, concluyendo el Terciario tenemos la Formación Pusa, de ambiente lacustrino.

En el cuaternario se emplazaron los volcánicos andesíticos del Grupo Barroso, seguidos de una actividad glacial. Como última actividad volcánica, en forma de conos de escoria, se encuentra el Grupo Andagua.

4.2.1.1 Grupo Yura

En el Grupo Yura se ha diferenciado a las Formaciones Puente, Cachios, Labra, Gramadal y Hualhuani.

- **Formación Puente (Jms-pu)**

La formación Puente en el cuadrángulo de Caylloma con un solo afloramiento, el cual se ubica en las márgenes de la quebrada Ichohuayjo, litológicamente está constituida por areniscas y areniscas cuarzosas gris oscuras a pardas de grano medio a fino, y en estratos de 10-20 cm, intercaladas con lutitas gris oscuras a claras, en estratos de 5 a 10 cm, En Condorcuyo se ha encontrado un nivel de pelitas con concreciones de caliza arenosa, negra, fosilífera, aproximadamente de 5m de espesor en estos sedimentos se han encontrado amonitas del Caloviano. La base del puente es desconocida, pero

su techo pasa gradacionalmente a la Formación Cachios, se estima un espesor aproximado de 1000m.

- **Formación Cachios (Js-cs)**

La formación Cachios, aflora formando el anticlinal de la quebrada Ichohuayjo. Se encuentra representada litológicamente por lutitas gris oscuras a negras friables en estrato de 5-10 cm con algunas intercalaciones de areniscas negra de grano fino en estrato de 10-20 cm.

En la quebrada Pallca cerca del caserío Maynuita, la secuencia presenta niveles lenticulares e irregulares de pelitas carbonosas.

- **Formación Labra (Jki-la)**

Se observan afloramientos de la formación Labra desde la quebrada Chuaña hasta el caserío Huilahuaraya, en la margen de la quebrada de Pururuya en la falda de los cerros Cconccahu y Pallu y en ambos márgenes del río Santiago en las inmediaciones del campamento Huayllacho de la mina Caylloma.

La litología de esta unidad está constituida por intercalaciones de arenisca gris a gris oscuro, de grano medio a fino, en estratos de 10-20 cm, con lutitas grises oscura, en estratos de 5-15 cm, en el cerro Ccella presenta estratos de areniscas ferruginosas de colores pardo a marrón claro y lutitas de color gris a gris clara, el intemperismo produce coloración marrón rojiza.

- **Formación Gramadal (Ki-gr)**

La Formación Gramadal aflora en la unión de las quebradas Huertamayo y Sara Palca; también aflora en ambas márgenes de la quebrada de Purumayo y en las faldas del cerro Pallu.

Dicha unidad está compuesta en su mayoría de bancos de calizas oolíticas, grises, arrecifales, con gran presencia de fósiles. En la unión de las quebradas Huertamayo y Sara Palca, la Formación Gramadal tiene una potencia de más de 200 m. Litológicamente está compuesta por calizas grises, fosilíferas, en bancos de 10-20 cm.,

con intercalación de niveles pelíticos negros hacia la base y areniscas gris-blanquecinas hacia el techo. Toda la unidad tiene coloración rojiza producida por el intemperismo de las calizas que deben contener fierro.

- **Formación Hualhuani (Ki-hu)**

La Formación Hualhuani aflora en la quebrada de Huertamayo, en ambos márgenes de la quebrada Pururuya y al sur de las lagunas de Payacoto; estos afloramientos presentan relaciones estratigráficas claras. También se ha reconocido un pequeño afloramiento en la quebrada de Huarajo, justo al este del caserío de Huarajo, y otro al este del caserío de Huininguri; ambos afloramientos son ventanas estratigráficas rodeados por volcánicos del Grupo Tacaza. Litológicamente la Formación Hualhuani está constituida por areniscas cuarcíticas, blancas, duras de grano medio a fino, en estratos de 2-3 cm con estratificación cruzada; las areniscas, por intemperismo, dan coloraciones rojo amarillentas de tonos claros, debido al contenido de fierro.

4.2.1.2 Formación Murco (Cretáceo inferior)

En el área de estudio, a la formación Murco se le ha dividido en cuatro miembros:

Miembro A, Miembro B, Miembro C y Miembro D, cuyas presencias se encuentran al este de Caylloma; en las inmediaciones de la quebrada de Pururuya, habiéndose determinado dos zonas netamente diferenciadas por su posición estratigráfica que se encuentran separadas por una falla de rumbo; una de ellas se localiza en la parte baja de la quebrada Pururuya y la otra en el cerro Parihuana.

4.2.1.3 Formación Arcurquina (KMS)

La Formación Arcurquina presenta afloramientos en forma de ventanas estratigráficas; uno localizado en los alrededores de la unión del río Molloco con la quebrada Ccellane, y otro al noroeste de la mina Suyckutambo, en las faldas del cerro de Acocirca. Litológicamente está constituida por calizas arenosas, marrón claro, gris o negro grisáceos, en estratos de 10-50 cm.

4.2.1.4 Grupo Tacaza (Mioceno)

Esta formación está constituida por las Formaciones Orcopampa e Ichoccollo las cuales se caracterizan por una serie de derrames, brechas de flujo, aglomerados y tobas, a veces brechoides, las cuales presentan una composición mayormente andesítica, y en menor proporción dacítica y riolítica, presentando localmente flujos basálticos (andesitas basálticas de color gris oscuro de textura afanítica).

4.2.1.5 Formación Sencca (TS- SE)

Formación volcánica de alcance regional constituida por tobas y tufos de composición dacítica – riolítica, presenta colores blanquecinos y amarillentos, es origen piroclástico de tipo explosivo y fluidal, presenta intercalaciones con horizontes de material clástico y niveles de tobas – lavas de disposición subhorizontal y con un buzamiento de 10° a 15° al SW. Esta formación está relacionada a estructuras de colapso, como calderas. Se encuentra suprayaciendo a las rocas del Grupo Tacaza en discordancia angular y subyaciendo mediante discordancia erosional al Fm. Pusa y Grupo Barroso. Esta formación presenta una potencia que varía de entre los 30 a 200 metros.

4.2.1.6 Formación Pusa (TQ-PU)

La formación Pusa aflora en los alrededores de Caylloma, en las localidades de Pusa y Pillune. Litológicamente está constituida por intercalaciones delgadas de areniscas finas, de matriz tobácea y lodolitas de origen tobáceo, cremas a amarillentas, de naturaleza lacustrina.

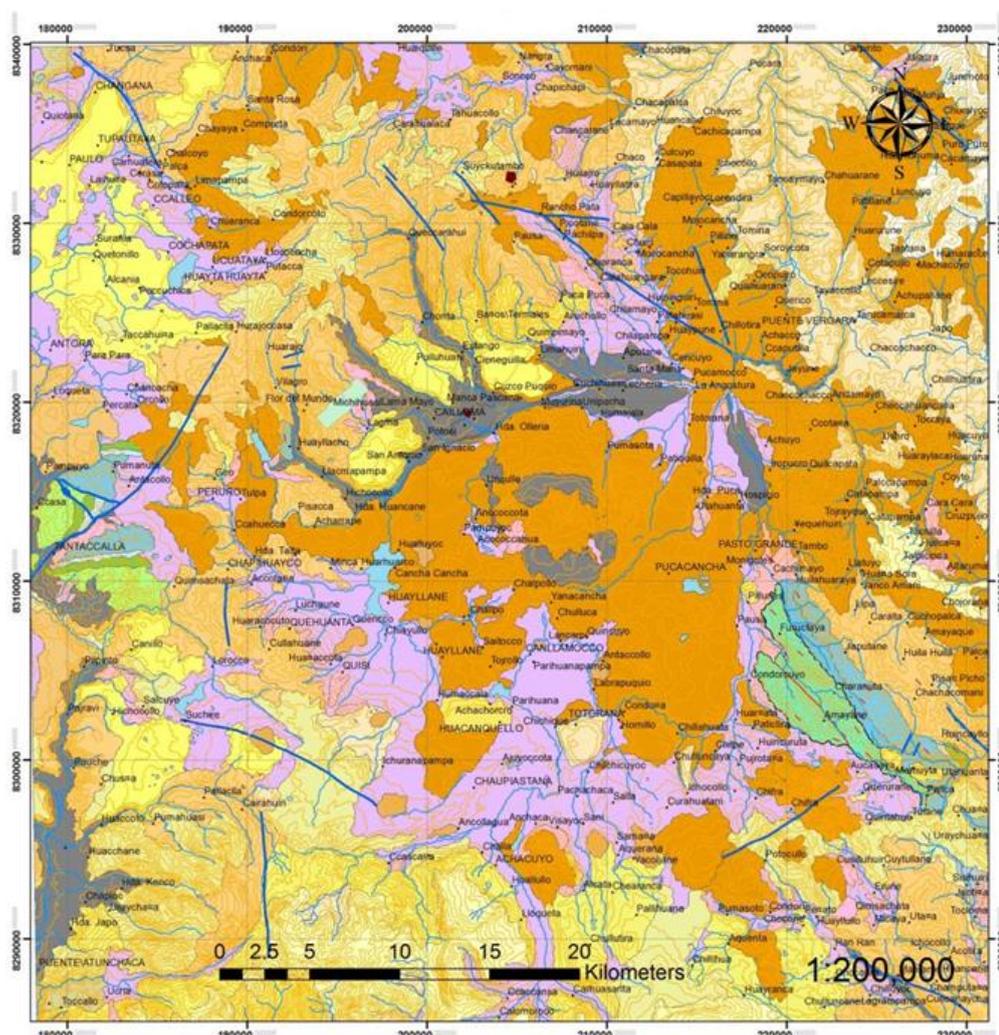
Al sur de Pillune se observa niveles conglomerádicos que desaparecen hacia el oeste, lo que nos indica un aporte hacia esta área, de este a oeste. En el área de Angostura, se observa niveles conglomerádicos con buzamientos de 10° a 20° hacia el sur, a diferencia de la localidad de Pusa, donde la secuencia se encuentra horizontal y no se observan conglomerados.

4.2.1.7 Grupo Barroso (Pleistoceno)

A las volcanitas del Grupo Barroso se les ha agrupado por su tipo y modo de ubicación en estrato-volcán, lava-domo, domo y otros.

Estrato-Volcán. - La ubicación principal de los volcanes tipo estrato-volcán se localizan en la parte central de cuadrángulo y el mejor ejemplo es el Volcán Cosana; al igual se aprecian otros, tales como los volcanes Sani y Chila. Por los límites sur y oeste del cuadrángulo ingresan derrames de aparatos volcánicos tipo estrato-volcán, cuyos focos de emisión se ubican fuera de los límites del cuadrángulo, tales como los volcanes Mismi (cuadrángulo de Chicay), Yaiculle, Maurar y Chuquihua (cuadrángulo de Orcopampa).

Imagen 12 Plano Geológico de Caylloma



Fuente: Cartografía del Perú

4.2.2 Geología Económica

La mineralización está emplazada en las rocas volcánicas del Grupo Tacaza y con menores expectativas económicas en las rocas sedimentarias del Grupo Yura. Es de tipo hidrotermal, de relleno de fractura, epigenético, epitermal de baja a media sulfuración, con mineralización de metales a base de plomo, zinc, cobre y contenidos de plata-oro.

La mineralogía en dicha zona está conformada especialmente por galena, esfalerita; calcopirita, cobre gris, enargita, cuarzo, pirita y hermanita.

Entre las principales "vetas en la Unidad Minera El Santo tenemos:

- Veta El Santo
- Veta El Diablo
- Veta Gianina
- Veta El Triunfo
- Veta El Ángel

Estas estructuras son las más resaltantes con leyes de 1.66 gr Au/TM, 3.49 oz Ag/TM, 3.72% de Pb y 5.81% Zn.

CAPÍTULO 5

IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA

5.1 Situación Actual

La unidad minera El Santo actualmente produce un promedio de 140 ton/día de la galería 666 NE - SW. Dichas labores pertenecen a la veta El Diablo, que se encuentra ubicada en el nivel -95.

Con la implementación de una tolva se pretende cambiar el método de explotación de corte y relleno ascendente a “shirinkage” en el tajo 95110. Logrando incrementar la producción de 140 ton/día a 300 ton/día.

Es por ello que nuestra propuesta de implementar una tolva de descarga, conlleva a la utilización de un equipo nuevo de acarreo “Dumper”, ya que la distancia de acarreo desde la ubicación de la tolva hasta la zona de carguío “CAM. 540” es de 382 metros. Dicha distancia actualmente es realizada por un Scoop, el cual no está diseñado para realizar trabajos de acarreo.

Siendo la capacidad de carga de la tolva de 150 Tn y su tiempo de construcción es de 2 a 3 guardias; dependiendo a la habilidad del maestro maderero.

Para el funcionamiento o implementación de la tolva se necesita la ejecución de un chute o chimenea de traspaso de material (mineral), cuyas medidas serán: 2.40m x 1.50 m. La chimenea se ejecutará mediante el método PEM (plataforma – escalera – metálica)

5.2.1 Capacidad de tolva y su impacto ambiental

- La capacidad de tolva se calcula con la cubicación de las dimensiones de la chimenea; en conjunto con el factor de esponjamiento, densidad del material y para una mayor precisión se toma en cuenta el factor de humedad. Con las dimensiones de la chimenea y los factores a considerar se calculó una capacidad de tolva en promedio de 150 tn.
- La construcción de la tolva de madera generará como impactos ambientales en interior mina: la inestabilidad del macizo rocoso, a causa de la apertura del macizo rocoso para la implementación de la tolva de descarga, dicho suceso ocasionará una alteración en las tensiones del macizo rocoso (tensión mayor, tensión menor); la polución ocasionada por la acción de la perforación para la instalación de la tolva, dicha polución es perjudicial para los trabajadores y equipos que laboran en dicha zona de trabajo y como último impacto la reducción del caudal de aire en la zona de trabajo, ocasionado por la utilización de madera para la elaboración de la tolva; a la vez disminuye el caudal de aire a las demás labores por el coeficiente de fricción que aumentaría con la implementación de dicha tolva.
- La construcción de la tolva de madera implica la deforestación de un gran número de hectáreas de árboles (eucaliptos), esto ocasionará un incremento en el calentamiento global. La empresa mitiga estos daños con la donación de plántones de árboles de eucalipto hacia las zonas donde se extrae la materia prima (Cusco, Abancay).

5.2.2 Diseño, Ingeniería y Seguridad de la construcción de la tolva

La construcción de la tolva tomara un tiempo aproximado de 2 a 3 guardias las cuales serán solo para trabajos en madera; ya que se tiene que instalar los cachos de toro en donde irán los puntales de madera, aparte la instalación de las patillas entre otras partes de la estructura de la tolva mencionadas líneas abajo; para la construcción de la columna de la chimenea se tardará un promedio 8 guardias, perforando 1.5 metros de avance por disparo.

5.2.2.1 Primera etapa

- Concierno al avance con perforación y voladura, una vez realizado los 10m de avance desde la base de la chimenea hasta el tope de la chimenea, se paraliza en forma temporal dejando acumulado todos los taladros de perforación completa de la chimenea para realizar los trabajos de madera del doble compartimento, una vez concluido el enmaderado del doble compartimento se procede a efectuar el carguío de los taladros acumulados.
- Para iniciar la perforación de la chimenea se colocará la plataforma de seguridad y la plataforma de perforación.
- La plataforma de perforación no debe exceder a 1.80m al tope de la chimenea, para realizar el desate de rocas en forma segura.
- La distancia entre la plataforma de perforación y la de seguridad es de 1.50m.
- Las escaleras estarán ancladas en los anclajes centrales fijados rígidamente en la caja piso.
- Los anclajes centrales que sirven para anclar las escaleras están espaciados a 2.70m.
- Para cada ciclo de perforación y voladura se emplea 4 anclajes, 2 en la caja techo y 2 en la caja piso, que sirven para anclar los corredizos.

- Durante la perforación tanto el maestro perforista como su ayudante estarán siempre anclados a sus respectivas líneas de vida en los anclajes de servicio con una soga nylon de 1" Ø.
- Para la voladura final se le facilitará 12 m de mecha rápida o igniter, para poder chispear desde la base de la chimenea o del refugio temporal.

5.2.2.2 Segunda etapa

- Una vez concluida la primera etapa con respecto al avance con perforación y voladura se coloca en el tope de la chimenea una plataforma completa con sus respectivas tablas, que servirá como guarda cabeza protegiendo la caída de rocas.
- Se inicia con los trabajos de madera del doble compartimento desde la base de la chimenea, colocando los puntales en línea con redondos de 6" de Ø y forrado con tablas de 2" x 8" x 10", dividiendo a la chimenea en chute y camino.
- Los puntales en línea (6" de Ø) estarán ubicados a una distancia de 80cm del hastial del echadero, para dar mayor amplitud al camino.
- Las escaleras de madera del camino se fijarán rígidamente alternadas de acuerdo a los estándares establecidos.
- Los puntales en línea estarán espaciados a una longitud de 1.35m de eje a eje.
- En el último puntal en línea estará ubicada la ventana de acceso a la chimenea para iniciar con el avance de la chimenea.
- A la altura de este puntal en línea se colocará un puntal paralelo para ubicar la parrilla, que será retirado en la voladura a fin de guardia.
- A 1 m del tope de la chimenea se colocará la ranfla para desviar la carga de la voladura hacia el chute, esta ranfla también sirve como refugio para guardar la máquina perforadora, mangueras y herramientas.
- La tercera línea pasará la ranfla 30cm para la ventilación después de la voladura, y a la vez será manipulada desde la base de la chimenea.

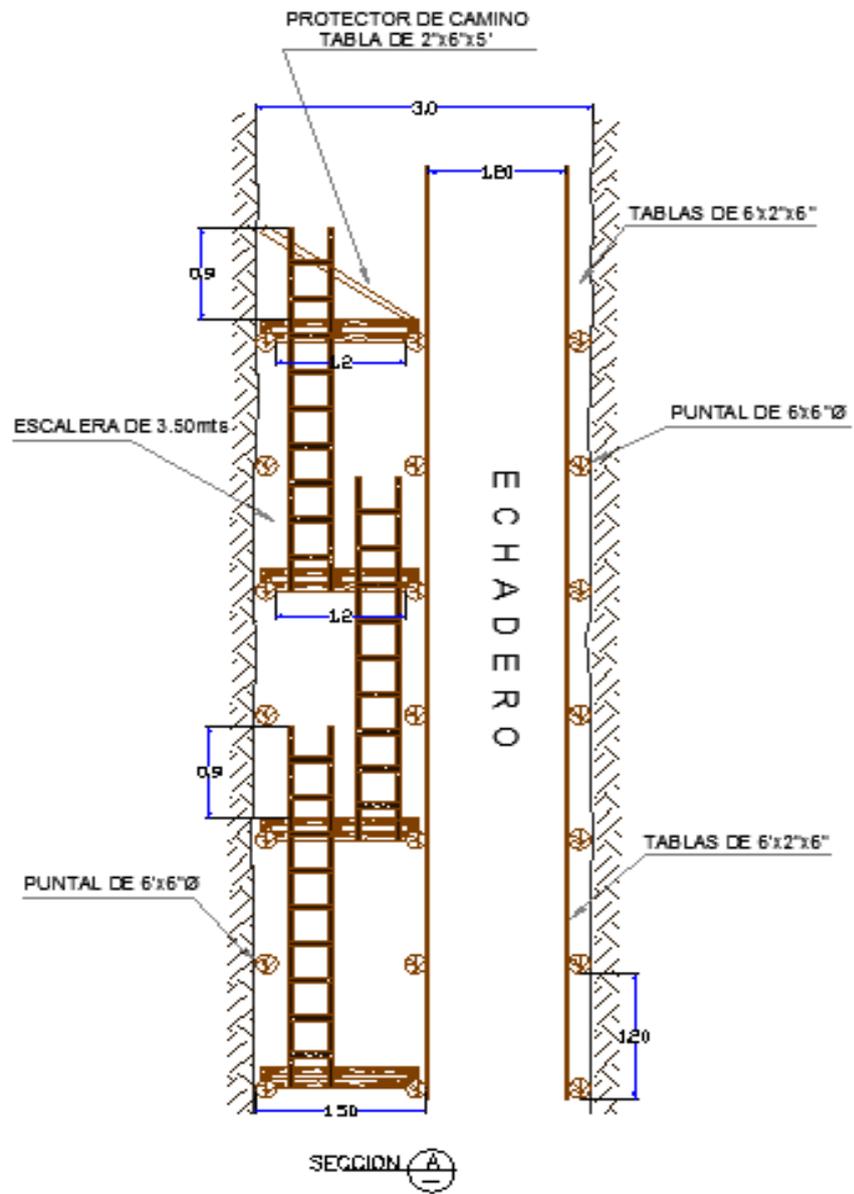
- Una vez terminado los trabajos de madera del doble compartimento se inicia el avance de la chimenea cargando los taladros acumulados.

5.2.3 Elementos del sistema PEM

- 4 corredizos de ángulos de $\frac{1}{4} \times 3$ " de una longitud de 1.20m extensible a 1.60m.
- Anclajes de fierro corrugado de 1" \varnothing de una longitud de 65cm.
- Escalera metálica de fierro corrugado de $\frac{3}{4}$ " de una longitud de 3m y los peldaños están espaciados a 33cm.
- 20m de sogá nylon de 1" \varnothing
- 20m de sogá nylon de $\frac{3}{4}$ " \varnothing
- 20m de sogá nylon de $\frac{1}{2}$ " \varnothing
- 1 winche eléctrico de izaje de 2 HP

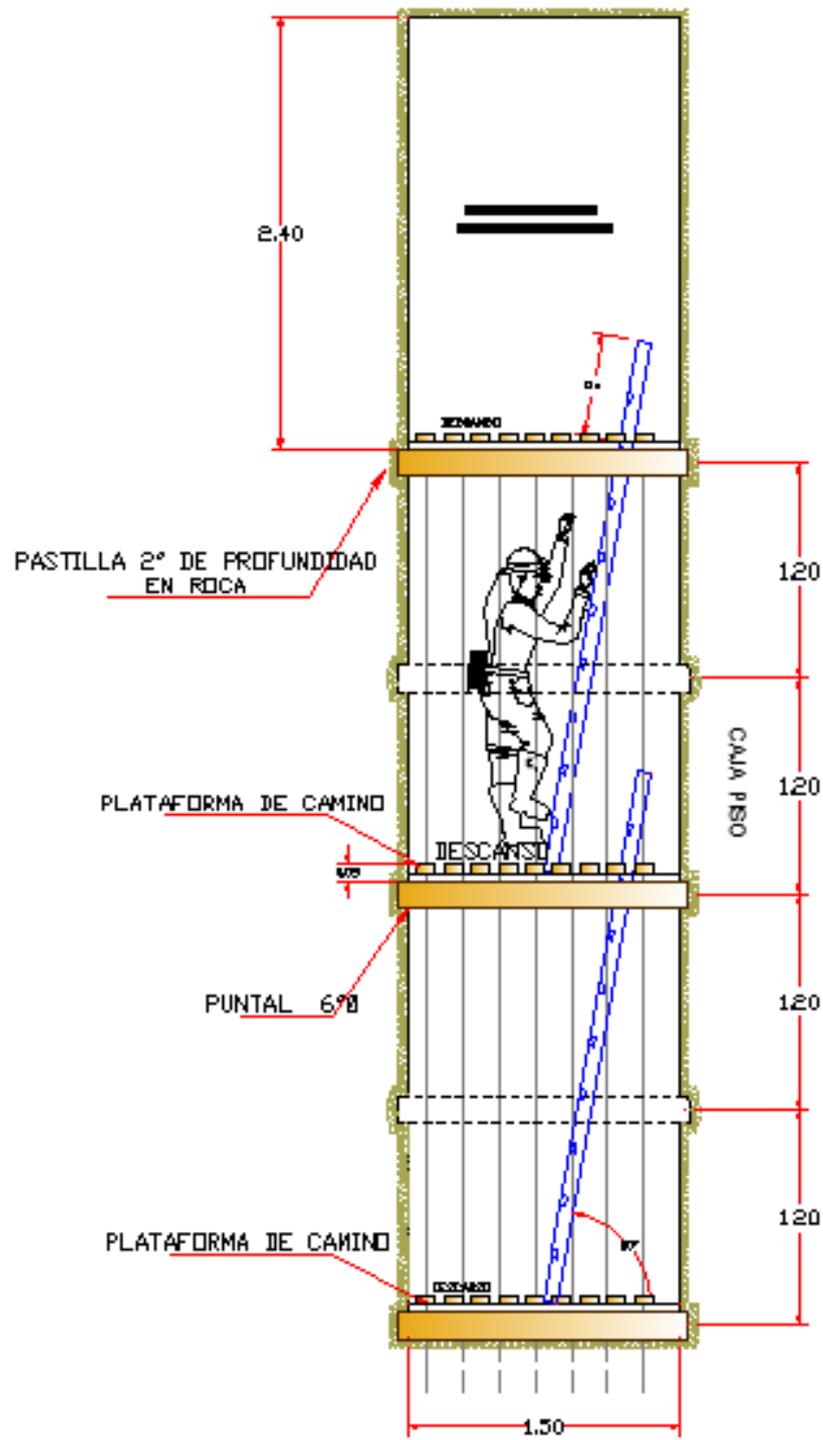
Todo trabajador debe contar con un certificado médico para trabajos en altura a partir de 1.80m de altura donde se descarten problemas de epilepsia, vértigo, insuficiencias cardíacas, asma bronquial crónica, alcoholismo y enfermedades mentales. [3]

Imagen 14 Diseño de Enmaderado de Chimenea



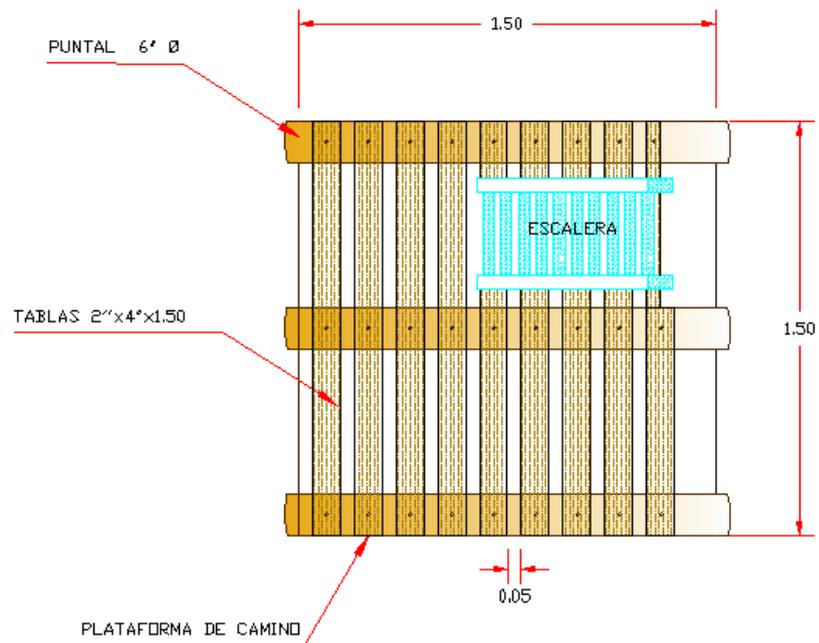
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 15 Diseño de Tolva Camino



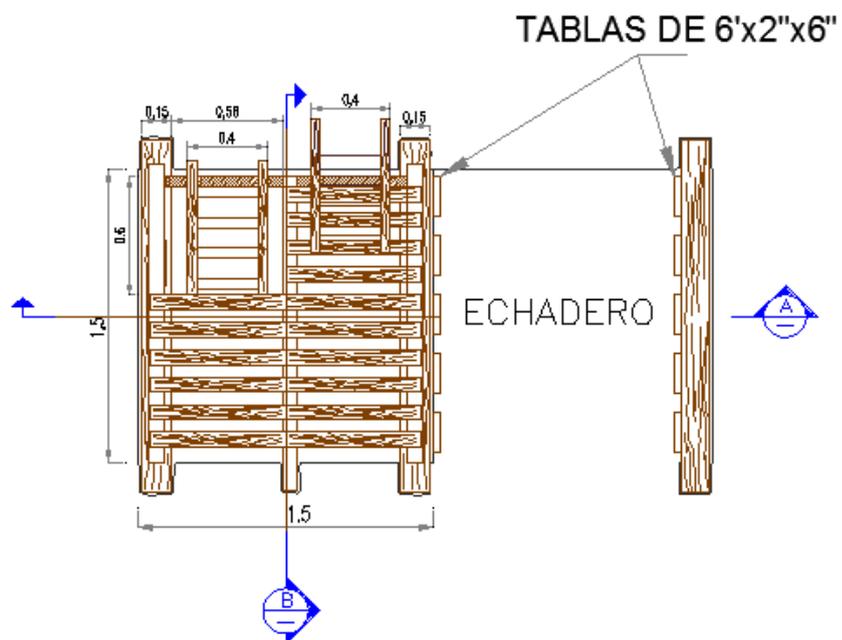
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 16 Vista Planta Plataforma Camino



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 17 Vista Planta Echadero



VISTA EN PLANTA

Fuente: Elaboración Propia

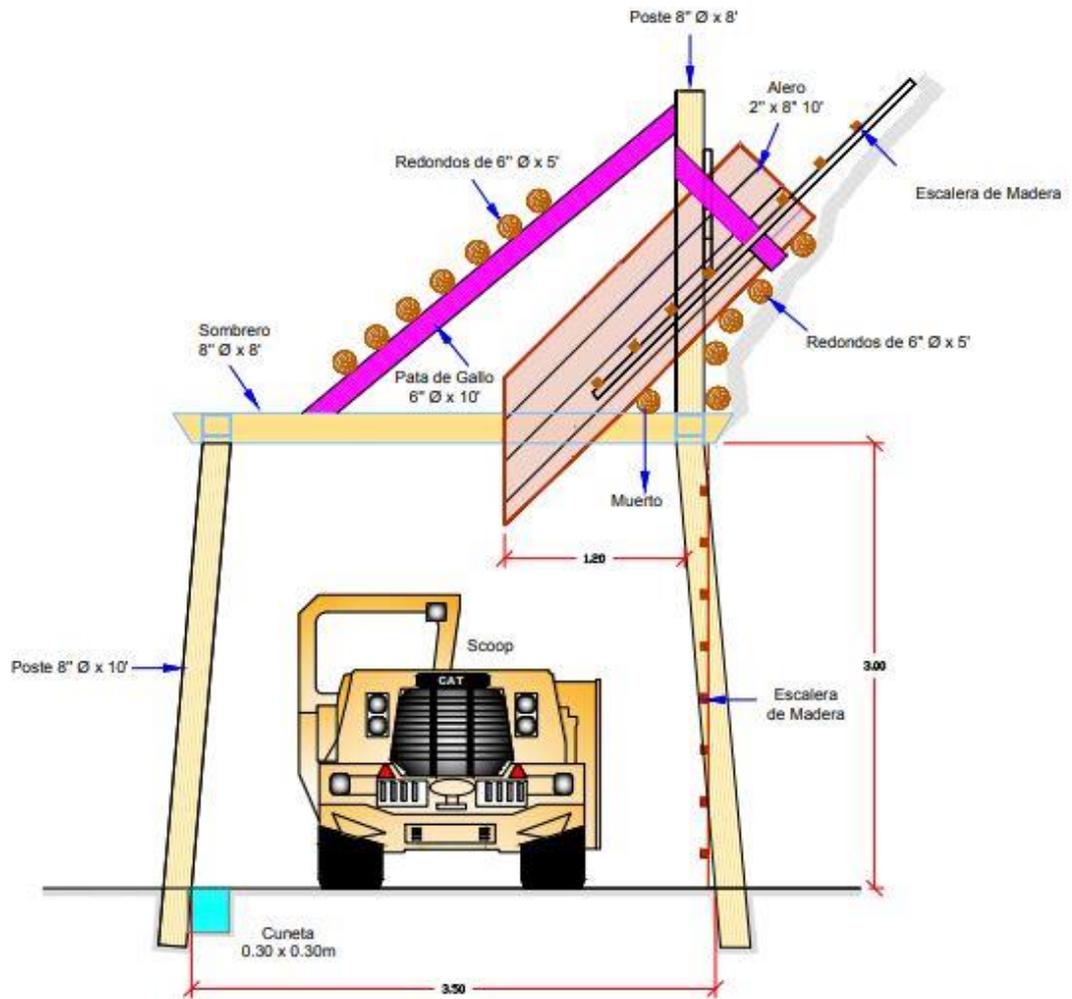
5.2.4 Diseño del armado de la tolva

Este diseño fue elaborado con la ayuda del software AutoCAD. Para la elaboración de dicho dibujo se tuvo la ayuda de distintos departamentos de mina (planeamiento, geomecánica, mina, topografía, seguridad), quienes aportaron criterios técnicos para su óptima elaboración.

- El diseño está conformado por una camada, la cual está compuesta por cinco tablas de 2" x 8" x 10".
- Las alas laterales están conformadas por tres tablas de 2" x 8" x 10" por lado.
- Cerrar la tolva a la altura de los sombreros o puntales con redondos de 6" de diámetro y completar el entablado interior.
- La compuerta será de madera y están constituidas por tablas de 2" x 8" x 36" y los chalecos de tabla de 2" x 8" x 24".
- Toda tolva debe contar con una plataforma lateral.
- El ángulo mínimo de la camada con respecto a la horizontal, será de 45°.
- Instalar las tolvas en tramos rectos.

La madera a utilizar deberá ser seleccionada, derecha y sin ojos ni rajaduras, para obtener una mayor vida útil. Los puntales en línea deberán estar correctamente bloqueados y estar apoyados en una "patilla" no menor a 0.10m.

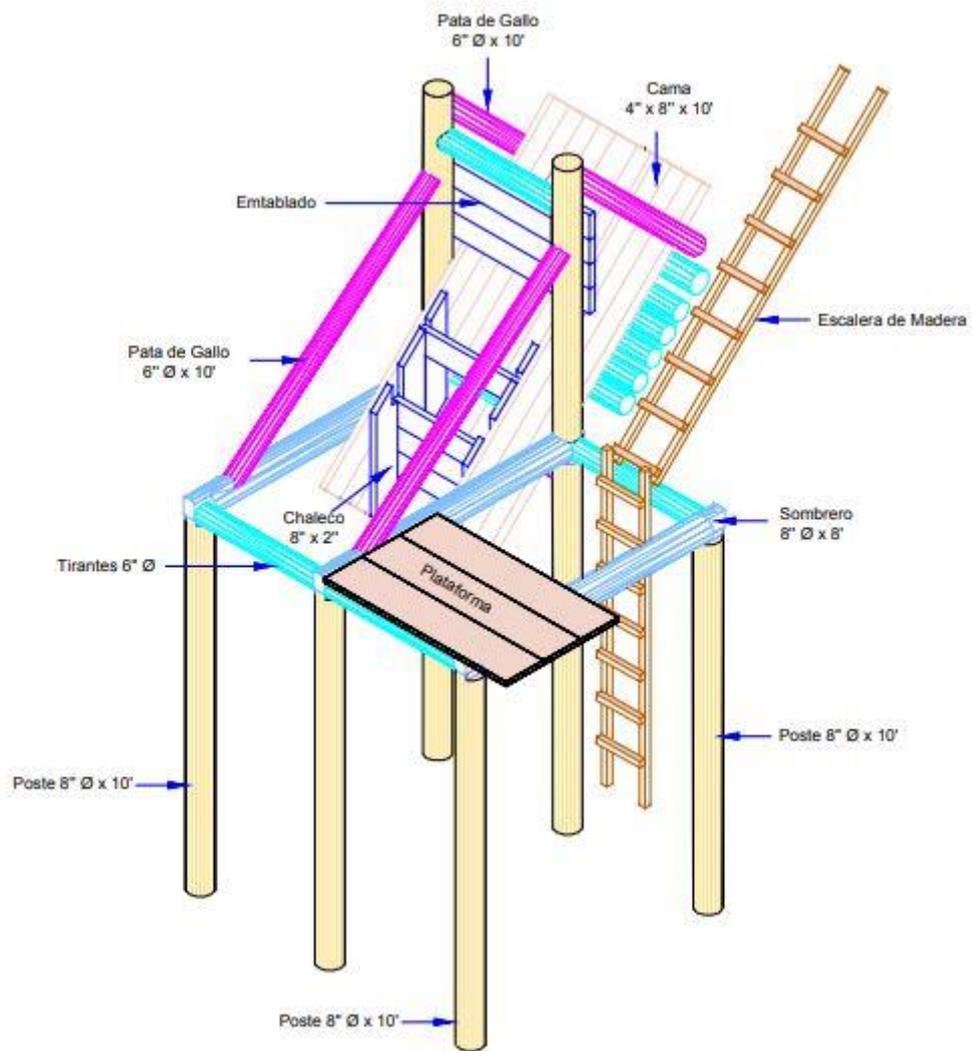
Imagen 18 Diseño de Tolva Vista Transversal



VISTA TRANSVERSAL

Fuente: Elaboración Propia

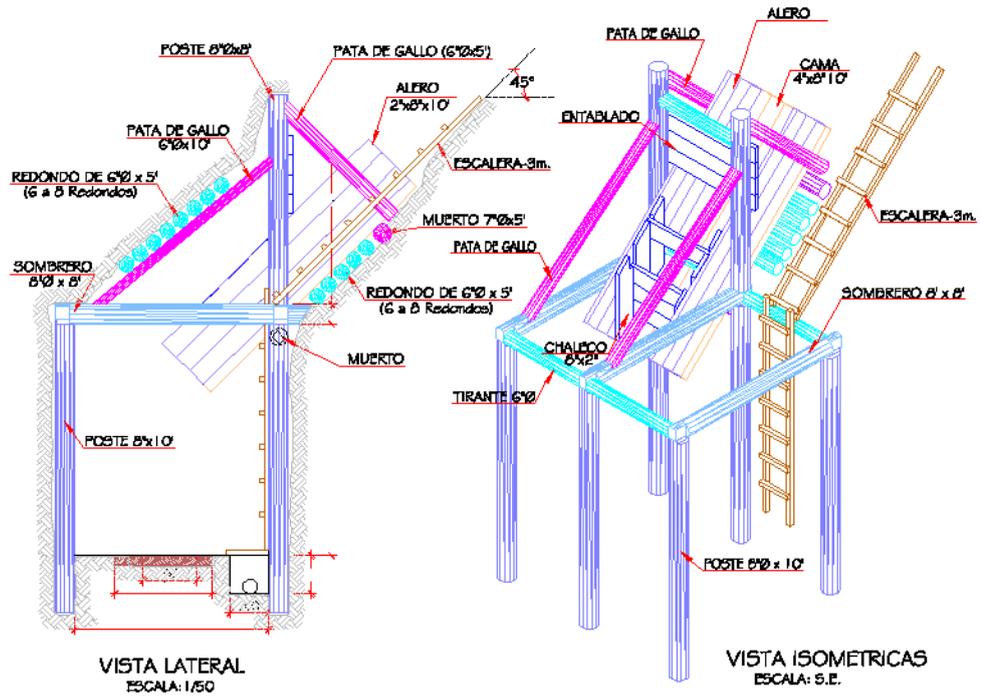
Imagen 19 Diseño de Tolva Vista Isométrica



VISTA ISOMETRICA

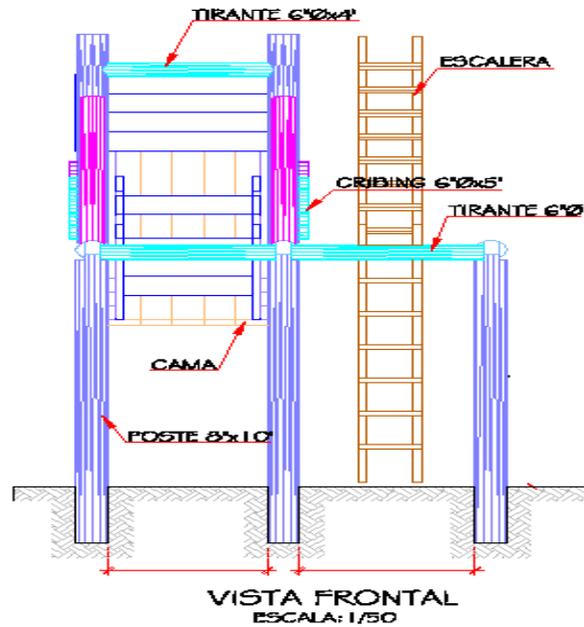
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 20 Tolva de Doble Compartimiento



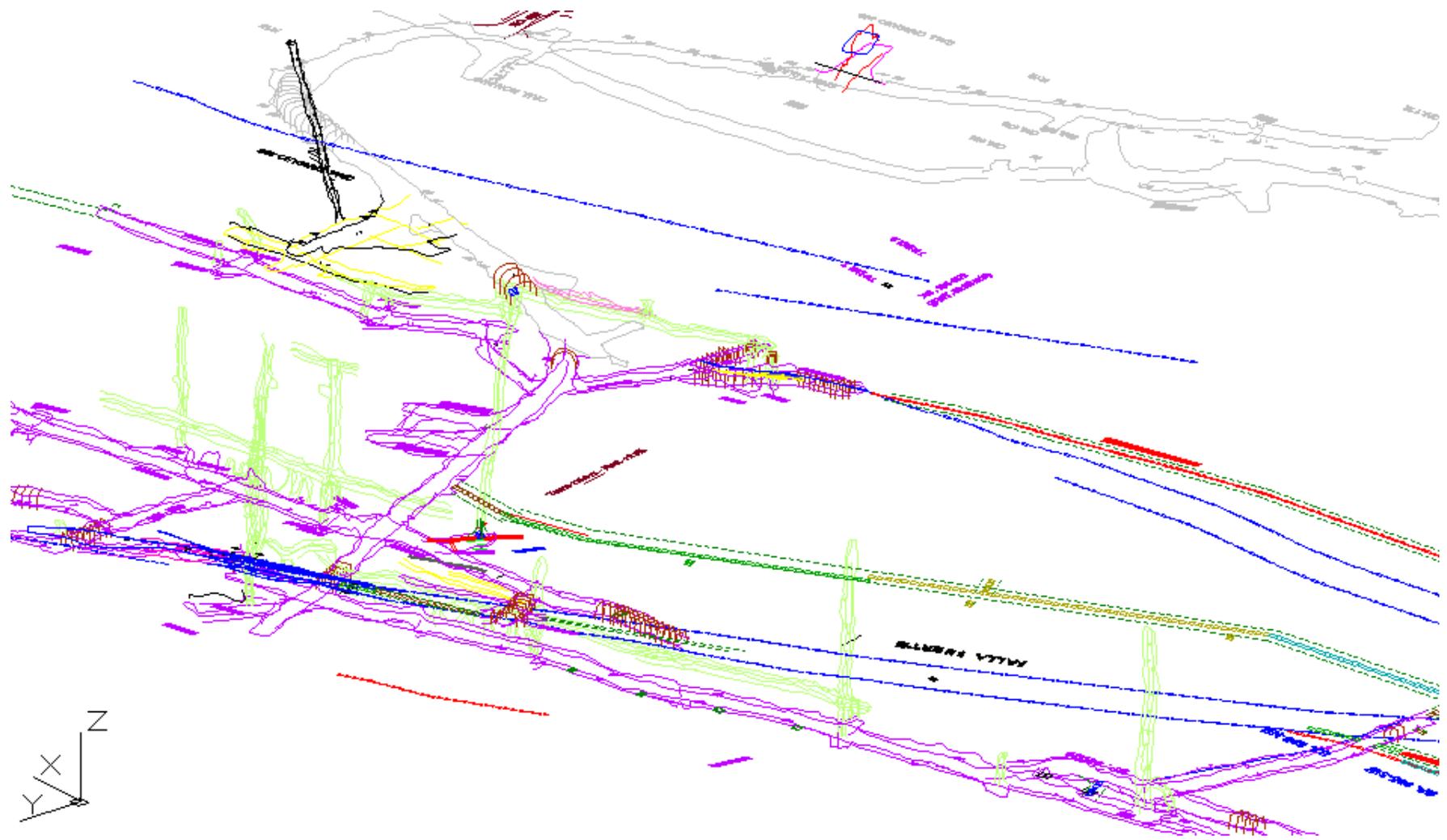
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 21 Tolva de Doble Compartimiento Vista Frontal



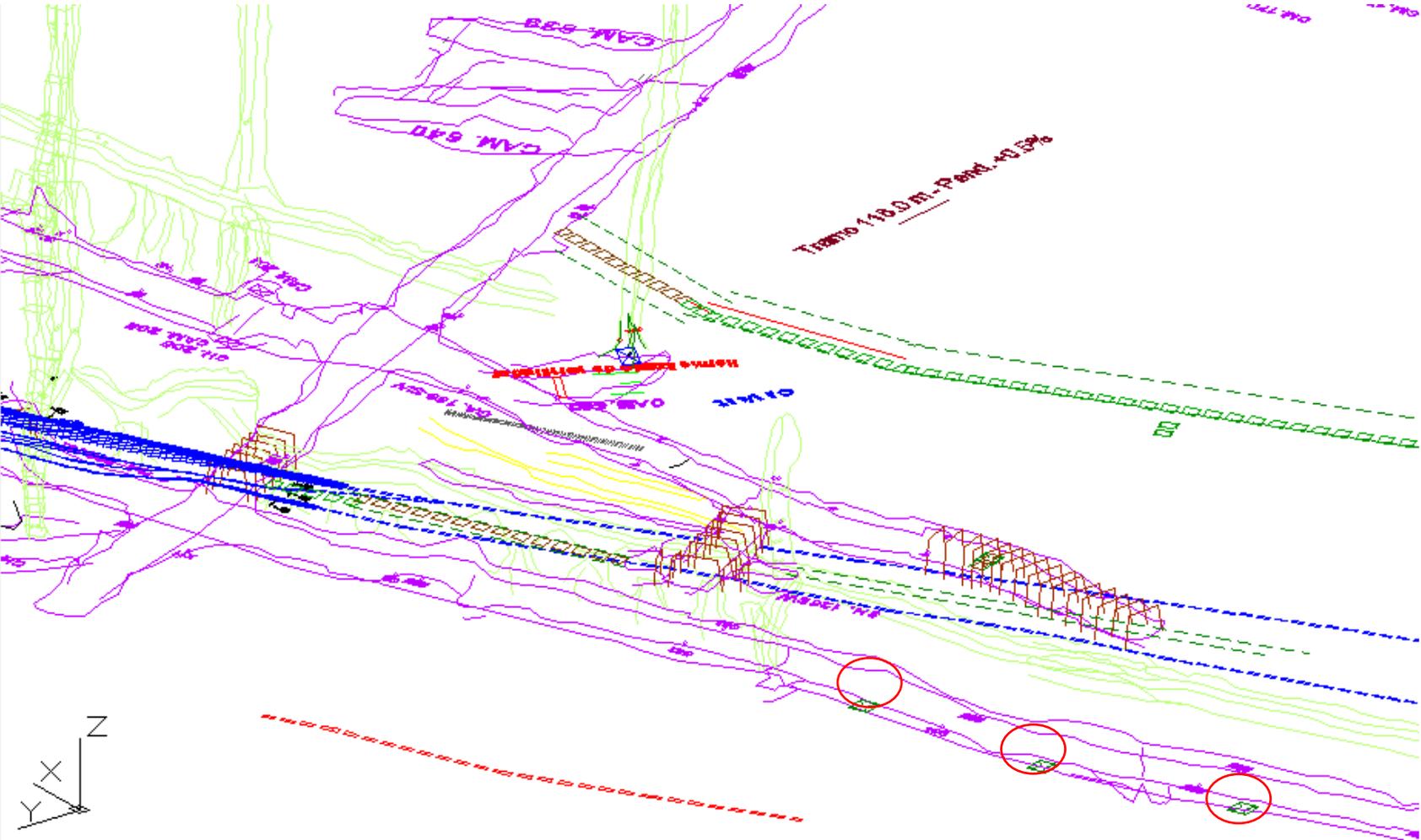
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 23 Ubicación del Proyecto en Plano



Fuente: Elaboración Área de Planeamiento Mina

Imagen 24 Ubicación de la Tolva



Fuente: Elaboración Área de Planeamiento Mina

5.3 Cálculo del costo horario del equipo Scoop

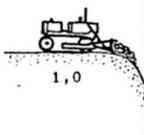
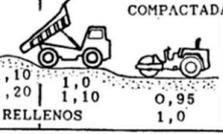
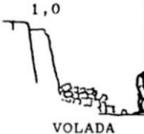
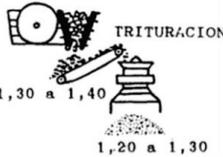
5.3.1 Parámetros técnicos del equipo

Tabla 7 Parámetros del Equipo

| | | |
|------------------------------|-------------|--------|
| EQUIPO | SCOOP | |
| MARCA | ATLAS COPCO | |
| MODELO | ST3.5 | |
| ENERGIA | DIESEL | |
| CAP. CUCHARA YD ³ | 3.5 | |
| CONDICIÓN | NUEVO | |
| CONSUMO DIESEL | 3.50 | Gal/Hr |

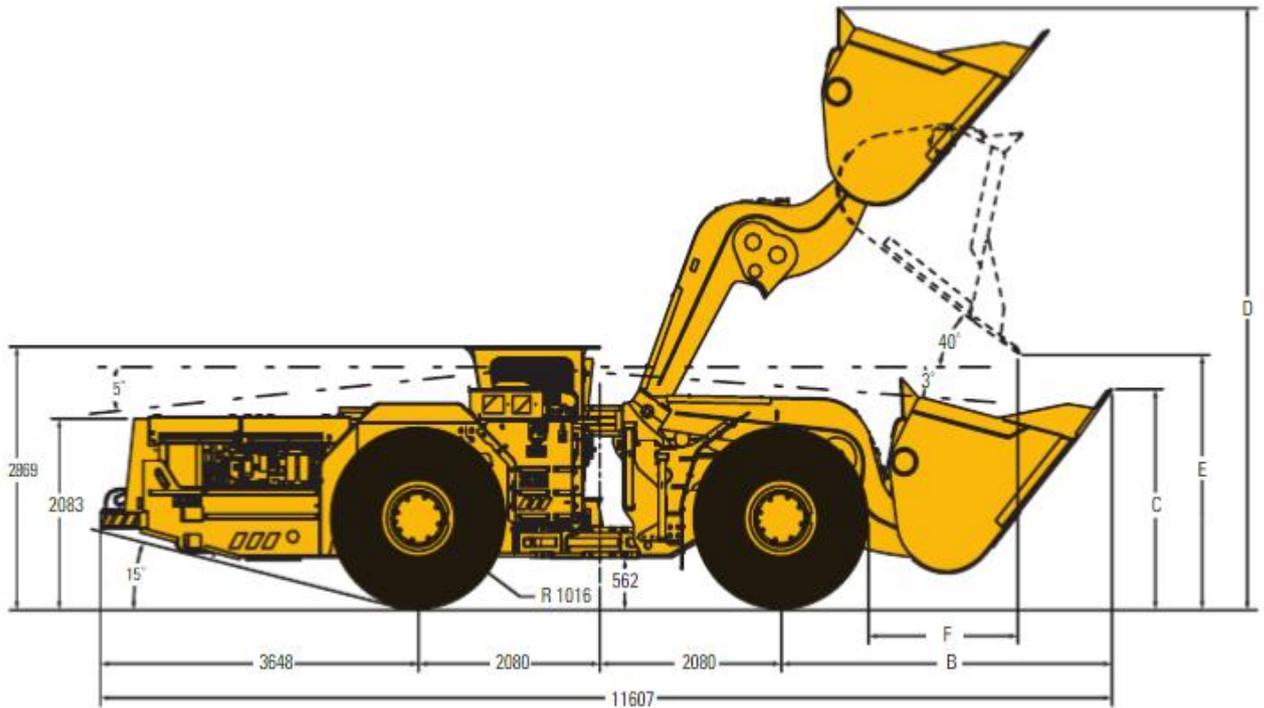
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 25 Factor de Esponjamiento por Material Movido (1)

| VOLÚMENES APARENTES FACTOR DE ESPONJAMIENTO | | | | |
|--|---|---|---|--|
| 1 | EXCAVACION | CARGA | TRANSPORTE | COMPACTACION |
| EXCAVACION EN TIERRAS |  |  |  |  |
| | VOLUMEN APARENTE 1,0 | | 1,20 a 1,30 | RELLENOS 1,10 1,20 1,0 0,95 1,0 |
| EXCAVACION ROCA EN CANTERAS |  |  |  |  |
| | EN BANCÓ 1,0 VOLADA 2,0 | | 1,25 a 1,50 | MACHAQUEO PRIMARIO TRITURACION 1,30 a 1,40 1,20 a 1,30 |
| 2 | TIPO DE SUELO | EXCAVACIÓN | RELLENO COMPACTADO | |
| | | % Esponjamiento sobre suelo natural | % Asentamiento sobre suelo esponjado | |
| | Tierra vegetal, arena | 9 - 11 | 7 - 9 | |
| | Arcilla compactada, arena húmeda | 18 - 22 | 12 - 14 | |
| | Grava gruesa | 28 - 32 | 18 - 22 | |
| | Roca blanda | 38 - 42 | 25 - 28 | |
| | Roca dura y semidura | 55 - 65 | 30 - 32 | |

Fuente: Top Geology Perú (Revista Minera)

Imagen 26 Dimensiones del Scoop



Fuente: Atlas Copco

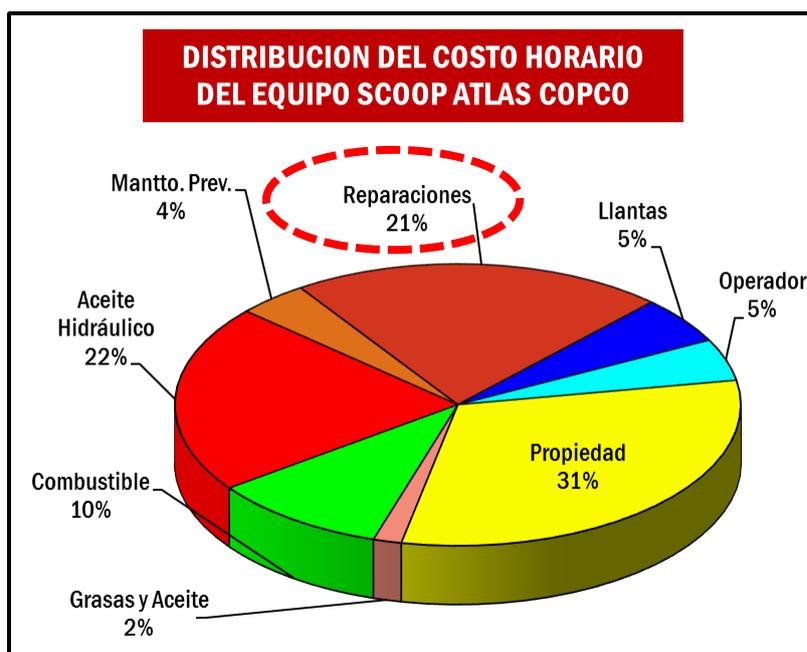
5.3.2 Resumen costo horario directo

Tabla 8 Costo Horario Directo

| DESCRIPCION | US\$/H-M | Distribuc. |
|--------------------------|---------------|-------------|
| Propiedad | 39.54 | 31% |
| Grasas y Aceite | 2.06 | 2% |
| Combustible | 12.92 | 10% |
| Aceite Hidráulico | 27.60 | 22% |
| Mantto. Prev. | 5.17 | 4% |
| Reparaciones | 27.33 | 21% |
| Llantas | 6.90 | 5% |
| Operador | 6.12 | 5% |
| TOTAL | 127.64 | 100% |

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 27 Costo Horario Equipo



Fuente: Elaboración Propia

5.3.3 Cálculo del costo de propiedad y operación por hora máquina

Tabla 9 Costo de Adquisición

| Sección I: COSTOS DE ADQUISICIÓN Y AJUSTES | | | | | | |
|---|-------|--------------------|---|----------|----------------|-------------|
| 1. PRECIO DE LISTA EX-FABRICA (PRECIO FOB) | | | | | 360,000 | US\$ |
| 2. Embarque, Flete Marítimo, Seguro, Otros Honorarios | 3% | del FOB | | | 10,800 | US\$ |
| 3. PRECIO CIF Callao | | | | | 370,800 | US\$ |
| 4. Derechos de Aduana, Impuestos | 38% | del FOB | | | 136,800 | US\$ |
| 5. PRECIO DE ENTREGA EN ALMACEN DEL DISTRIBUIDOR LIMA (SIN I.G.V.) | | | | | 507,600 | US\$ |
| 6. VALOR DE RESCATE | 20% | del Precio Entrega | | | 101,520 | US\$ |
| 7. Costo de Neumáticos | 3,000 | US\$/Und | 4 | Unidades | 12,000 | US\$ |
| VALOR NETO PARA DEPRECIACION | | | | | 394,080 | US\$ |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10 Costos de Posesión

| Sección II: COSTOS DE POSESION (COSTOS FIJOS) | | US\$/H-M |
|---|---|-----------------|
| 8. Horas Netas de Operación / Año | | |
| Horas Netas Operadas / Día | 15 | |
| Días / Semana | 7 | |
| Semanas / Año | 52 | |
| Horas Operadas / Año | 5,460 | |
| 9. Años de Depreciación Equipo | | |
| Vida Económica Util (Estimada) | 13,000 Hrs Total | |
| | 2.38 Años | |
| 10. COSTO HORARIO DE DEPRECIACION | | \$ 30.31 |
| 11. COSTO HORARIO DE SEGUROS, IMPUESTOS Y ALMACENAJE | | \$ 9.22 |
| IMA = | \$ 279,797 Inversión Media Anual | |
| II & T = | 18.00% Prima de Intereses, Seguros, Impuestos, etc. | |
| 12. COSTO TOTAL DE POSESION | | \$ 39.54 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11 Costo de Operación

| Sección III: COSTOS DE OPERACIÓN (COSTOS VARIABLES) | | | US\$/H-M |
|--|---------|-------------------------------------|------------------|
| Horas de Acarreo / Guardia | 7.50 | Hrs | |
| 13. Costo de Aceite Motor | 0.20 | Gln/hr | \$ 1.70 |
| | 8.50 | US\$/gal | |
| 14. Grasas | 0.20 | Lbs/Hr | \$ 0.36 |
| | 1.80 | US\$/Lb | |
| 15. Costo de Combustible Diesel N° 2 | | | \$ 12.92 |
| Modelo de Motor: Deutz F8L413FW | 185 | HP | |
| Tiempo Desplazamiento Frente a Frente | 2.00 | Hrs | |
| Consumo Horario de Combustible | 3.50 | Gal/hr | |
| Costo Unitario del Combustible | 3.69 | US\$/gal | |
| 16. Costo de Aceite Hidráulico | 2.30 | Gln/Hr | \$ 27.60 |
| | 12.00 | US\$/Gal | |
| 17. Mant. Preventivo (incluye Lubricantes, Filtros, M. de O.) | | | \$ 5.17 |
| | 40% | del item 15 (Costo de Combustible) | |
| 18. Costo de Reparaciones, basado sobre un % del Precio de Entrega | | | \$ 27.33 |
| Factor de Reparación | 70% | Precio de Entrega de Equipo en Lima | |
| 19. Costo de Neumáticos | | | \$ 6.00 |
| Vida Util (sin Reencauchado) | 2,000 | Hrs | |
| 20. Costo de Reparación Neumáticos | 15% | del item 19 (Costo Neum.) | \$ 0.90 |
| 21. Costo de Mano de Obra | | | |
| Jornal Básico (Operador) | 24.15 | US\$ /Gdia | \$ 6.12 |
| Leyes y Beneficios Sociales | 102.88% | | |
| 22. COSTO TOTAL DE OPERACION | | | \$ 88.10 |
| 23. COSTO DIRECTO TOTAL (POSESION + OPERACIÓN) | | | \$ 127.64 |

Fuente: Elaboración Propia

5.3.4 Cálculo del costo horario del equipo dumper

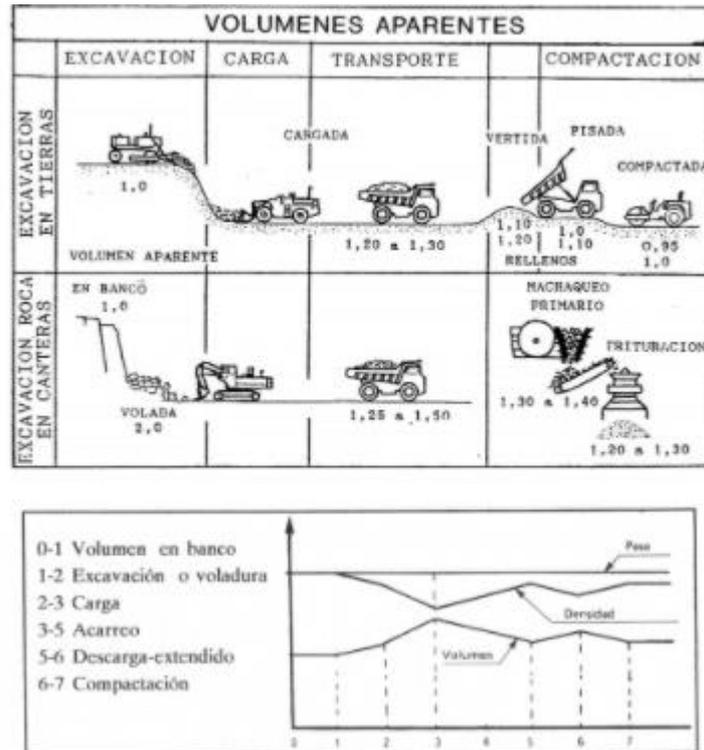
5.3.4.1 Parámetros técnicos del equipo

Tabla 12 Descripción Equipo Dumper

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| EQUIPO | DUMPER |
| MARCA | SANDVIK |
| MODELO | EJC 417 |
| ENERGIA | DIESEL |
| CAPACIDAD YD³ | 11 |
| CONDICIÓN | NUEVO |
| CONSUMO DIESEL | 6.00 Gal/Hr |

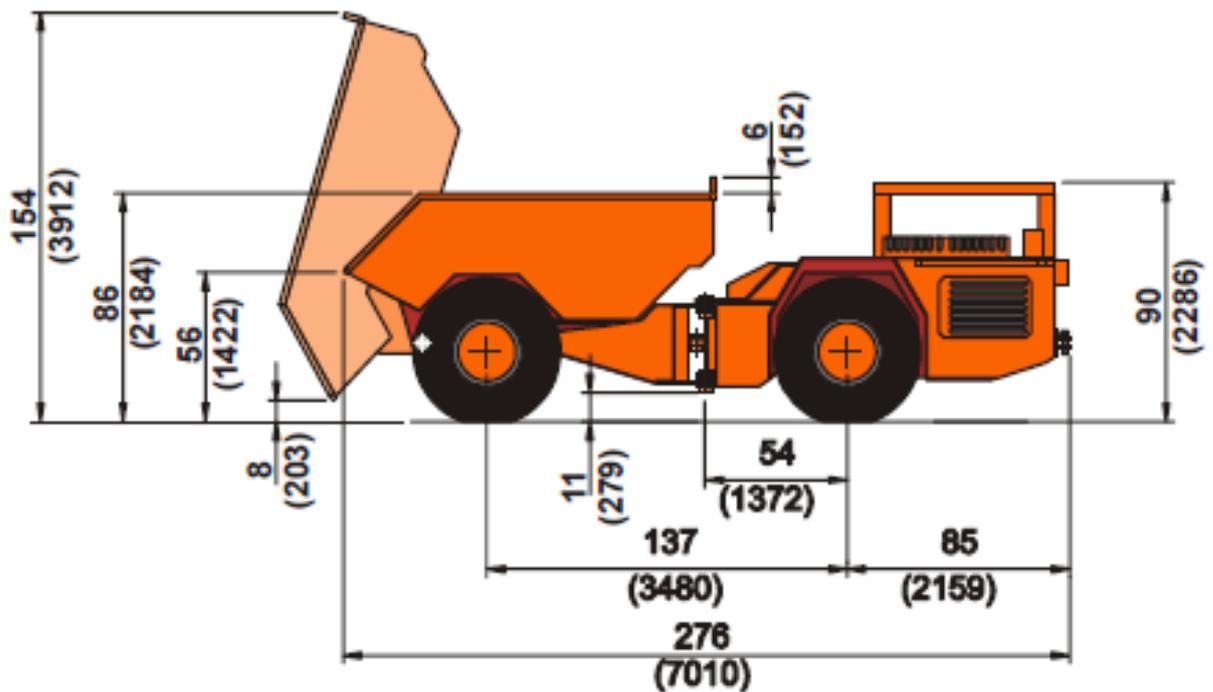
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 28 Factor de Esponjamiento por Material Movido (2)



Fuente: Top Geology Perú (Revista Minera)

Imagen 29 Dimensiones del Dumper



Fuente: Sandvik

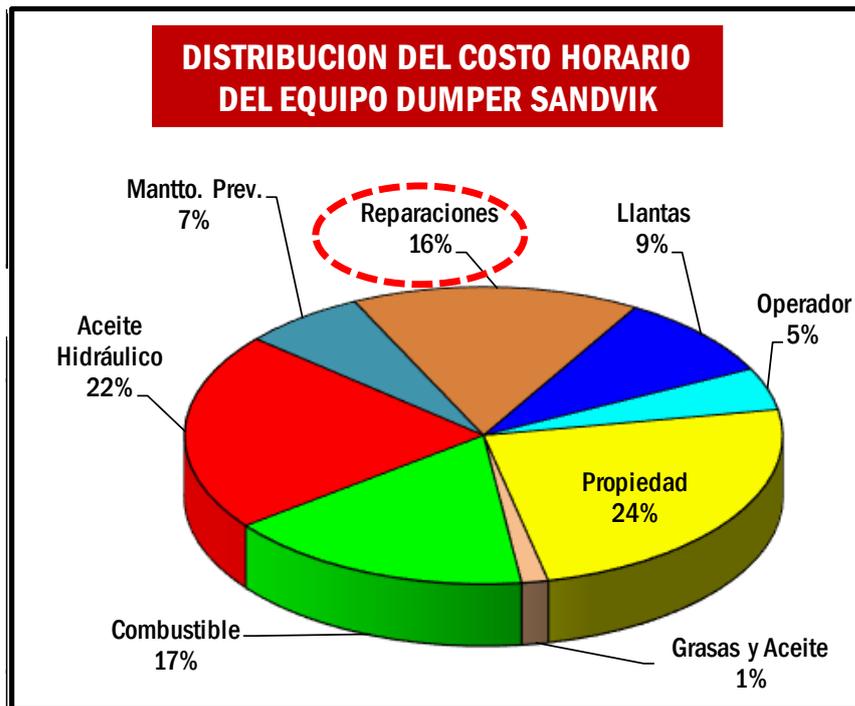
5.3.4.2 Resumen costo directo

Tabla 13 Parámetros Técnicos del Equipo

| DESCRIPCION | US\$/H-M | Distribuc. |
|-------------------|---------------|-------------|
| Propiedad | 32.35 | 24% |
| Grasas y Aceite | 1.91 | 1% |
| Combustible | 22.14 | 17% |
| Aceite Hidráulico | 28.80 | 22% |
| Mantto. Prev. | 8.86 | 7% |
| Reparaciones | 20.73 | 16% |
| Llantas | 12.18 | 9% |
| Operador | 6.12 | 5% |
| TOTAL | 133.09 | 100% |

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 30 Costo Horario Dumper



Fuente: Elaboración Propia

5.3.4.3 Cálculo del costo de propiedad y operación por hora – máquina

Tabla 14 Costo de Adquisición Dumper

| Sección I: COSTOS DE ADQUISICIÓN Y AJUSTES | | | | | | |
|---|-------|--------------------|------------|----------------|-------------|--|
| 1. PRECIO DE LISTA EX-FABRICA (PRECIO FOB) | | | | 420,000 | US\$ | |
| 2. Embarque, Flete Marítimo, Seguro, Otros Honorarios | 3% | del FOB | | 12,600 | US\$ | |
| 3. PRECIO CIF Callao | | | | 432,600 | US\$ | |
| 4. Derechos de Aduana, Impuestos | 38% | del FOB | | 159,600 | US\$ | |
| 5. PRECIO DE ENTREGA EN ALMACEN DEL DISTRIBUIDOR LIMA (SIN I.G.V.) | | | | 592,200 | US\$ | |
| 6. VALOR DE RESCATE | 20% | del Precio Entrega | | 118,440 | US\$ | |
| 7. Costo de Neumáticos | 4,500 | US\$/Und | 4 Unidades | 18,000 | US\$ | |
| 7. VALOR NETO PARA DEPRECIACION | | | | 455,760 | US\$ | |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15 Costo de Posesión Dumper

| Sección II: COSTOS DE POSESION (COSTOS FIJOS) | | | | US\$/H-M |
|---|------------|--|--|-----------------|
| 8. Horas Netas de Operación / Año | | | | |
| Horas Netas Operadas / Día | 15 | | | |
| Días / Semana | 7 | | | |
| Semanas / Año | 52 | | | |
| Horas Operadas / Año | 5,460 | | | |
| 9. Años de Depreciación Equipo | | | | |
| Vida Económica Util (Estimada) | 20,000 | Hrs Total | | |
| | 3.66 | Años | | |
| 10. COSTO HORARIO DE DEPRECIACION | | | | \$ 22.79 |
| 11. COSTO HORARIO DE SEGUROS, IMPUESTOS Y ALMACENAJE | | | | \$ 9.56 |
| IMA = | \$ 290,091 | Inversión Media Anual | | |
| II & T = | 18.00% | Prima de Intereses, Seguros, Impuestos, etc. | | |
| 12. COSTO TOTAL DE POSESION | | | | \$ 32.35 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 Costo de Operación Dumper

| Sección III: COSTOS DE OPERACIÓN (COSTOS VARIABLES) | | | US\$/H-M |
|--|---------|-------------------------------------|------------------|
| Horas de Acarreo / Guardia | 7.50 | Hrs | |
| 13. Costo de Aceite Motor | 0.22 | Gln/hr | \$ 1.72 |
| | 7.80 | US\$/gal | |
| 14. Grasas | 0.11 | Lbs/Hr | \$ 0.20 |
| | 1.80 | US\$/Lb | |
| 15. Costo de Combustible Diesel N° 2 | | | \$ 22.14 |
| Modelo de Motor: Deutz F8L413FW | 210 | HP | |
| Tiempo Desplazamiento Frente a Frente | 1.00 | Hrs | |
| Consumo Horario de Combustible | 6.00 | Gal/hr | |
| Costo Unitario del Combustible | 3.69 | US\$/gal | |
| 16. Costo de Aceite Hidráulico | 2.40 | Gln/Hr | \$ 28.80 |
| | 12.00 | US\$/Gal | |
| 17. Mant. Preventivo (incluye Lubricantes, Filtros, M. de O.) | | | \$ 8.86 |
| | 40% | del item 15 (Costo de Combustible) | |
| 18. Costo de Reparaciones, basado sobre un % del Precio de Entrega | | | \$ 20.73 |
| Factor de Reparación | 70% | Precio de Entrega de Equipo en Lima | |
| 19. Costo de Neumáticos | | | \$ 10.59 |
| Vida Util (sin Reencauchado) | 1,700 | Hrs | |
| 20. Costo de Reparación Neumáticos | 15% | del item 19 (Costo Neum.) | \$ 1.59 |
| 21. Costo de Mano de Obra | | | |
| Jornal Básico (Operador) | 24.15 | US\$ /Gdia | \$ 6.12 |
| Leyes y Beneficios Sociales | 102.88% | | |
| 22. COSTO TOTAL DE OPERACION | | | \$ 100.74 |
| 23. COSTO DIRECTO TOTAL (POSESION + OPERACIÓN) | | | \$ 133.09 |

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 6

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con la implementación del diseño de la tolva se podrá tener resultados favorables para la unidad minera, específicamente en la operación unitaria de acarreo, la cual reflejará una mayor rentabilidad en el costo por tonelada; reemplazando el Scoop ya existente por un Dumper.

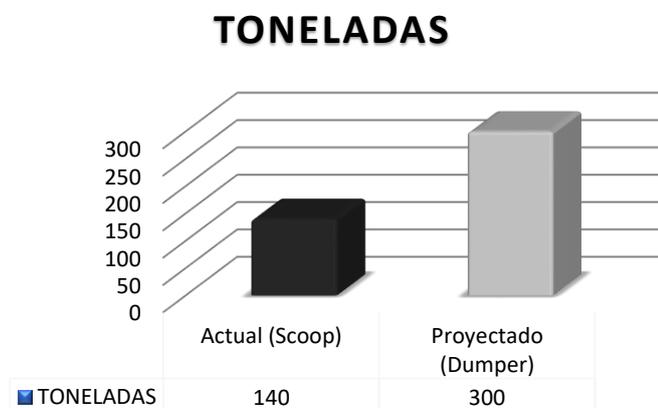
6.1 Resultados

6.1.1 Producción por día

La variación de tonelaje se dará por la implementación de una tolva de descarga conjuntamente con un equipo Dumper y el cambio del método de explotación de corte y relleno ascendente a shirinkage en el tajo 95110.

Imagen 31 Producción por Día

| | Actual (Scoop) | Proyectado (Dumper) |
|-----------|----------------|---------------------|
| TONELADAS | 140 | 300 |



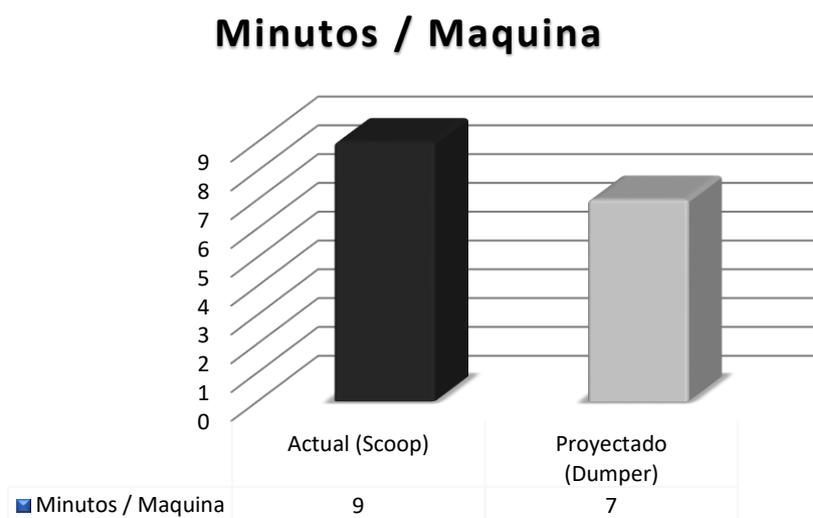
Fuente: Elaboración Propia

6.1.2 Tiempo de Ciclo

En la gráfica se puede apreciar que el equipo Scoop tiene un mayor tiempo de ciclo de acarreo, ya que este equipo no está diseñado para esta actividad.

Imagen 32 Tiempo de Ciclo

| | Actual (Scoop) | Proyectado (Dumper) |
|-------------------|----------------|---------------------|
| Minutos / Maquina | 9 | 7 |



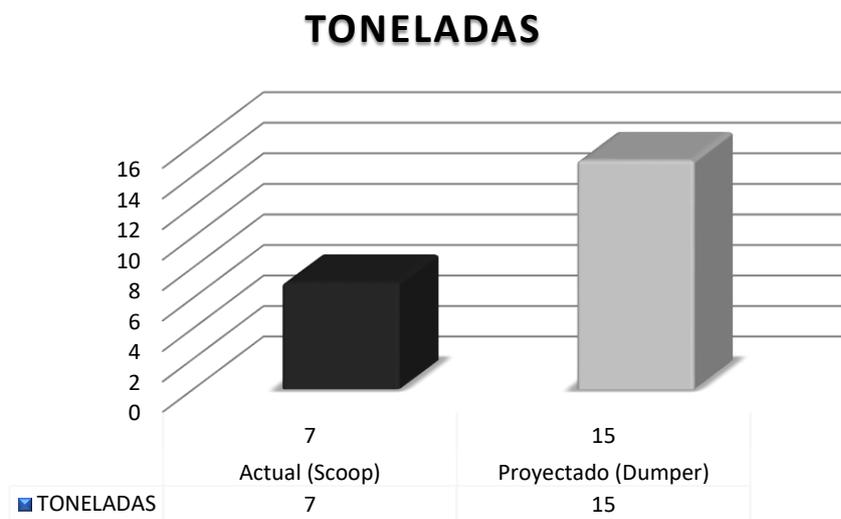
Fuente: Elaboración Propia

6.1.3 Capacidad de Carga

En la gráfica se puede apreciar un mayor movimiento o traslado de material por parte del Dumper hacia la cámara de carguío, lo que beneficiará a la empresa a reducir tiempos en las demás operaciones unitarias.

Imagen 33 Capacidad de Carga

| | Actual (Scoop) | Proyectado (Dumper) |
|-----------|----------------|---------------------|
| TONELADAS | 7 | 15 |



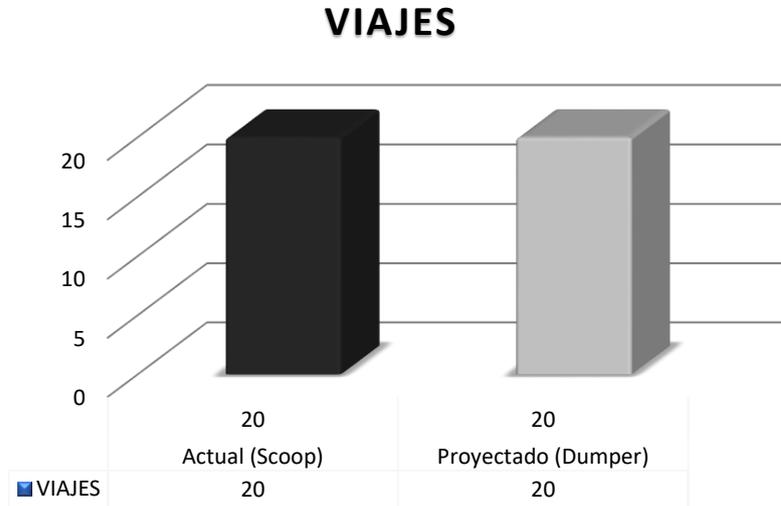
Fuente: Elaboración Propia

6.1.4 Número de Viajes

En la actualidad el número de viajes realizados es 20, ya que solo se mueve 140 Ton/día. Mientras que con la mejora se planea mover 300 Ton/día, el cual será movido con 20 viajes.

Imagen 34 Número de Viajes

| | Actual (Scoop) | Proyectado (Dumper) |
|--------|----------------|---------------------|
| VIAJES | 20 | 20 |

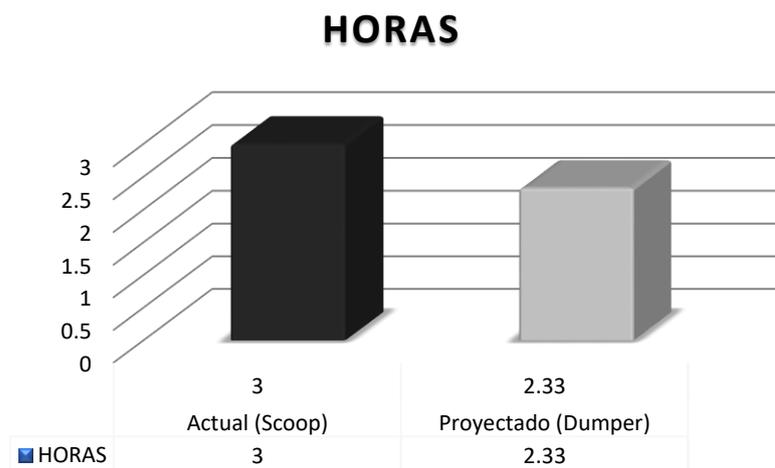


Fuente: Elaboración Propia

6.1.5 Tiempo Operativo

Imagen 35 Tiempo Operativo

| | Actual (Scoop) | Proyectado (Dumper) |
|-------|----------------|---------------------|
| HORAS | 3 | 2.33 |



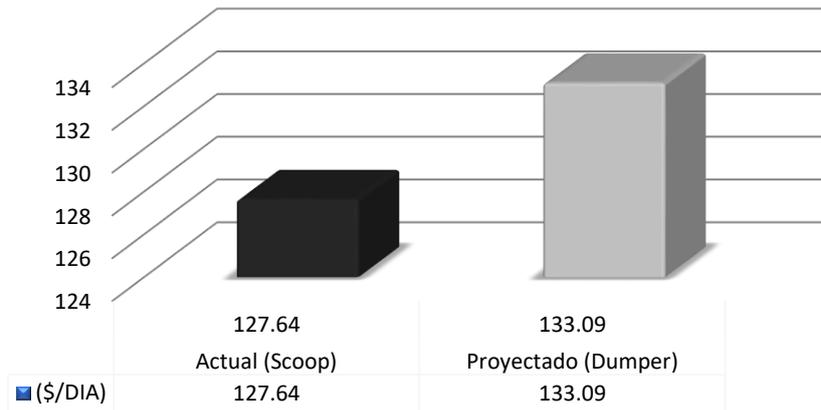
Fuente: Elaboración Propia

6.1.6 Costo Directo del Equipo

Imagen 36 Costo Directo Total del Equipo

| | Actual (Scoop) | Proyectado (Dumper) |
|----------|----------------|---------------------|
| (\$/DIA) | 127.64 | 133.09 |

(\$/DIA)



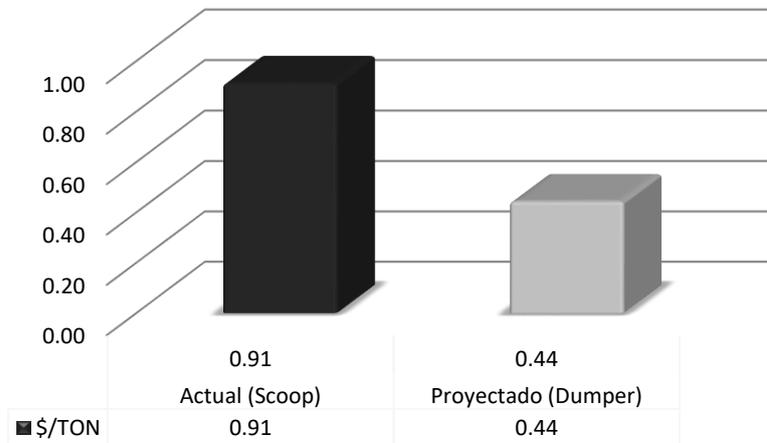
Fuente: Elaboración Propia

6.1.7 Costo por Tonelada

Imagen 37 Costo por Tonelada

| | Actual (Scoop) | Proyectado (Dumper) |
|--------|----------------|---------------------|
| \$/TON | 0.91 | 0.44 |

\$/TON



Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- La aprobación de la hipótesis la cual propone la construcción de una tolva de descarga que mejorará la rentabilidad en el ciclo de acarreo en la U.O. El Santo – Grupo Brexia Goldplata S.A.C.
- La construcción de una tolva de descarga es viable con su diseño aprobado por las áreas de mina, planeamiento, geomecánica, respetando los parámetros técnicos del macizo rocoso y los estándares de construcción de tolvas, adecuados a la realidad de la labor.
- Los resultados económicos en la elaboración de una tolva de descarga en el proceso de acarreo de la U.O. El Santo, nos muestra que con la implementación de esta tolva los costos bajarían de 0.91 \$/ton a 0.44 \$/ton movida.
- Con respecto a los beneficios en la productividad que se obtendrían con la construcción de una tolva de descarga serían: un mayor tonelaje movido el cual pasaría de 140 Ton a 300 Ton (proyectado), un menor tiempo de ciclo de acarreo de 9 min a 7 min impactando en la actividad de acarreo, el cual disminuirá de 3 horas a 2.33 horas.

- La rentabilidad en el proceso de acarreo utilizando el diseño de la tolva de descarga en la U.O El Santo, se verá reflejado en un aumento de la producción; ya que, a mayor tonelaje movido por guardia, mayor serán las ganancias para la empresa.
- Para un óptimo funcionamiento de la tolva de descarga, es necesario la implementación de un Dumper, ya que sus características técnicas se prestan para un mejor funcionamiento en conjunto con el diseño de la tolva. Puesto que cuenta con una mayor capacidad de carga y un tiempo de ciclo menor.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de la tolva de descarga, ya que esta beneficiará de manera directa a la producción mensual, anual de la Unidad Operativa “El Santo”, generando un tonelaje mayor y constante de mineral extraído de mina a planta.
- Se recomienda la adquisición de un equipo Dumper, puesto que los beneficios encontrados generarían una mayor rentabilidad para la empresa. A la vez la construcción de más tolvas para mejorar la disponibilidad operativa del equipo.
- Se recomienda implementar un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo que permita mantener el rendimiento del equipo de acarreo, lo cual va a mejorar la productividad en la operación.
- Se recomienda realizar un plan anual de mantenimiento tanto preventivo como correctivo hacia las tolvas de madera de la U.O El Santo, para garantizar su correcto funcionamiento y vida útil.
- Se recomienda la capacitación de los operadores de equipos y colaboradores en temas operativos y de seguridad, con la finalidad de obtener un mayor costo- beneficio para la empresa.
- Se recomienda un seguimiento adecuado de los equipos en el tema de control de tiempos, para su óptimo funcionamiento y optimización de tiempos muertos.

- Fomentar a la comunidad universitaria y profesionales, la investigación de nuevos métodos, técnicas y herramientas para mejorar el proceso de extracción de material, teniendo en cuenta la realidad de cada unidad minera.

ANEXOS

ANEXO 2

Cartilla de sostenimiento

| CARTILLA DE SOSTENIMIENTO ESTÁNDAR - COMPAÑÍA MINERA BREXIA GOLDPLATA PERU S.A.C | | | | |
|---|-------------|--|---|---|
| CÓDIGO | CALIDAD | CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA | SOSTENIMIENTO EN LABORES PERMANENTES | SOSTENIMIENTO EN LABORES TEMPORALES |
|  | BUENA "A" | ROCA DURA LEVEMENTE FRACTURADA, SANA A LIGERAMENTE FRACTURADA | PERNOS CEMENTADO Y/O RESINA A COLUMNA COMPLETA DE MODO PUNTUAL. EN TERRENOS FRACTURADOS COLOCAR PERNOS ESPACIADOS A 1.75x1.75 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (6-5). | PERNOS DE FRICCIÓN DE MODO PUNTUAL. EN TERRENOS FRACTURADOS COLOCAR PERNOS ESPACIADOS A 1.75x1.75 METROS EN FORMA DE ROMBO (6-5). EN LABORES ANGOSTAS (<1.50) COLOCAR PERNOS EXPANSIVOS TIPO "L" DE MODO PUNTUAL Y/O PUNTAL DE SEGURIDAD 6-8 PULGADAS DE DIÁMETRO DE MODO PUNTUAL. |
|  | BUENA "B" | ROCA DURA FRACTURADA, LIGERA A MODERADA ALTERACIÓN, CON HUMEDAD PUNTUAL. | PERNOS CEMENTADO Y/O RESINA A COLUMNA COMPLETA ESPACIADOS A 1.75x1.75 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (6-5). | PERNOS DE FRICCIÓN, ESPACIADOS A 1.75x1.75 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (6-5). EN LABORES ANGOSTAS (<1.50) COLOCAR PERNOS EXPANSIVOS TIPO "L" ESPACIADOS A 1.75x1.75 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (6-5) Y/O PUNTAL DE SEGURIDAD 6-8 PULGADAS DE DIÁMETRO ESPACIADO A 1.50 METROS. NOTA EN TERRENOS MUY FRACTURADOS COLOCAR GUARDACABEZAS. |
|  | REGULAR "A" | ROCA MEDIANAMENTE DURA FRACTURADA PUNTUALMENTE MUY FRACTURADA, MODERADAMENTE ALTERADA, HUMEDAD LEVE-MODERADA. | PERNOS "CEMENTADO Y/O RESINA" A COLUMNA COMPLETA ESPACIADOS A 1.5x1.5 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (7-6). EN TERRENOS MUY FRACTURADOS AÑADIR SHOTCRETE 1.5 PULGADAS DE ESPESOR (DISEÑO ESTÁNDAR). | PERNOS DE FRICCIÓN ESPACIADOS A 1.5x1.5 METROS DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (7-6). EN TERRENOS MUY FRACTURADOS AÑADIR SHOTCRETE 1.5 PULGADAS DE ESPESOR (DISEÑO ESTÁNDAR). EN LABORES ANGOSTAS (<1.50) COLOCAR PERNOS EXPANSIVOS TIPO "L" ESPACIADOS A 1.5x1.5 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (7-6) Y/O PUNTAL DE SEGURIDAD 6-8 PULGADAS DE DIÁMETRO ESPACIADO A 1.25 METROS. NOTA EN TERRENOS MUY FRACTURADOS COLOCAR GUARDACABEZAS. |
|  | REGULAR "B" | ROCA MEDIANAMENTE DURA, FRACTURADA A MUY FRACTURADA, CON PRESENCIA DE ALGUNAS FALLAS MENORES, ALTERADA, HUMEDAD MODERADA A MOJADO-GOTEO. | PERNOS CEMENTADOS Y/O RESINA A COLUMNA COMPLETA ESPACIADOS A 1.5x1.5 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (7-6) + SHOTCRETE 2.0 PULGADAS DE ESPESOR (DISEÑO ESTÁNDAR). | PERNOS EXPANSIVOS ESPACIADOS A 1.5x1.5 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (7-6) + SHOTCRETE 2.0 PULGADAS DE ESPESOR (DISEÑO ESTÁNDAR). EN LABORES ANGOSTAS (<1.50) COLOCAR PERNOS EXPANSIVOS TIPO "L" ESPACIADOS A 1.5x1.5 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (7-6) Y/O PUNTAL DE SEGURIDAD 6-8 PULGADAS DE DIÁMETRO ESPACIADO A 1.25 METROS, NOTA EN TERRENOS MUY FRACTURADOS COLOCAR GUARDACABEZAS. |
|  | MALA "A" | ROCA SUAVE, MUY FRACTURADA - INTENSAMENTE FRACTURADA CON ALGUNAS FALLAS PANIZADAS DE MODERADA A FUERTE ALTERACIÓN, PRESENCIA DE AGUA MODO MOJADO-GOTEO Y RELLENOS BLANDOS. | SHOTCRETE 2.5 PULGADAS DE ESPESOR (DISEÑO ESTÁNDAR, DUPLICAR LA CANTIDAD DE FIBRA SINTÉTICA) + PERNOS CEMENTADOS Y/O RESINA A COLUMNA COMPLETA ESPACIADOS A 1.25x1.25 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (8-7). EN SECTORES ESPECÍFICOS REFORZAR EL SOSTENIMIENTO CON CINTAS METÁLICAS TIPO "STRAPS" ESPACIADOS A 1.25 METROS. | SHOTCRETE 2.5 PULGADAS DE ESPESOR (DISEÑO ESTÁNDAR, DUPLICADO DE FIBRA SINTÉTICA) + PERNOS EXPANSIVOS ESPACIADOS A 1.25x1.25 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (8-7). EN LABORES ANGOSTAS (<1.50) COLOCAR PERNOS EXPANSIVOS TIPO "L" ESPACIADOS A 1.5x1.5 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (8-7) Y/O PUNTAL DE SEGURIDAD 6-8 PULGADAS DE DIÁMETRO ESPACIADO A 1.25 METROS, EN TERRENOS MUY FRACTURADOS COLOCAR GUARDACABEZAS. |
|  | MALA "B" | ROCA SUAVE, MUY FRACTURADA, INTENSAMENTE FRACTURADA A DESCOMPUESTA CON PRESENCIA DE FALLAS, MUY ALTERADA CON RELLENOS BLANDOS, PRESENCIA DE AGUA MODO GOTEO-FLUJO. | SHOTCRETE 3.0 PULGADAS DE ESPESOR (DISEÑO ESTÁNDAR, DUPLICAR LA CANTIDAD DE FIBRA SINTÉTICA) + PERNOS EXPANSIVOS ESPACIADOS A 1.25x1.25 METROS DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (8-7) + ARCOS NORUEGOS ESPACIADOS A 1.2 METROS Y/O CINTAS METÁLICAS TIPO "STRAPS" ESPACIADOS A 1.25 METROS // CIMBRAS METÁLICAS ESPACIADAS A 1.0-1.2 METROS COMPLETAMENTE ELEMENTADOS. | SHOTCRETE 3.0 DE ESPESOR (DISEÑO ESTÁNDAR, DUPLICADO DE FIBRA SINTÉTICA) + PERNOS EXPANSIVOS ESPACIADOS A 1.25x1.25 METROS, DISTRIBUIDOS EN FORMA DE ROMBO (8-7). EN LABORES ANGOSTAS (<1.50) DEJAR PILARES SISTEMÁTICOS 1.5x1.0 M2, ESPACIADOS A 3.0 METROS HV. |
|  | MUY MALA | ROCA MUY SUAVE, ESTRUCTURALMENTE TRITURADA-DESCOMPUESTA, MUY ALTERADA-DESCOMPUESTA, CON FALLAS, RELLENOS BLANDOS, PRESENCIA DE AGUA MODO GOTEO-FLUJO. | ARCOS NORUEGOS ESPACIADOS 0.6-0.8 METROS + SHOTCRETE 3.0 PULGADAS DE ESPESOR (DISEÑO ESTÁNDAR, DUPLICADO DE FIBRA SINTÉTICA // CIMBRAS METÁLICAS DE PERFIL "H" TIPO "6W20" CORREDIZAS ESPACIADAS A 0.6-1.0 METROS COMPLETAMENTE ELEMENTADOS. EN TERRENOS EXPANSIVOS NO SE INSTALAN ARCOS NORUEGOS / SE CONSTRUIRÁ NICHOS EN HATALES ENTRE LOS CUERPOS DE CIMBRAS. NOTA: IMPLEMENTAR EL MONITOREO DE CONVERGENCIA. | ESTE TERRENO SE OBSERVA SOLO EN LOS CONTACTOS FALLA AL PISO-TECHO DE LAS ESTRUCTURAS MINERALIZADAS Y EN ZONAS DE CORTE, SE RECOMIENDA COLOCAR EL SOSTENIMIENTO CORRESPONDIENTE AL DOMINIO PREDOMINANTE. |

NOTAS:

- 1- La longitud de los pernos siempre estará en función al ancho de excavación. Para labores permanentes (Anchos 3.5-5.0 metros se emplean pernos de 8 pies, 1.5-3.0 metros se emplean pernos de 6 pies).
- 2- La longitud de los pernos siempre estará en función al ancho de excavación. Para labores temporales (Anchos 3.5-5.0 metros se emplean pernos de 7 pies, 1.5-3.0 metros se emplean pernos de 5 pies, <1.5 metros se emplean pernos de 3-4 pies).
- 3- En toda intersección de labores, se debe ajustar el sostenimiento estándar (reducir el espaciamiento de los pernos al nivel inmediato inferior que se establece en la cartilla de sostenimiento).
- 4- Las longitudes estándar de los pernos cementados y/o resina a columna completa son "2 pies y 8 pies", en pernos de fricción/expansivos las longitudes estándar son "3-4 pies, 5 pies y 7 pies".
- 5- Se consideran labores temporales las siguientes descripciones "Rampa, By pass, Cruce, Galería, Cámara de cargajo, Estaciones de bombas, Bodegas-oficinas de interior mina, Polvorines, Refugio minero, Taller de mantenimiento interior mina, Cámaras de perforación demantrú".
- 6- Se consideran labores permanentes las siguientes descripciones "Rampa, By pass, Cruce, Galería, Cámara de cargajo, Estaciones de bombas, Bodegas-oficinas de interior mina, Polvorines, Refugio minero, Taller de mantenimiento interior mina, Cámaras de perforación demantrú".

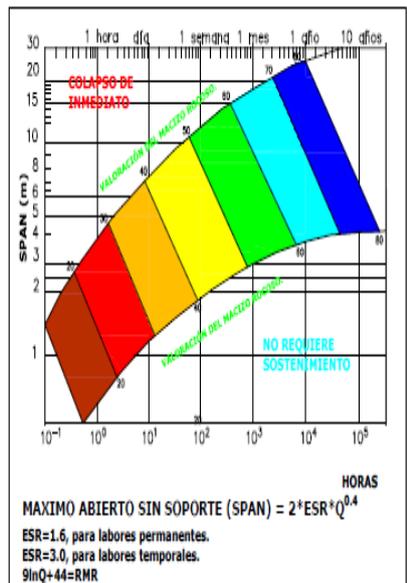
Fuente: Minera Brexia

ANEXO 3

Tabla geomecánica

| LABORES MINERAS DE AVANCE ABIERTURA DE 3 M A 4M DE ABIERTURA | | |
|---|---|-----------------------|
| TIPO | DESCRIPCION | TIEMPO DE AUTOSOPORTE |
| A | CONTROL CON DESARROLLO DE ROJAS, PERO HELICOIDAL ESPACIADO | 1 AÑO A 5 AÑOS |
| B | PERNO HELICOIDAL DE 7 PIES ESPACIADO A 1.5M | 3 MESES A 1 AÑO |
| C | PERNO HELICOIDAL DE 7 PIES ESPACIADO A LA MANILLA ELECTRODINAMICA DE 7"X4" | 2 SEMANAS A 2 MESES |
| D | INSTRUMENTE DE 2" CON BARRA DE ALERIO EN PRENSION DE BLOQUES REFORZAR CON PERNO HELICOIDAL DE 7 PIES ESPACIADO A 1.5M SEGUN CALIDAD DE MUESTRIA | 2 DIAS A 2 SEMANAS |
| E | QUIMIA TIPO "H" (H ₂ O) | 8 HORAS A 2 DIAS |

| ESTRUCTURA | | |
|------------|---|---|
| | LEVEMENTE FRACTURADA. TRES A MENOS SISTEMAS DE FRACTURAS MUY ESPACIADAS ENTRE SI (ROD 75 - 90) (1 A 5 FRACT. POR METRO) (ROD = 115 - 3.3 in.) ESPACIAMIENTO: 20 A 100 cm | A, LF/B, LF/R |
| | MODERADAMENTE FRACTURADA. BIEN TRABADA, POCO DISTURBADA. BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE FRACTURAS ORTOGONALES (ROD 50 - 75) (6 A 11 FRACT. POR METRO) ESPACIAMIENTO: 10 A 20 cm | A, B, C, F/M/B, F/M/R, F/R/B, F/R/R |
| | MUY FRACTURADA. MODERADAMENTE TRABADA. PARCIALMENTE DISTURBADA. BLOQUES ANGULOSOS FORMADOS POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE FRACTURAS (ROD 25 - 50) (12 A 20 FRACT. POR METRO) ESPACIAMIENTO: 5 A 10 cm | A, B, C, D, E, F/M/B, F/M/R, F/R/B, F/R/R |
| | INTENSAMENTE FRACTURADA. PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO. CON MUCHAS FRACTURAS INTERESTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES (ROD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACT. POR METRO) ESPACIAMIENTO: 2 A 5 cm | B, C, D, E, F/M/B, F/M/R, F/R/B, F/R/R |



NOMENCLATURA DE CALIDAD DE LA MASA ROCOSA

| TIPO DE ROCA | CLASE | R.M.R. | GSI |
|--------------|-----------|---------|----------------------|
| | BUENA A | II - A | 71-80 LF/B-F/MB |
| | BUENA B | II - B | 61-70 F/B-MF/MB-LF/R |
| | REGULAR-A | III - A | 51-60 F/R-MF/B-MF/R |
| | REGULAR-B | III - B | 41-50 MF/P-F/MP-IF/R |
| | MALA-A | IV-A | 31-40 MF/MP-IF/P |
| | MALA-B | IV-B | 21-30 IF/MP |

Metodología de Aplicación

A. Aplicación sin factores influyentes
 Para la aplicación de las tablas geomecánicas se determina in-situ, una vez lavadas las paredes y el techo de la labor a mapear, la cantidad de fracturas por metro lineal utilizando un flexómetro, parámetros de estructuras de la resistencia de la roca definida por la cantidad de golpes de la picota o indentación de la misma y los parámetros de condición de las fracturas (apertura, relleno y alteración).

Cada recuadro de calidad de roca en las tablas geomecánicas presenta algunas subdivisiones, aplicándose el sostenimiento designado en el recuadro superior cuando no se presentan factores influyentes y el recuadro inferior cuando se presenta factores influyentes.

B. Correcciones por factores influyentes
 La presencia de agua, orientación desfavorable de las discontinuidades, ocurrencia de esfuerzos (encarpene mayor a 800 m), labores cercanas, cercanía a fallas y demoras en la colocación del soporte que afectarían a un determinado tipo de roca en una labor, origina que el soporte asignado por su condición al momento de la excavación requiera ser reforzado, para lo cual se deberá colocar el soporte siguiente al designado, tanto en elementos de soporte como en tiempos de colocación, debiendo considerarse una sola corrección.

Ejemplo - Rampa de 4.0m x 4.0m muy fracturada pobre (MF/P) el soporte sin factores influyentes correspondería a pernos con malla de refuerzo (soporte tipo C). Con presencia de agua, orientación desfavorable de discontinuidades, aberturas cercanas o influencia de esfuerzos se deberá colocar sostenimiento de tipo D que indica shotcrete de 2" con fibra metálica mas perno helicoidal a 1.5m en presencia de bloques.

C. Medidas preventivas y de control
 La primera medida preventiva es el uso de "voladura controlada" en especial en las bóvedas, para lo cual, se deberá disminuir el espaciamiento de taladros a 0.5 m y distribuir mejor su carga, así mismo evitar las concentraciones de vibraciones que originen micro fracturas en paredes, techo y frente de la labor.

La ejecución de mapeo geomecánico inmediato y colocación del soporte adecuado al tipo y tiempo recomendado en las tablas geomecánicas.

Revisar y cumplir en forma estricta con el manual de procedimientos de colocación de los diferentes elementos de soporte que se apliquen.

Efectuar periódicamente ensayos de arranque en los pernos colocados, limpieza y reparación de mallas rellenas con fragmentos, reemplazar los pernos mal colocados o sueltos y los tramos con shotcrete deteriorado.

Capacitación permanente del personal de operaciones (Jefes de guardia, capataces, perforistas y ayudantes) en la aplicación de la tabla y colocación del sostenimiento.
 El compromiso de la Gerencia General y de Operaciones con la aplicación correcta y oportuna de esta actividad.

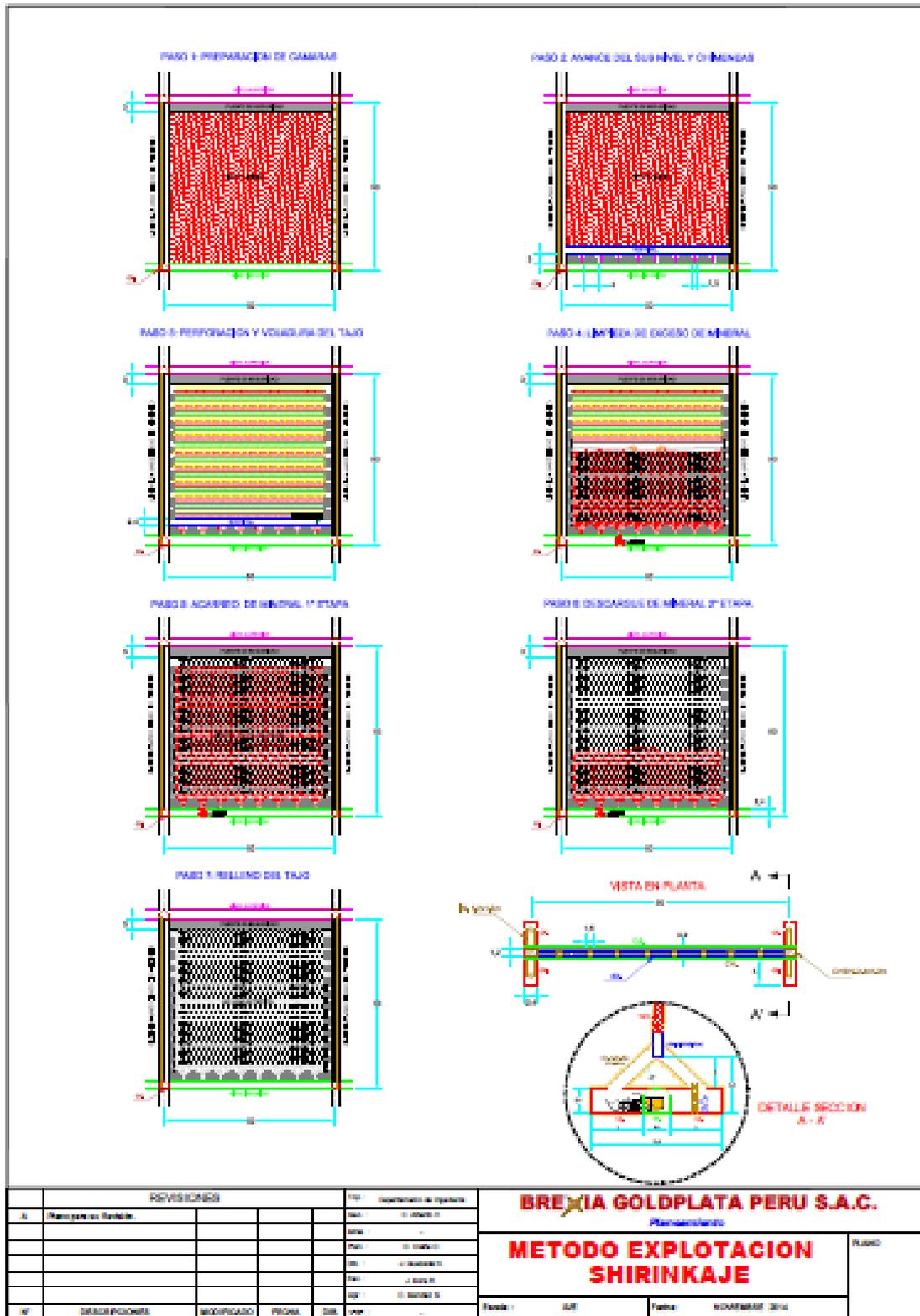
D. Formas de colocación terminantemente prohibidas

- Iniciar la colocación de soporte sin haber desatado correctamente o asegurado el techo.
- Perforar y no colocar inmediatamente el perno y realizarlo después de perforar el taladro.
- Colocar pernos en las fracturas o muy inclinados o en zonas en que la picota se hunde profundamente o en labores con anchos menores de 2.0 m.
- Colocar el shotcrete sobre malla rellena de fragmentos de roca.
- Colocar shotcrete a una distancia mayor de 1.5 m con la superficie no limpia con agua a presión (entre 3 a 5 bares).
- Colocar las cimbras sin apoyo en el piso, no verticales y sin asegurar previo techo asegurado o varias cimbras a la vez.
- Reemplazar el uso de elementos de madera (cuadros, puntales, etc.) por soporte flexible sin tener el conocimiento y la experiencia suficiente.

Fuente: Minera Brexia

ANEXO 4

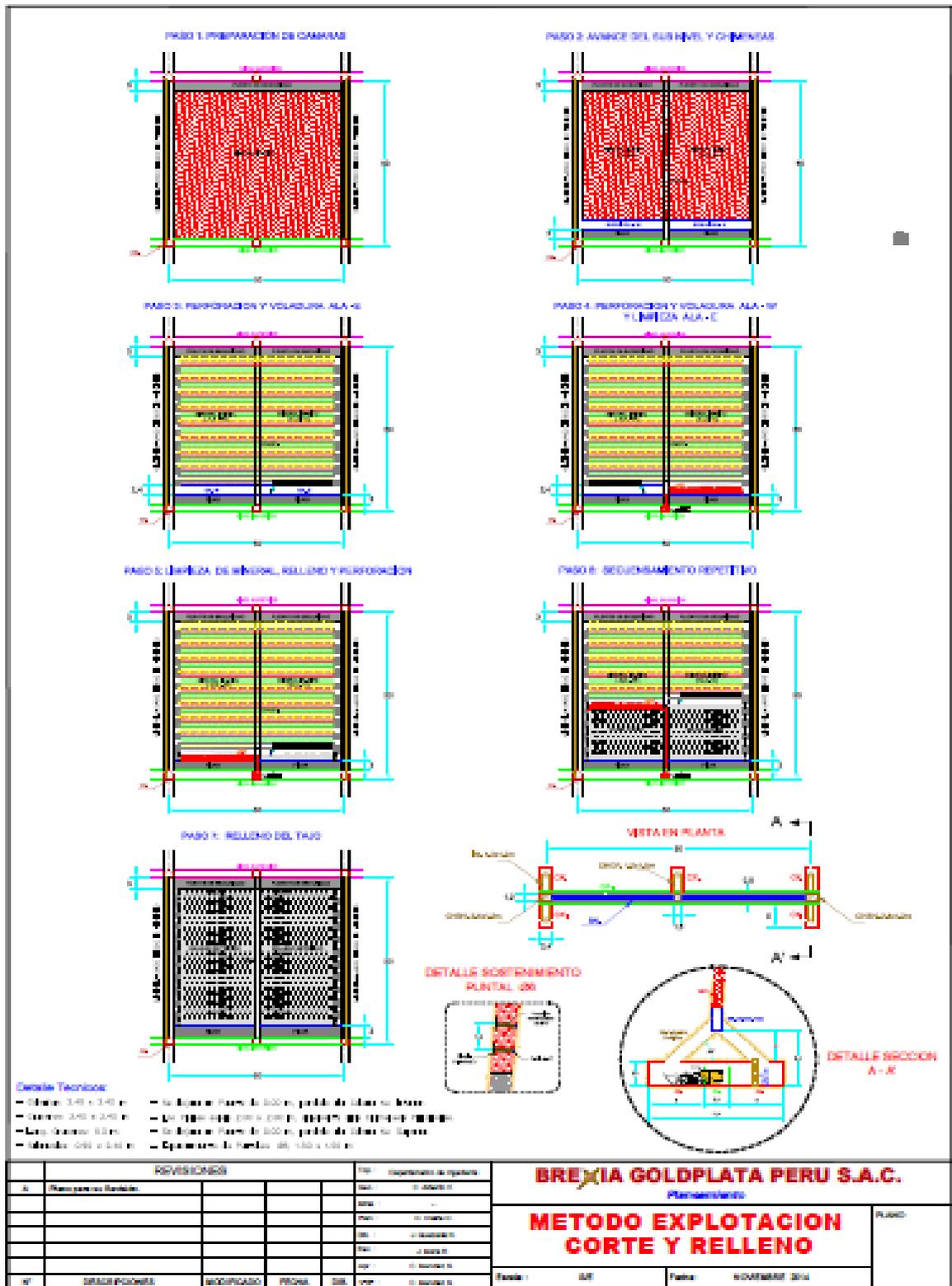
Método explotación shirinkage



Fuente: Minera Brexia

ANEXO 5

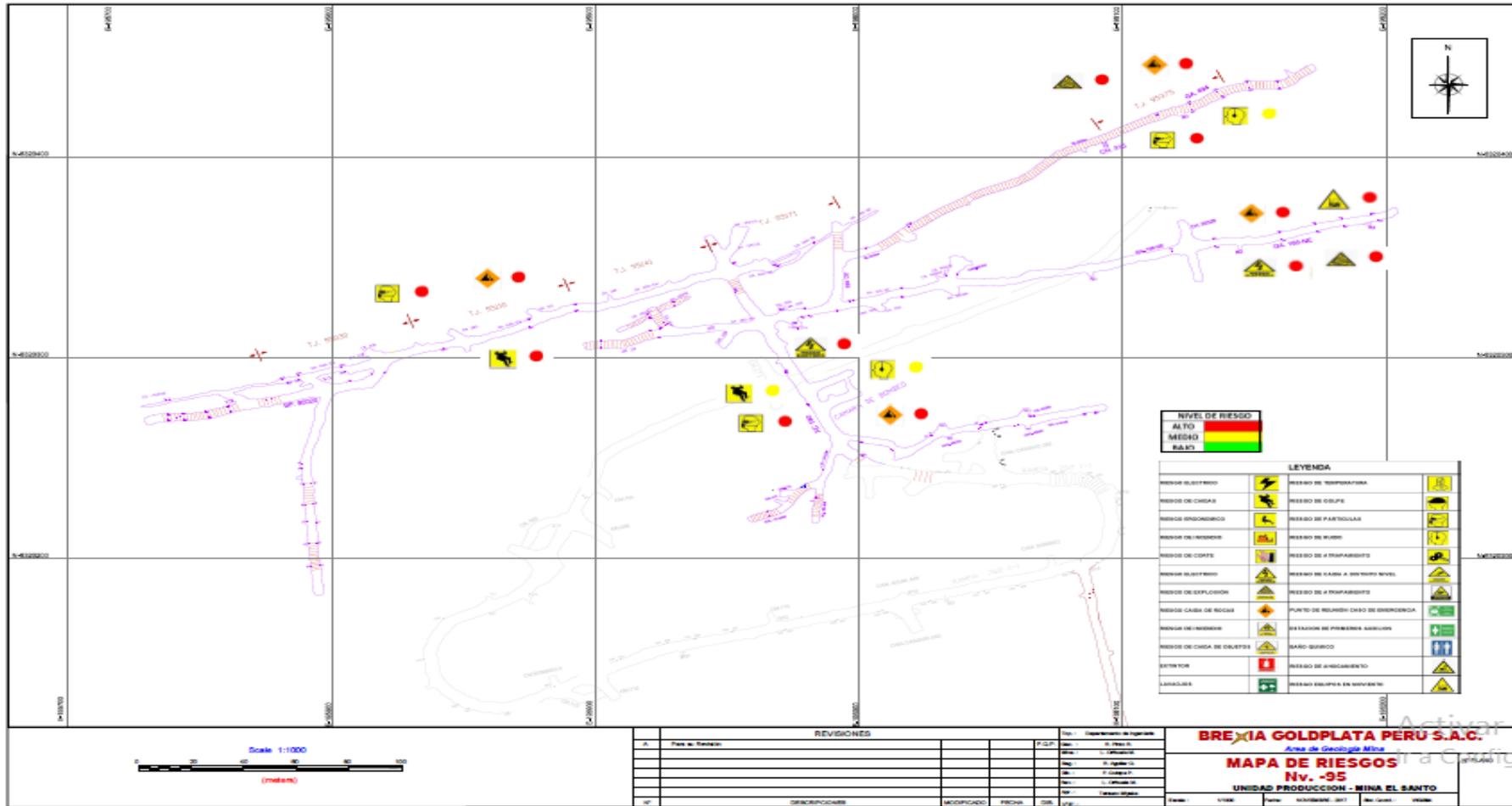
Anexo método de explotación corte y relleno



Fuente: Minera Brexia

ANEXO 7

Mapa de riesgos nivel -95



Fuente: Minera Brexia

BIBLIOGRAFÍA

- [1] V. F. C. CHUCHUCA, Determinar la viabilidad económica en la construcción de dos chimeneas para optimizar el transporte subterráneo de mineral y esteril en la empresa minera produmin S.A en la veta Kathy, Quito, 2019.
- [2] R. H. F. GOMEZ, Diseño del sistema de limpieza para mejorar la producción en la compañía minera San Nicolás Unidad Colorada año 2014, Huaraz, 2017.
- [3] G. L. MALQUI, CONSTRUCCIÓN DEL PIQUE 158E PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL LABOREO MINERO EN LA UNIDAD DE PAULA - CEDIMIN S.A.C, HUANCAYO, 2013.
- [4] V. A. P. TURPO, Reducción de costos de tolvas de madera mediante buzones y anillos metálicos en la unidad de producción Chalhuane de la empresa minera Soledad S.A.C Arequipa, Puno, 2018.
- [5] V. A. M. ARCEDA, Análisis y diseño de un chute de 189 TMH para minería usando el método de Elementos Discretos, AREQUIPA, 2019.
- [6] J. Y. Atuahualpa Calvo, «Diseño estructural de una tolva de acero comercial de 5 tn para el apilamiento de mineral utilizando modelos computacionales y cálculos convencionales,» Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, 2018.
- [7] R. A. T. CHACALTANA, Optimización del diseño para la construcción y estandarización de Chimenea 544N y BY PASS 540W para extracción de mineral del nivel 12 - Veta Animas – Unidad San Cristóbal CIA. Minera Bateas, AREQUIPA, 2019.
- [8] L. B. HUAMAN, Manual de capacitación para enmaderadores, cuadros puntales y tolvas, LIBERTAD, 2007.
- [9] C. del Río González, Contabilidad de costos, México: ECAFSA, 2000.

- [10] C. M. Martínez Stone, «Evaluación Económica e Inversión sobre un Condominio Horizontal en la Delegación Álvaro Obregón,» Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2002.
- [11] (. O. Y. S. M. 023), Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, PERU, 2016.
- [12] U. n. d. Cajamarca, «academia.edu,» 12 4 2015. [En línea]. Available: https://www.academia.edu/13384338/TOLVAS_DE_MINERAL.
- [13] A. R. Chávez Navaro, «Diseño de una tolva de gruesos de 45MC en la zona de chancado primario - Planta unicon - Jicamarca,» Universidad Nacional del Callao, Lima, 2017.
- [14] D. D. P. Cruz, “Desarrollo de un Aplicativo Móvil para Fortalecer la Identificación, Evaluación y Control de Riesgos en Procesos de Mantenimiento de Celdas de Flotación en Industria Minera”, Peru: <http://repositorio.utp.edu.pe/browse?type=author&value=Prado+Cruz%2C+Delly+Dorita>, 2018.
- [15] J. Dionicio Chinchay, «Tolvas de almacenamiento de Mineral,» Cajamarca, 2012.
- [16] FORWOOD, «Gestión Del Riesgo Crítico (CRM),» 2015. [En línea]. Available: <https://forwoodsafety.com/es/critical-risk-management/>.
- [17] J. García Colín, Contabilidad de Costos, Ciudad de México: Mc Graw Hill, 2008.
- [18] N. Goldcorp, Fatality Risk Management, USA: <https://www.newmontgoldcorp.com/risk-management-lies-at-the-core-of-workplace-safety/>, 2016.
- [19] I. Martínez Fernández, «Estudio sobre la madera de mina,» 1998.
- [20] A. Senlle, Senlle, A. (2002). Terminemos con la incompetencia. El desarrollo de las competencias para el éxito de las organizaciones, Barcelona: Gestión 2000, 2002.
- [21] C. Y. STANLEY, METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION, MACWILL.