



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

**“OPTIMIZACIÓN DE LOS CICLOS DE CARGUÍO Y ACARREO
PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN UNA EMPRESA
MINERA”**

Tesis para obtener el título Profesional de
Ingeniero Industrial.

Autor:

Br. DE LA CRUZ VALLE, HEBER ORLANDO

Asesor

CORREA RIOFRIO, DARIO

Línea de Investigación

Gestión empresarial y productiva.

Trujillo – 2018

PAGINA DE JURADO

Dr. Benits Aliaga, Alex Antenor
PRESIDENTE

Mg. Correa Riofrio, Dario Alfonso
SECRETARIO

Mg. Javez Valladares, Santos Santiago
VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres por todo su amor,
esfuerzo, sacrificio y dedicación
para forjar el hombre que soy.

A mi padre por su total entrega,
mi madre por sus desvelos.

Dios por ser mi creador, por la
vida, salud y sus bendiciones.

A mis hijos Elias Jose y Piero
Sander por apoyarme, por ser la
inspiracion para lograr mis
objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradesco a la universidad Cesar Vallejo por formarme íntegramente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Industrial por su comprensión y colaboración para el desarrollo del presente proyecto.

Al asesor metodológico **Ing. Dario Alonso Correa Riofrio** por el aporte a través de sus correcciones y observaciones lo cual marco el rumbo del presente proyecto.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo De la Cruz Valle, Heber Orlando con DNI N°18085532, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad

Trujillo, Octubre del 2018

De la Cruz Valle, Heber Orlando

PRESENTACIÓN

Siendo requisito para obtener el título de Ingeniero Industrial la presentación de un trabajo de investigación científica y cumpliendo con las normas vigentes de la Universidad César Vallejo dejo a su consideración el presente trabajo de investigación científica:

“OPTIMIZACIÓN DE LOS CICLOS DE CARGUIO Y ACARREO PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN UNA EMPRESA MINERA

El presente trabajo fue desarrollado gracias a los conocimientos adquiridos durante los años de estudio en la Universidad César Vallejo, en especial durante el curso de Optimización y Control de Operaciones, donde pude obtener la mayoría de conocimientos necesarios para desarrollar la investigación y la línea de investigación de GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA.

Espero el presente trabajo sirva de guía o como base para futuras investigaciones, sea corroborando la investigación o para complementar este trabajo.

Trujillo, Octubre del 2018

De la Cruz Valle, Heber Orlando

Indice

PAGINA DE JURADO.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
DECLARACION DE UTENTICIDAD.....	5
PRESENTACION.....	6
AUTORIZACION DE PUBLICACION.....	7
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	8
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
I. INTRODUCCION	
1.1 Realidad Problemática.....	14
1.2 Trabajos Previo.....	15
1.3 Teorias Relacionadas.....	16
1.4 Justificacion.....	16
1.5 Problema.....	16
1.6 Hipotesis.....	16
1.7 Objetivos	
1.7.1. Objetivos Generales.....	17
1.7.2. Objetivos Especificos.....	17
II. MARCO METODOLOGICO	
2.1. Tipos de estudio.....	18
2.2. Diseño de investigación.....	18
2.3 Variables,Operacionalizacion.....	19
2.4. Poblacion, muestra.....	20
2.5. Tecnicas e instrumentacion de recoleccion de datos.....	21
2.6. Métodos de analisis de datos.....	21
2.7. Aspectos éticos.....	21

III.	RESULTADOS	
	3.1. Evaluacion de la situación actual de la empresa.....	22
	3.1.1. Generalidades.....	22
	3.2. PLANEAMIENTO DE MINADO.....	23
	3.2.1. Definicion de Planeamiento de Minado.....	23
	3.2.2. Plan de minado.....	26
	3.3. DISEÑO DEL TAJO.....	28
	3.4. DESCRIPCION Y CALCULO DE BLOQUES POR NIVELES DE LA MINA.....	31
	3.5. VALORACION DE LA MINA.....	39
	3.6. PRODUCCION ANUAL DE MINERAL Y DESMONTE.....	40
	3.7. EVALUACION ECONOMICA.....	42
	3.7.1. Ventas anuales de Oro.....	42
	3.7.2. Costos asociados a la produccion minera.....	43
	3.7.3. Informacion de costos para el proyecto de tesis.....	44
	3.8. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CARGUIO Y ACARREO.....	53
	3.9. CALCULO DEL NUMERO DE CAMIONES REQUERIDOS PARA LA PRODUCCION Y ACARREO DE DESMONTE.....	53
	3.10. CALCULO DEL NUMERO DE CAMIONES.....	54
IV.	DISCUSION.....	68
V.	CONCLUSIONES.....	73
VI	RECOMENDACIONES.....	75
VII	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	76
	ANEXOS.....	78

Indice de Figuras

Figura 1: Zona de oxidos y sulfuros.....	14
Figura 2: Plan de minado diario.....	27
Figura 3: Zona de chancado.....	27
Figura 4: Distribucion de la mina.....	28
Figura 4: Sección transversal del tajo.....	28
Figura 6: Sección de bloques economicos	30
Figura 7: Diseño de bloques.....	39
Figura 8: Acarreo de mineral de mina a Planta	55
Figura 9: Acarreo de mineral de Planta a mina	56
Figura 10: Acarreo de mineral de mina a botadero	57
Figura 11: Acarreo de mineral de botadero a mina	58
Figura 12: Cuadro de Producción Anual de Mineral y Desmonte.....	66
Figura 13 Costo de Carguío y Acarreo (s/.).....	69
Figura 14 Costo Carguío y Acarreo (%)......	70
Figura 15 Tonelaje de Material de Desmonte antes la Mejora.....	70
Figura 16 Tonelaje de Material de Desmonte Después de la Mejora.....	71
Figura 17 Tonelaje de Material de Desmonte Después de la Mejora en %.....	73

Indice de Tablas

Tabla 1: La operacionalizacion de variable:.....	20
Tabla 2: Bloques de mineral y desmonte por nivel de la mina.....	31
Tabla 3: Planeamiento de minado y distancia entre transporte año por año....	32
Tabla 4: Distancias y tiempos referenciales por las distintas rutas de la mina a chancadora.....	33
Tabla 5: Distancias y tiempos referenciales para las distintas rutas de la mina..	34
Tabla 6: distancias y tiempos referenciales para las distintas rutas de la mina...	35
Tabla 7: Distancias de y tiempos referenciales ppo las distintas rutas de la mina a botadero.....	37
Tabla 8: Resumen de los cuadros de los tiempos referenciales para las distintas rutas de la mina.....	38
Tabla 9: Leyes de Mineral.....	40
Tabla 10: Producción de Oro en toneladas.....	41
Tabla 11: Movimiento de desmonte en toneladas.....	42
Tabla 12: Venta de oro a lo largo del proyecto.....	43
Tabla 13: Costos capitales y depreciaciones anuales para la maquinaria en...	46
Tabla 14: Programa de reemplazo de equipos y costos (Miles de soles).....	47
Tabla 15: Costos Operativos de Mina (Miles de Soles).....	48
Tabla 16: Resumen de costos.....	49
Tabla 17: Costo total de Producción (En soles).....	50
Tabla 18: Costos de Capital (En soles).....	50
Tabla 19: EVALUACIÓN ECONÓMICA (en miles de soles).....	51
Tabla 20: EVALUACIÓN ECONÒMICA (en miles de soles).....	54
Tabla 21: Tiempo de carguío, acarreo y retorno – ciclo de desmonte.....	59
Tabla 22: Tiempo de carguío, acarreo y retorno – ciclo de mineral.....	61
Tabla 23: Rendimiento de la pala P&H 2300.....	63
Tabla 24: Ciclo de trabajo de los camiones para desmonte.....	64
Tabla 25: Ciclo de trabajo de los camiones para mineral.....	65
Tabla 26: Número de Camiones para Mineral.....	67
Tabla 27: Número de Camiones para Desmonte.....	67
Tabla 28 Costos de Carguío y Acarreo.....	69
Tabla 29 Tonelaje de Material Desmonte.....	70

Tabla 30 Tonelaje de Material Desmonte %.....71

RESUMEN

La presente Tesis que lleva por nombre “Optimización de los estándares de las operaciones en el área de carguío y acarreo para reducir los costos operativos en una Empresa Minera”, tiene como objetivo dar a conocer la importancia de reducir los costos operativos utilizando tecnologías de última generación como es el caso de una empresa minera. El objetivo de esta investigación es reducir los costos y los tiempos en el proceso de carguío y acarreo de reportes aumentando la satisfacción del personal que labora en dicha institución.

Palabras Claves: Optimización, Estándares de Operaciones, Costos Operativos, Mina de Oro.

ABSTRACT

This thesis that goes for name "Optimization of operations standards, in the area of loading and hauling to reduce operating costs in the mine company ", aims to propose a program to reduce operating costs in the areas of loading and hauling, by means of the optimization of the standards of the operations at the gold mine in study. The study was conducted by a research applied, quantitative, not experimental, cross-study, analyzing the operating costs of the mining company.

Key Words: Optimization, Operations, Operating Costs, Gold Mine

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:

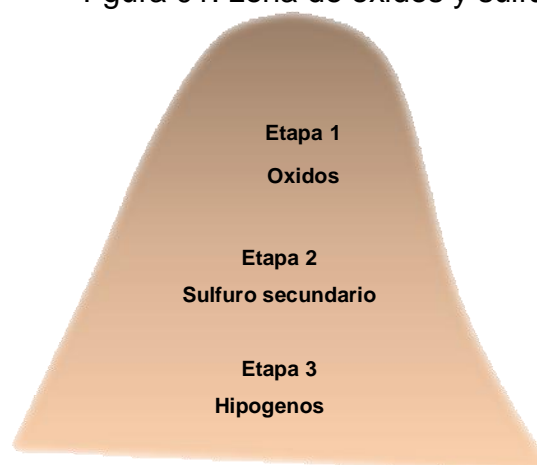
La Compañía se encuentra ubicada al suroeste del distrito de Quiruvilca, en una concesión de 20 100 hectáreas.

El proceso de producción consistía en la extracción de óxido de mineral vía movimiento de tierra, chancado del mineral, procesamiento del mineral mediante lixiviación en pilas, para finalmente producir oro electrolítico de alta pureza en su planta de extracción por solventes y circuito electrolítico (SX/EW).

Adicionalmente, La compañía cuenta con reservas de sulfuros primarios y secundarios de oro, las cuales no son lixiviables y deben ser procesadas mediante un proceso diferente. Para este fin, la Compañía elaboró un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de la Expansión de Sulfuros Primarios varios años atrás y finalizó la construcción del mismo.

Regresando al tema de la tesis, podemos decir que en el planeamiento a corto plazo, la operación de la mina se encuentra en la segunda etapa como se puede apreciar en la Figura 9 donde se empezará a trabajar con la extracción de los sulfuros.

Figura 01: zona de óxidos y sulfuros



En esta segunda etapa la Compañía empezará a extraer el sulfuro secundario (80% del material), para lo cual fue necesaria la construcción de la nueva planta, además, se contará con un 20% del sulfuro primario de alta ley. En la tercera etapa se encuentra netamente los hipógenos que vienen a ser sulfuros primarios y en este caso son de baja ley. El método de procesamiento de este mineral no sería el mismo que el que se usó para la etapa 1 ó 2, así es que demandaría la construcción de una tercera planta teniendo como inconveniente que las leyes de este material son bajas y por lo tanto no justifica dicha inversión por el momento, así es que, cuando se agote la zona de los sulfuros secundarios y empiece a minar el material hipógeno éste será procesado en alguna otra planta ya depreciada para obtener rentabilidad. La nueva planta de sulfuros podrá recibir diariamente 40 000 ton de mineral de sulfuro para su procesamiento.

En esta tercera etapa el factor económico es bien sensible ya que los costos de procesamiento para obtener el oro son mas altos que en la etapa de los oxidos, en esta etapa se debe realizar un nuevo estudio de los tiempos de carguio y de los tiempos y rutas de acarreo para recalcular los equipos necesario de tal manera que nos permita optimizar la operatividad y utilizacion de los equipos de carguio(palas y cargadores) que no tengan tiempos muertos por espera de camiones, como los camiones de acarreo que no tengan tiempos muertos esperando para cargar en palas o cargadores(cola en palas), para tal fin utilizaremos la data existente en el sistema Dispatch para poder sacar la informacion necesaria que nos pueda ayudar a cumplir con nuestro objetivo.

1.2. TRABAJOS PREVIOS:

En materia de este estudio se encontró trabajos de investigación los cuales contribuyen a la deducción lógica que la minimización de tiempos muertos y aprovechar la operatividad de los equipos involucrados tiene una incidencia directa en los costos operativos en una empresa minera.

*Carguío en matrimonio: Desarrollado por el Ing. Paul Ruiz

Helguero; Comprobó la efectividad de esta operación, se minimizó

significativamente los tiempos de cola en chancadora, se optimizó los tiempos de carguío y se pudo aprovechar la operatividad de los camiones en un 97%

1.3. TEORIAS RELACIONADAS

Para la realización de la presente investigación, partimos del hecho ya comprobado por otras investigaciones de que mediante la optimización de los procesos productivos, se reduce los costos operativos o de producción de una empresa, en nuestro caso, de una empresa minera. Este es un conocimiento general ya demostrado en el estudio de diferentes empresas, conocimiento que aplicamos en el caso de nuestra investigación, pues utilizando el método inductivo nos hemos permitido formular nuestra hipótesis de investigación, la misma que deberá de ser demostrada su veracidad.

1.4. JUSTIFICACION

El presente estudio de investigación se justifica teóricamente por que pretende dar a conocer la importancia de la optimización en los estándares de las operaciones en el área de carguío y acarreo que tendrán que reducir significativamente los costos operativos en una empresa minera.

1.5. PROBLEMA

¿Cuál es el impacto de la optimización en los estándares de las operaciones en el área de carguío y acarreo en los costos operativos de una empresa minera?

1.6. HIPOTESIS

La optimización en los estándares de las operaciones en el área de carguío y acarreo tendrán que reducir significativamente los costos operativos en una empresa minera.

1.7.OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General

- Reducir los Costos Operativos en las Áreas de, Carguío y Acarreo mediante la optimización de los estándares de las operaciones en una empresa minera.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación en que se encuentran las operaciones de carguío y acarreo.
- Reducir los costos operativos que generan las operaciones de carguío y acarreo.
- Diseñar un programa de optimización de las operaciones en el área de carguío y acarreo.
- Comparar la diferencia en los costos operativos antes y después de la optimización del área de carguío y acarreo.

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipos de estudio

a. Método deductivo.

Para la realización de la presente investigación, partimos del hecho ya comprobado por otras investigaciones de que mediante la optimización de los procesos productivos, se reduce los costos operativos o de producción de una empresa, en nuestro caso, de una empresa minera. Este es un conocimiento general ya demostrado en el estudio de diferentes empresas, conocimiento que aplicamos en el caso de nuestra investigación, pues utilizando el método inductivo nos hemos permitido formular nuestra hipótesis de investigación, la misma que deberá de ser demostrada su veracidad.

b. La observación.

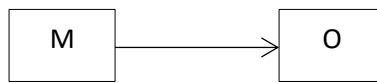
Este método se utilizará con el fin de poder determinar el nivel de los costos que demandan el proceso de carguío y acarreo antes y después de la aplicación de la propuesta de optimización del proceso.

2.2. Diseño de Investigación

El diseño de investigación a utilizar en nuestra investigación es No experimental, puesto que el objetivo es validar una propuesta de optimización de las operaciones de carguío y acarreo para reducir los

costos operativos de la producción de la mina en la cual se lleva a cabo la investigación. No constituye experimental propiamente dicha, puesto que no se cuenta con grupo de control, sino solamente con el grupo experimental que en este caso lo constituyen los costos de producción, y específicamente los costos operativos relacionados al proceso de carguío y acarreo.

Diseño de la Investigación:



Donde M: muestra

O: observaciones de la calidad de servicio

2.3. Variable, Operacionalización

2.3.1. Variable Independiente, cualitativa:

Estándares de las Operaciones

2.3.2. Variable Independiente, cualitativa:

Costos operativos.

Tabla 1. Operacionalización de las variables:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Costos operativos	Los costos operativos son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento.	Se evalúa a través del costo de mantenimiento, costo de combustible y costo de operadores	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de mantenimiento. • Costos de combustible. • Costo de operadores. 	Razón Razón Razón
Estándares de operaciones	Es un modelo, criterio o regla de Aceptable, nos referimos a Maniobras metódicas o	Se evalúa a través de los tiempos de Carguío y la cantidad de Material por ciclo de carguío	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de carguío • Cantidad de material por ciclo de carguío. 	Razón Razón

2.4. Población, muestra

- **Población:** Los costos del Proceso de Carguío y Acarreo realizado en la empresa minera.
- **Muestra:** Los costos del Proyecto 0023, del nivel 4100 de la empresa minera.

- **Objeto de Estudio:** LA presente investigación se realizó en una empresa minera.

2.5. Técnicas e instrumentación de recolección de datos

Para la presente investigación con el fin de obtener toda la información necesaria se ha considerado utilizar como técnicas e instrumentos, así como fuentes e informantes los que a continuación se menciona:

2.6. Método de análisis de datos

Técnica por medio de la cual es posible la revisión de todo documento que consigne información sobre las variables e indicadores, de manera tal que se puedan obtener los datos necesarios para la medición de la variable experimental. En nuestro caso esta técnica se utilizará con el fin de obtener información sobre los costos operativos que requiere el proceso de carguío y acarreo de mineral.

2.7. Aspectos éticos

El investigador se compromete a respetar la propiedad intelectual, la autenticidad de los resultados, la confidencialidad de los datos facilitados por la empresa y a no revelar la identidad de las personas que participen en el estudio, así como a solo tomar los datos consentidos por los encuestados.

III. RESULTADOS

3.1. Evaluación de la situación actual de la empresa

3.1.1. Generalidades:

El proceso de producción consistía en la extracción de óxido de mineral vía movimiento de tierra, chancado del mineral, procesamiento del mineral mediante lixiviación en pilas, para finalmente producir oro electrolítico de alta pureza en su planta de extracción por solventes y circuito electrolítico (SX/EW). El oro producido se comercializa en forma de cátodos y posee una pureza de 99.99%.

Adicionalmente, La compañía cuenta con reservas de sulfuros primarios y secundarios de oro, las cuales no son lixiviables y deben ser procesadas mediante un proceso diferente. Para este fin, la Compañía elaboró un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de la Expansión de Sulfuros Primarios varios años atrás y finalizó la construcción del mismo.

La Compañía utiliza dos fuentes de agua para abastecer sus necesidades, y estas son: superficiales a través del río Moche y subterránea a través de algunos pozos de bombeo. El agua de origen superficial se denomina “agua fresca” y el agua de origen subterránea es “agua freática”. Durante el proyecto la mina consumirá en promedio 30 000m³ de agua mensuales para la planta y la operación en la mina.

La Expansión de Sulfuros Primarios consistió en la construcción de una planta concentradora para el procesamiento de dichos sulfuros, así como la construcción de un depósito de relaves, ubicados dentro del área de concesión de la Compañía. La provisión de agua para este proyecto se hará a través del almacenamiento del recurso en una represa, que resultará de la captura adicional de escorrentía de la parte alta del río Moche. La Compañía cuenta con los derechos de agua necesarios para poder efectuar estas acciones.

La mina consume 65kWh/día de energía a través de la línea

de red eléctrica nacional y además cuenta con subestaciones para las diferentes maquinarias que operarán en la mina.

Los ritmos de trabajo son 2 turnos diarios de 12 horas y con 7 días libres por cada 7 días de trabajo. Los turnos son rotativos, es decir, se trabaja 7 días en turno día, luego se va al descanso y al regreso se ingresa al turno noche (personal de operaciones mina).

En las instalaciones de la mina se cuenta con un comedor en la zona de campamentos para todos los trabajadores y un segundo comedor en la operación minera, además, se cuenta con habitaciones para todos los empleados, zonas de recreación, un anfiteatro para ver películas, gimnasio y lozas deportivas todo esto dentro de un área de 25 500m²

3.2. PLANEAMIENTO DE MINADO

En la Planificación de una empresa minera, es donde se precisan los resultados deseados y se programan las actividades con sus tiempos y recursos asociados, con el propósito de concretar la misión. Particular importancia en el ámbito minero, constituye todo el proceso de generación de planes mineros de producción, en atención a que las definiciones de tonelajes a tratar, como el de sus leyes asociadas, establecen el rendimiento económico del negocio.

La planificación se puede entender como un desarrollo racional, mediante el cual los recursos humanos, físicos y financieros son orientados hacia la materialización de un objetivo previamente definido. Dicho de otro modo, es investigar (para generar opciones), elegir (una de ellas) y preparar las tareas pertinentes para materializar aquello que se desea realizar.

3.2.1. Definición de Planeamiento de Minado

Es el proceso de planificación, el que permite identificar y pronosticar el que hacer, de modo de alcanzar los objetivos de la empresa, junto

con los presupuestos, los planes de ventas, los programas de inversión, las estimaciones de recursos y otros.

Para el caso de una empresa minera, es la planificación la encargada de definir el plan minero de producción. Dicho plan identifica el origen, la cantidad y la calidad de material a beneficiar, como también las estrategias, tiempos, y recursos requeridos para la materialización de lo programado. Esta planificación minera debe reunir atributos de alta relevancia que es necesario asimilar, aceptar, y considerar en cada una de las tareas constitutivas, tales atributos son: La coherencia, que sea sistémico, y además Dinámico.

El sistema de planificación minero debe ser COHERENTE, en sentido de asegurar una plena y permanente armonía entre la estrategia de producción de corto, mediano, largo plazo y la misión empresarial. Como consecuencia de lo anterior, los planes mineros deben constituir el camino base para acceder al objetivo del negocio, aceptando todas las restricciones técnicas y económicas que imponga el mercado, o que definan los propietarios de la empresa o finalmente las condiciones naturales del yacimiento.

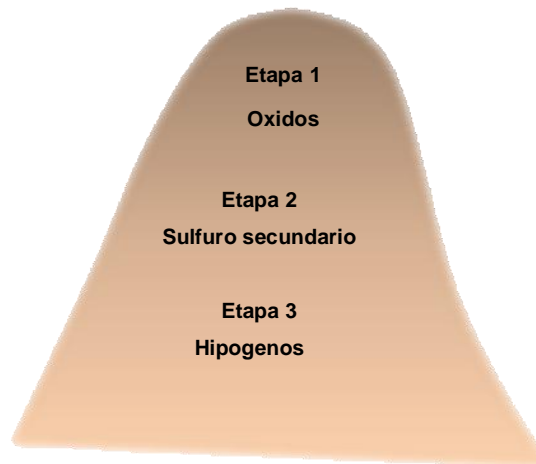
El sistema de planificación minero debe ser SISTEMICO, en el sentido de aceptar que la obtención del plan minero de producción, es el resultado de varias iteraciones y continuas retroalimentaciones que deben verificarse producto de los aportes que hagan los distintos sistemas constituyentes de la empresa.

El sistema de planificación minero debe ser además DINAMICO, en el sentido de reconocer que esta tarea está soportada por las mejores estimaciones de las variables relevantes, para el mediano y largo plazo, por lo tanto resulta natural e imprescindible que la planificación esté sujeta a constantes revisiones en la medida que se disponga de mayor información.

Cambios en los costos, en los avances tecnológicos, en las restricciones de mercado, en las restricciones de disponibilidad de recursos, entre otros, implicarán revisión y modificación de los planes mineros de producción.

Regresando al tema de la tesis, podemos decir que en el planeamiento a corto plazo y la operación de la mina se encuentra en la segunda etapa como se puede apreciar en la Figura 9 donde se empezará a trabajar con la extracción de los sulfuros.

Figura 1: Zona de Óxidos y Sulfuros



La Etapa 1 fue la etapa inicial donde la Compañía extrajo los óxidos. En esta segunda etapa la Compañía empezará a extraer el sulfuro secundario (80% del material), para lo cual fue necesaria la construcción de la nueva planta, además, se contará con un 20% del sulfuro primario de alta ley. En la tercera etapa se encuentra netamente los hipógenos que vienen a ser sulfuros primarios y en esta caso son de baja ley. El método de procesamiento de este mineral no sería el mismo que el que se usó para la etapa 1 o para la etapa 2, así es que demandaría la construcción de una tercera planta teniendo como inconveniente que las leyes de este material no son altas y por lo tanto no justifica dicha inversión por el momento, así es que, cuando se agote la zona de los sulfuros secundarios y empiece la entrada al hipógeno éste será procesado en alguna otra planta ya depreciada para obtener rentabilidad. La nueva planta de sulfuros podrá recibir diariamente 40 000 ton de mineral de sulfuro para su procesamiento.

En esta nueva etapa de la mina se contará con 2 frentes de trabajo, y para el cumplimiento de la explotación de mineral y del desmonte se cuenta con los siguientes equipos para el área de operaciones mina.

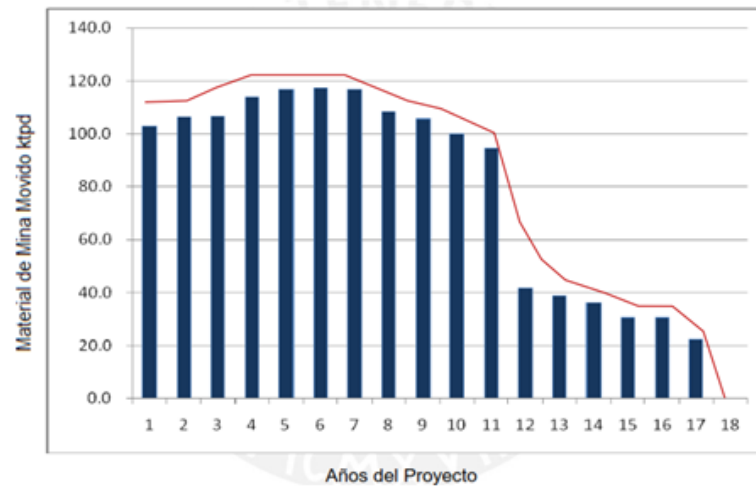
- 2 palas P&H 2300 XPC
- 18 camiones CAT 789B
- 2 cargadores CAT 994F
- 2 CAT 777F para regar la carretera
- Motoniveladoras CAT 16 M
- Wheel Dozer CAT 834H
- Bulldozers CAT D10T
- 2 Perforadoras DM-M3 Atlas Copco
- Otros equipos de servicio.



3.2.2. Plan Minado:

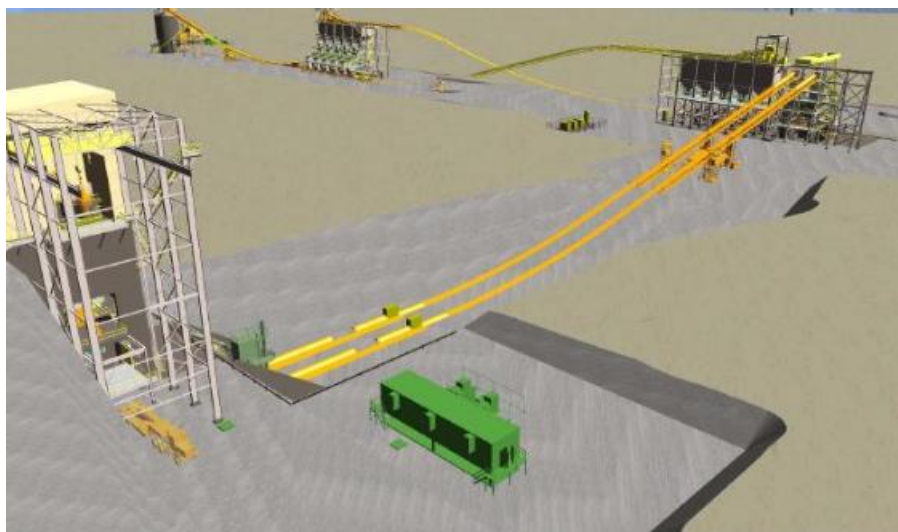
En la Figura 02, se presenta el plan de minado para los 200 millones de toneladas de Sulfuro (80% primario y 20% secundario) y unos 300 millones de toneladas de material de desmonte para la mina en los 17 años de producción. El cuadro muestra en la columna vertical la producción diaria promedio (ktpd) de la mina que viene a ser el mineral más desmonte, y en la fila horizontal los años del proyecto.

Figura 2: Plan de minado diario



La zona de botadero se encuentra cercana a las operación minera, la cual ha sido ubicada muy cuidadosamente evitando estar muy cerca del tajo para posibles ampliaciones y no muy lejos para evitar el aumento del costo al momento del acarreo. La Chancadora primaria se encuentra cerca de la operación minera y a su costado se encuentra la zona donde se mantiene un stock de seguridad de mineral de sulfuro. En la figura 03 se muestra la sección de chancado.

Figura 3: Zona de chancado



La mina consume 65kWh/día de energía a través de la línea de red eléctrica nacional y además cuenta con subestaciones para las diferentes maquinarias que operarán en la operación.

3.3. DISEÑO DE TAJO

El tajo final contará con 270 m de profundidad, donde se encontrarán 18 bancos o niveles de profundidad y cada banco tendrá una altura de 15m. Dentro de los primeros 5 bancos se encuentra una zona de óxidos de baja ley y una capa de material (overburden), luego continúa la zona de óxidos con una mayor ley que se le conocerá como etapa 1 que ha sido explotado y procesado, en los 8 bancos siguientes (del nivel 11 al nivel 18) se encuentran los sulfuros. La etapa 1 ya ha sido desarrollada y se está empezando a desarrollar la etapa 2 como se muestra en la figura 04.

Figura 04: Distribucion de la mina

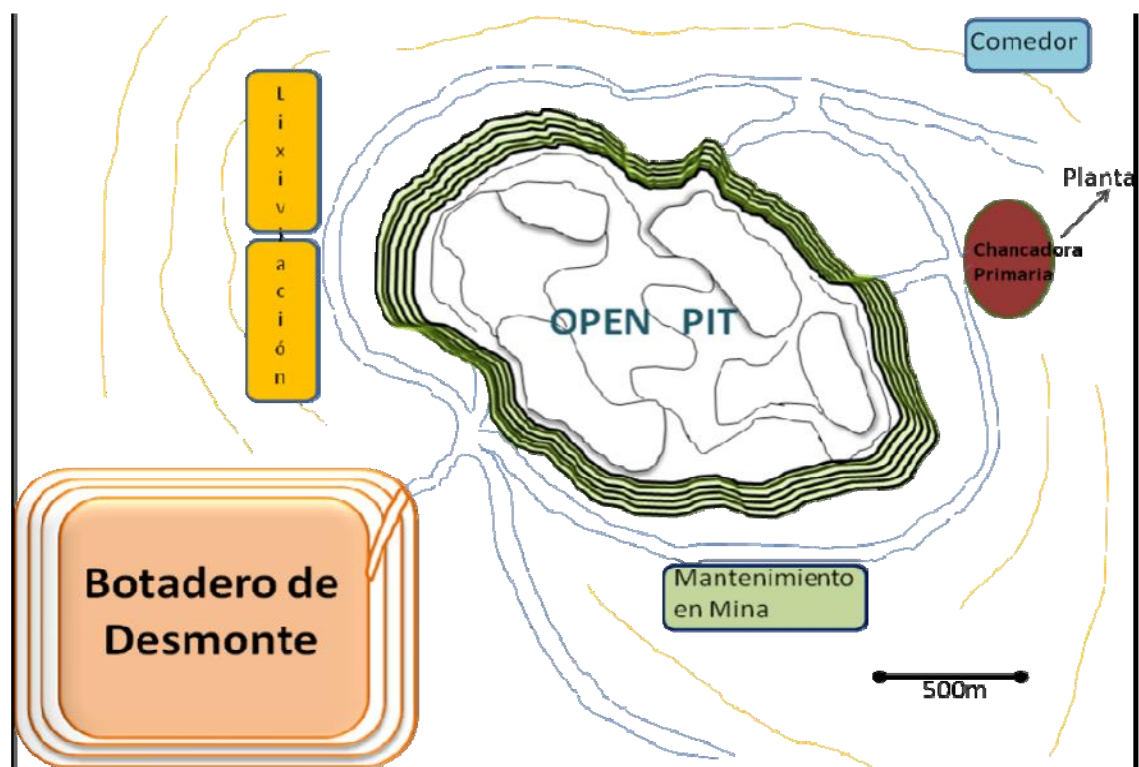
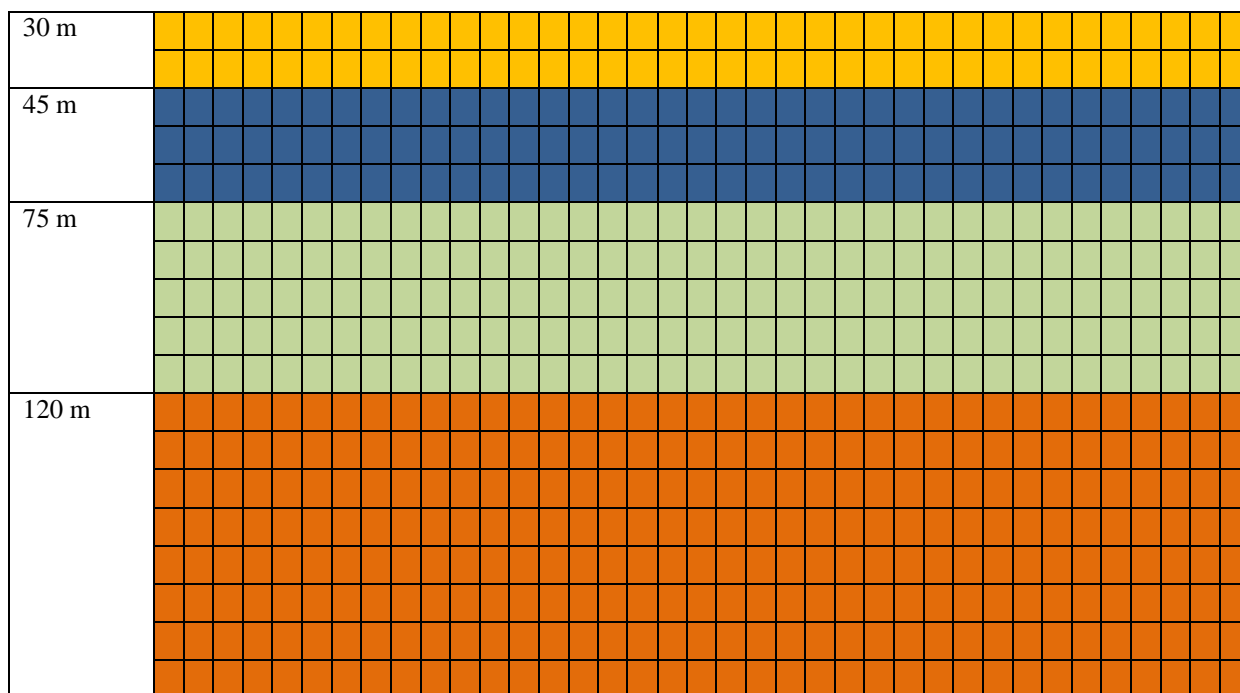


Figura 5: Sección Transversal del Tajo

En esta grafica se puede observar la cantidad y calidad de los materiales



Leyenda

Nivel 1		Overburden
Nivel 2		Óxidos
Nivel 3		Etapa 1 Óxidos
Nivel 4		Etapa 2 Sulfuros Secundarios y Primarios

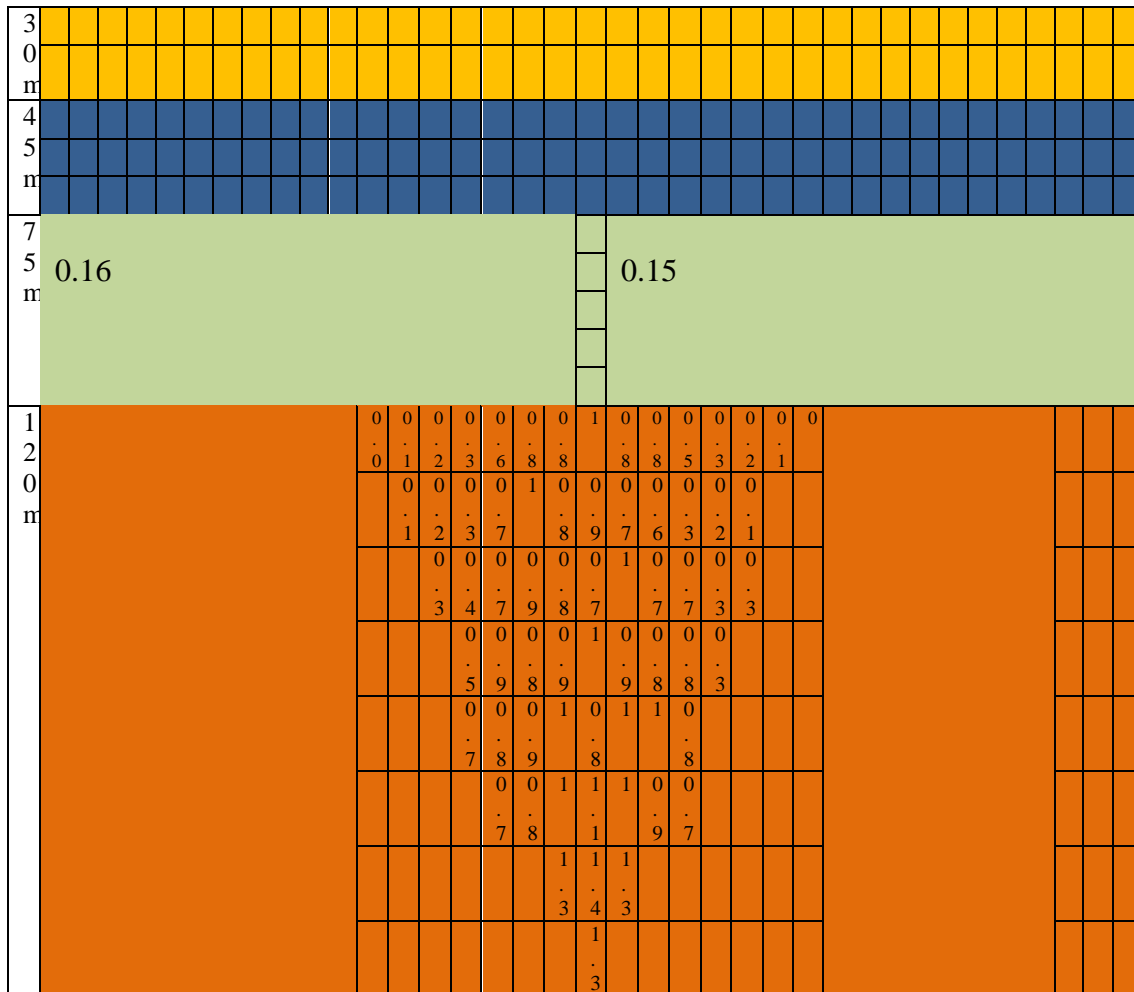
En la Figura 06 se puede apreciar la mineralización de la zona y el tamaño en proporción al tajo teniendo un Stripping Ratio aproximado de 1.5 en promedio. El diámetro mayor del pit para la segunda etapa del proyecto es de 750 m. El diámetro final en superficie de la mina es de aproximadamente de 1300 m.

La etapa 2 empezará a 150 m de profundidad y llegará a una profundidad de 270 m, es decir, 8 bancos de profundidad de 15 m cada uno en los 17 años que durará el proyecto.

El tajo final se obtuvo mediante el uso de los algoritmos de Lerch & Grossman y del Cono Flotante, en la Figura 13 se muestra la sección transversal del pit final. El modelo de Lerch & Grossmann busca generar

bloques que deben de tener una altura similar a la altura del banco, y se debe valorizar económicamente cada uno. El modelo del Cono Flotante busca determinar el pit final mediante la relación del Stripping Ratio y la curva de Ley de Cu. En la figura 13 se podrá apreciar el tajo final para la segunda etapa de la mina.

Figura 6: Sección de bloques económicos



El ángulo del tajo final para la segunda etapa fue proporcionado por el departamento del Geo mecánica luego de haber hecho diferentes estudios en la zona, como la toma de muestras de la roca para análisis, innumerables visitas de campo para constatar la información que se tenía y sus resultados, llegando a la conclusión que la mina debe de tener un mínimo ángulo final total de 50° con la horizontal y un máximo de 55°, todo esto para que en el futuro no existan posibles problemas de caídas de rocas o inestabilidad de los taludes durante la

operación.

3.4. DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DE BLOQUES POR NIVELES DE LA MINA

Para poder determinar el número de bloques en la segunda etapa de la mina necesitaremos conocer algunos parámetros de diseño como la altura de banco que ha sido definido, el pit óptimo, la maquinaria que se utilizará, el tipo de yacimiento, la geomecánica, etc. Con toda esta información se empieza a calcular la cantidad de bloques de la mina.

Datos:

Bloques de desmote: $15 \times 15 \times 15 \text{ m}^3 = 6\,750 \text{ ton}$, densidad = 2000 kg/m^3
 En nivel 16 y 17.

Bloques de mineral: $15 \times 15 \times 15 \text{ m}^3 = 10\,125 \text{ ton}$, densidad = 3000 kg/m^3
 En nivel 18.

Disponemos de 200 millones de toneladas de mineral y 300 millones de toneladas de desmote, por lo tanto, se tiene 19 753 bloques de mineral y unos 44 445 de desmote que se distribuyen por niveles y que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Bloques de mineral y desmote por nivel de la mina

Pits o Niveles	11	12	13	14	15	16	17	18
Mineral	2427	2527	2727	3027	2827	2327	2127	1764
Desmote	4512	4612	5012	5312	5662	6162	6412	6761
Total (bloques)	6939	7139	7739	8339	8489	8489	8539	8525

Una vez que se conoce el total de bloques a mover por nivel se puede planificar el minado, esto permite conocer la cantidad de material o roca a romper, como consecuencia, se conoce la cantidad de

material a transportar y para saber el tiempo que tomará llevar a cabo todo este proceso hace falta conocer las distancias que recorrerá este material durante los años que dure el proyecto. Sabiendo que toda mina es dinámica, es decir que día tras día las distancias dentro y fuera de la mina están variando, se tomó un promedio de estas distancias de una manera anual para simplificar el proyecto. Toda esta información se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Planeamiento de minado y distancia en transporte año por año

Las distancias son aproximadas y están en metros

Se puede apreciar las distancias aproximadas desde la mina hacia cada lugar donde se debe de llevar el material para el descargue.

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Mineral (bloques)	1610	1640	1670	1680	1690	1750	1680	1480	1430	1390	1330	500	470	440	360	360	273	0
Desmante (bloques)	3090	3101	3100	3600	3700	3800	3750	3512	3400	3240	3000	1300	1310	1322	1260	1210	750	0
Total bloques	4700	4741	4770	5280	5390	5550	5430	4992	4830	4630	4330	1800	1780	1762	1620	1570	1023	0
Niveles	11	12	12	13	14	14	15	15	16	17	17	17	18	18	18	18	18	18
Distancia a superficie (m) (en rampa 10%)	1156	1307	1307	1458	1609	1609	1760	1760	1912	2063	2063	2063	2214	2214	2214	2214	2214	
Distancia a la planta (m) (superficie)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
Distancia al botadero (m) (superficie)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	
Distancia al botadero (m) (rampa – botadero 10%)	0	0	0	0	0	0	154	154	154	154	308	308	308	308	308	308	308	

Tabla 4: Distancias y tiempos referenciales para las distintas rutas de la mina → chancado

Las distancias están en metros y los tiempos en minutos

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Distancia a superficie (m) en rampa 10% (PALA 01)	1156	1307	1307	1458	1609	1609	1760	1760	1912	2063	2063	2063	2214	2214	2214	2214	2214
Tiempo (a una velocidad del camión 10km/hr)	6.9'	7.85'	7.85'	8.75'	9.65'	9.65'	10.6'	10.6'	11.6'	12.4'	12.4'	12.4'	13.3'	13.3'	13.3'	13.3'	13.3'
Distancia al chancado (m) en superficie	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Tiempo (a una velocidad del camión 40km/hr)	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'	0.75'
Total Distancia (m) (Ida-Chancadora)	1656	1807	1807	1958	1109	1109	2260	2260	2412	2563	2563	2563	2714	2714	2714	2714	2714
Total tiempo transporte (Ida - Chancadora)	7.65'	8.6'	8.6'	9.5'	10.4'	10.4'	11.35'	11.35'	12.35'	13.15'	13.15'	13.15'	14'	14'	14'	14'	14'
Tiempo de carga y descarga del material	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'
Total tiempo ciclo - ida	10.15'	11.1'	11.1'	12'	12.9'	12.9'	13.85'	13.85'	14.85'	15.65'	15.65'	15.65'	16.75'	16.75'	16.75'	16.75'	16.75'

Tabla 5: Distancias y tiempos referenciales para las distintas rutas de la mina

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Distancia en superficie a la mina (m)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Tiempo (a una velocidad del camión 50km/hr)	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'	0.6'
Distancia al nivel de Operaciones (PALA 01)	1156	1307	1307	1458	1609	1609	1760	1760	1912	2063	2063	2063	2214	2214	2214	2214	2214
Tiempo (a una velocidad del camión 40km/hr)	1.73'	1.96'	1.96'	2.19'	2.4'	2.4'	2.64'	2.64'	2.87'	3.1'	3.1'	3.1'	3.32'	3.32'	3.32'	3.32'	3.32'
Total Distancia (Regreso - Mina)	1656	1807	1807	1958	1109	1109	2260	2260	2412	2563	2563	2563	2714	2714	2714	2714	2714
Total tiempo ciclo - vuelta	2.33'	2.56'	2.56'	2.79'	3'	3'	3.24'	3.24'	3.47'	3.7'	3.7'	3.7'	3.92'	3.92'	3.92'	3.92'	3.92'

Tabla 6: Distancias y tiempos referenciales para las distintas rutas de la mina

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Distancia a superficie (m) en rampa 10% (PALA 02)	578	654	654	729	805	805	880	880	956	1032	1032	1032	1107	1107	1107	1107	1107
Tiempo (a una velocidad del camión 10km/hr)	6.9'	7.85'	7.85'	8.75'	9.65'	9.65'	10.6'	10.6'	11.6'	12.4'	12.4'	12.4'	13.3'	13.3'	13.3'	13.3'	13.3'
Distancia a Botadero (m) en superficie	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Tiempo (a una velocidad del camión 40km/hr)	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'	3.75'
Distancia en rampa 10% a Botadero	0	0	0	0	0	0	154	154	154	154	308	308	308	308	308	308	308
Tiempo (a una velocidad del camión 10km/hr)	0	0	0	0	0	0	0.92'	0.92'	0.92'	0.92'	1.85'	1.85'	1.85'	1.85'	1.85'	1.85'	1.85'
Tiempo de carga y descarga del material	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'	2.5'
Total Distancia (m) (Mina - botadero)	3078	3154	3154	3229	3305	3305	3534	3534	3610	3686	3840	3840	3915	3915	3915	3915	3915
Total tiempo ciclo - ida	13.15'	14.1'	14.1'	15'	15.9'	15.9'	17.77'	17.77'	18.77'	19.57'	20.5'	20.5'	21.4'	21.4'	21.4'	21.4'	21.4'

Tabla 7: Distancias y tiempos referenciales para las distintas rutas de la mina → botadero → mina

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Distancia en rampa a superficie 10%	0	0	0	0	0	0	154	154	154	154	308	308	308	308	308	308	308
Tiempo (a una velocidad del camión 40km/hr)	0	0	0	0	0	0	0.23'	0.23'	0.23'	0.23'	0.46'	0.46'	0.46'	0.46'	0.46'	0.46'	0.46'
Distancia en superficie de botadero a la mina	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Tiempo (a una velocidad del camión 50km/hr)	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'	3'
Distancia de superficie en rampa 10% a PALA 02	578	654	654	729	805	805	880	880	956	1032	1032	1032	1107	1107	1107	1107	1107
Tiempo (a una velocidad del camión 40km/hr)	0.87'	0.98'	0.98'	1.1'	1.21'	1.21'	1.32'	1.32'	1.43'	1.55'	1.55'	1.55'	1.66'	1.66'	1.66'	1.66'	1.66'
Total Distancia (m) (Botadero – Mina)	3078	3154	3154	3229	3305	3305	3534	3534	3610	3686	3840	3840	3915	3915	3915	3915	3915
Total tiempo ciclo - vuelta	3.87'	3.98'	3.98'	4.1'	4.21'	4.21'	4.55'	4.55'	4.66'	4.78'	5'	5'	5.12'	5.12'	5.12'	5.12'	5.12'

Las distancias están en metros y los tiempos en minutos

Mina ↔ Chancado y Mina → Botadero

Tabla 8: Resumen de los cuadros de los tiempos referenciales para las distintas rutas de la mina

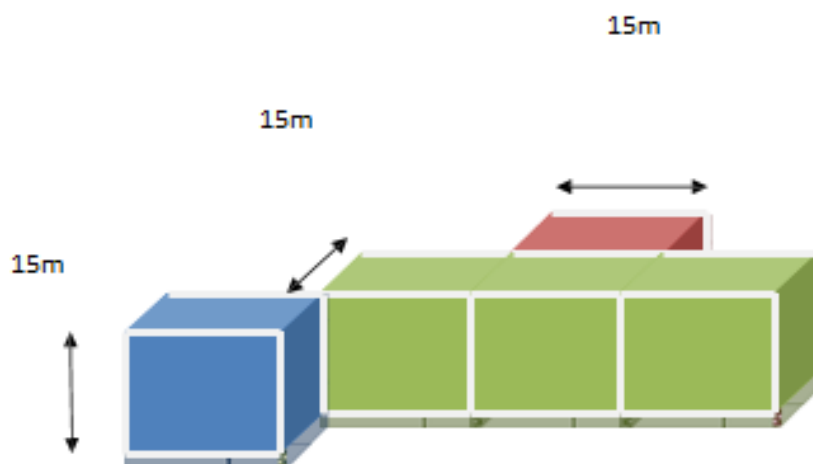
Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Total tiempo ciclo (Mina – Chancado)	10.2'	11.1'	11.1'	12'	13'	13'	13.9'	13.9'	14.9'	15.7'	15.7'	15.7'	16.8'	16.8'	16.8'	16.8'	16.8'
Total tiempo ciclo (Chancado – Mina)	2.4'	2.7'	2.6'	2.8'	3'	3'	3.3'	3.3'	3.5'	3.7'	3.7'	3.7'	4'	4'	4'	4'	4'
TIEMPO TOTAL #1	12.6'	13.8'	13.7'	14.8'	16'	16'	17.4'	17.4'	18.4'	19.4'	19.4'	19.4'	20.8'	20.8'	20.8'	20.8'	20.8'
Total tiempo ciclo (Mina – Botadero)	13.2'	14.1'	14.1'	15'	16'	16'	17.8'	17.8'	18.8'	19.6'	20.5'	20.5'	21.4'	21.4'	21.4'	21.4'	21.4'
Total tiempo ciclo (Botadero – Mina)	3.9'	4'	4'	4.1'	4.2'	4.2'	4.6'	4.6'	4.7'	4.8'	5'	5'	5.2'	5.2'	5.2'	5.2'	5.2'
TIEMPO TOTAL #2	17.1'	18.1'	18.1'	19.1'	20.2'	20.2'	22.4'	22.4'	23.5'	24.4'	25.5'	20.5'	26.6'	26.6'	26.6'	26.6'	26.6'

En el cuadro se puede apreciar los tiempos totales por año (aproximado) y por circuito que un camión puede recorrer a lo largo de la vida de la mina. Se conoce muy bien que estos tiempos pueden variar conforme las exploraciones en la mina continúan además de otros factores, pero para el presente trabajo se tomará como referencia estos tiempos aproximados para el cálculo de la flota de camiones.

3.5. VALORIZACIÓN DE LA MINA

Una vez que se tiene los costos anuales de la mina podemos obtener la utilidad de la misma ya sea mediante el cálculo del valor de cada bloque o por niveles que vendrían a ser los bancos. Todo bloque completo o casi en su totalidad posee una ley de mineral diferente a la de los otros bloques, para este tema de tesis no nos enfocaremos en la ley de cada bloque en particular porque sería muy engorroso y de mucho trabajo para el desarrollo sin mencionar que no es el tema de investigación. Se tomará entonces una ley promedio por cada año y de esta manera se calculará los costos, inversiones, utilidades, etc.

Figura 7: Diseño de los bloques



Se tiene como datos el número de años del proyecto, los bloques a extraer año por año (desmonte y mineral) y las leyes promedio por cada nivel y por año, vale subrayar que los bloques tienen un tamaño de $15 \times 15 \times 15 \text{ m}^3$ y se cuenta con 19753 bloques de mineral y unos 44 445 de desmonte. Cada bloque de mineral tiene como peso 10 125 ton y cada bloque de desmonte pesa 6 750 ton, con toda esta información se puede calcular el total de mineral a extraer por año.

En la Tabla 09 se muestra los años del proyecto, los bloques a mover por año, los niveles al que pertenecen, y las leyes por año.

(Las leyes de mineral están en porcentaje %)

Tabla 9: Leyes de Mineral

El bloque de mineral multiplicado por el peso y por la ley de mineral (%) nos da como resultado el total de mineral por cada bloque y por lo tanto el total por año y por nivel.

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Mineral (bloques)	1610	1640	1670	1680	1690	1750	1680	1480	1430	1390	1330	500	470	440	360	360	273	
Desmote (bloques)	3090	3101	3100	3600	3700	3800	3750	3512	3400	3240	3000	1300	1310	1322	1260	1210	750	
Nivel del Pit	11	12	12	13	14	14	15	15	16	17	17	17	18	18	18	18	18	
Leyes del mineral (%)	0.6	0.6	0.6	0.65	0.65	0.75	0.8	0.8	0.9	1	1	1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	

3.6. PRODUCCIÓN ANUAL DE MINERAL Y DESMONTE

Con la información del cuadro anterior podemos calcular la producción minera anual para el tiempo de vida de la mina.

AÑO 1

Se tiene 1610 bloques de mineral con un peso de 10 250 Tm cada uno, y con una ley de oro promedio de 0.6%, por lo tanto la producción será:

$$1\ 610 \times 10\ 250 \text{ ton} \times 0.6/100 = 97\ 808 \text{ ton de oro.}$$

Si la recuperación total del proceso es del 90%, entonces en el primer año de producción se obtendrá **88 027 Tm de oro** para la comercialización. De esta manera podemos calcular para cada año el total de toneladas a transportar y la producción en toneladas de oro como se indica en la Tabla 10.

Tabla 30: Producción de Oro en toneladas

Años	Bloques	Toneladas x bloque	Toneladas	Ley %	Recup %	Producción
1	1 610	10 250	16 502 500	0.6	0.9	88 027
2	1 640	10 250	16 810 000	0.6	0.9	89 667
3	1 670	10 250	17 117 500	0.6	0.9	91 307
4	1 680	10 250	17 220 000	0.65	0.9	99 509
5	1 690	10 250	17 322 500	0.65	0.9	100 101
6	1 750	10 250	17 937 500	0.75	0.9	119 602
7	1 680	10 250	17 220 000	0.8	0.9	122 472
8	1 480	10 250	15 170 000	0.8	0.9	107 892
9	1 430	10 250	14 657 500	0.9	0.9	117 278
10	1 390	10 250	14 247 500	1	0.9	126 664
11	1 330	10 250	13 632 500	1	0.9	121 196
12	500	10 250	5 125 000	1	0.9	45 563
13	470	10 250	4 817 500	1.2	0.9	51 395
14	440	10 250	4 510 000	1.2	0.9	48 114
15	360	10 250	3 690 000	1.2	0.9	39 366
16	360	10 250	3 690 000	1.3	0.9	42 647
17	273	10 250	2 798 250	1.3	0.9	32 340
Total	19 753					1 443 138

En la Tabla 11 se muestra los años, la cantidad de bloques de desmonte, las toneladas de cada uno y el cálculo de toneladas movidas de desmonte, con el fin de conocer el número de material a mover para cada año de la mina.

Tabla 11: Movimiento de desmante en toneladas

Años	Bloques	Toneladas x Bloques	Producción y Acarreo
1	3 090	6 750	20 857 500
2	3 101	6 750	20 931 750
3	3 100	6 750	20 925 000.
4	3 600	6 750	24 300 000
5	3 700	6 750	24 975 000
6	3 800	6 750	25 650 000
7	3 750	6 750	25 312 500
8	3 512	6 750	23 706 000
9	3 400	6 750	22 950 000
10	3 240	6 750	21 870 000
11	3 000	6 750	20 250 000
12	1 300	6 750	8 775 000
13	1 310	6 750	8 842 500
14	1 322	6 750	8 923 500
15	1 260	6 750	8 505 000
16	1 210	6 750	8 167 500
17	750	6 750	5 062 500
Total	44 445		300 003 750

Con la cantidad de toneladas calculadas de mineral y desmante podemos estimar el número de camiones a utilizarse en la operación.

3.7. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para realizar la evaluación económica debemos calcular los ingresos por ventas de oro refinado, los costos de operación y las inversiones para evaluar la rentabilidad del proyecto (Ver la Tabla 20).

En la Tabla 13 se muestra la evaluación económica del proyecto.

3.7.1. Ventas Anuales de Oro

Con la información obtenida podemos calcular las ventas anuales que tendrá la compañía minera a un precio de cut off de 1.4 S./lb o 3 086 S./ton, esta información se muestra en el Cuadro 12.

Tabla 12: Ventas de Oro a lo largo del proyecto (\$.)

Años	Producción	Precio s/oz	Ventas anuales s/
1	88 027	3 086	271 651 322
2	89 667	3 086	276 712 362
3	91 307	3 086	281 773 402
4	99 509	3 086	307 084 774
5	100 101	3 086	308 911 686
6	119 602	3 086	369 091 772
7	122 472	3 086	377 948 592
8	107 892	3 086	332 954 712
9	117 278	3 086	361 919 908
10	126 664	3 086	390 885 104
11	121 196	3 086	374 010 856
12	45 563	3 086	140 607 418
13	51 395	3 086	158 604 970
14	48 114	3 086	148 479 804
15	39 366	3 086	121 483 476
16	42 647	3 086	131 608 642
17	32 340	3 086	99 801 240
Total	1 443 138		S/. 4 453 530 040

En la actualidad, el precio del oro está por encima de los 3.00S/./lb, esto quiere decir que en realidad las ventas que aparecen en la Tabla están subvaloradas pero para efectos de la tesis se trabajará con este precio, es decir, con 1.4S/./lb.

3.7.2. Costos Asociados a la Producción Minera

Existen diferentes tipos de costos que incurren en una operación minera. Además hay varias maneras que pueden ser reportadas. Tres categorías de costos pueden ser: Costo de Capital, Costo Operativo y Costo General y Administrativo (G&A).

El costo de capital en este caso puede referirse a la inversión requerida por la mina y la planta. Los costos operativos pueden reflejarse en la perforación, voladura, etc. Normalmente estos costos son incurridos en S/./ton. El costo G&A puede ser cargado

anualmente y puede incluir uno o algunos de los siguientes puntos:

Supervisión de área;

- Supervisor de mina;
- Beneficio de empleados;
- Gastos de oficina en mina;
- Gastos de la oficina de gerencia;
- Bombas;
- Desarrollo de perforación;
- Seguros;
- Depreciación de la planta.

Los costos de capital y G&A pueden ser convertidos a S./ton al igual que el costo de operación, estos costos pueden convertirse en:

- Costo de propiedad;
- Costo de producción;
- Costos generales de administración.

El costo de operación puede verse a través de diferentes unidades de operación: Perforación, Voladura, Carguío, Transporte, Otros.

En la categoría de otros puede incluirse mantenimiento de vías, mantenimiento del botadero, bombeo, molienda, etc. Algunas minas incluyen los costos de mantenimiento juntos con el costo de operaciones, otros lo incluyen dentro de los costos de G&A.

3.7.3. Información de Costos Para el Proyecto de Tesis

1. Empresa minera
2. Geometría del pit
 - Profundidad del pit: 270m
 - Altura de banco: 15m
 - Angulo de cara de banco: 55°

- Ancho de berma: 26m
- Pendiente de rampa: 10%

3. Capacidad

- Mina: Mineral = 40 000 tpd

Desmante= 70000 tpd(aprox)

- Capacidad de molienda: 40 000 tpd Ley del Cu = 0.8%
(promedio)
Recuperación de mineral = Cu, Mo
Recuperación total durante el proceso: 90%
Ley de Oro al mercado: cátodos al 99.999%

4. Equipos en la Mina

- Carguío de mineral y desmante: 2 Palas P&H
- Transporte de mineral y desmante: 18 camiones CAT
- Otros

5. Voladura de Mineral y Desmante:

- Explosivos: Anfo, Anfo Alumizado
- Factor de poder mineral: (kg/ton) = 0.28
- Factor de poder desmante: (kg/ton) = 0.23
- Factor de llenado= 0.9%

6. Perforación en mineral y desmante

- Perforadoras = 2 DM-M3 Atlas Copco
- Diámetro de perforación 9 7/8" y 12 1/4"
- Tiempo de vida de la varilla: 97 000 m

7. Requerimientos de energía

- Demanda = 50 kWh/día

8. Personal	
• Mina	
○ Personal Staff	10
○ Operadores de equipos, y labor	100
○ Mecánicos y área de mantenimiento	<u>25</u>
Total de fuerza de trabajo de la mina	135
• Planta de procesamiento de mineral	
○ Personal Staff	25
○ Operadores (todas las	36
○ Personal de reparación y	<u>42</u>
Total de fuerza de trabajo de la planta	103
• Otros	
○ Personal de oficina	22
○ Almacén	<u>15</u>
Total otros	33
Total empleados	271

Tabla 13: Costos capitales y depreciaciones anuales para la maquinaria en mina

Operación	Nº	Costo Unitario	Costo Total	Vida (años)	Depreciación Anual
Perforación					
Atlas Copco DM-M3	2	2 000	4 000	10	400
Palas					
P&H 2300XPC Electric	2	15000	30000	20	1500
Mining Shovel					
Transporte					
Camiones CAT 789B	18	2 000	36000	10	3600
Mantenimiento del Pit					
Bulldozers CAT D10T	3	1 100	3300	7	330
Wheeldozer CAT 834H	2	850	1700	7	170
Cargadores CAT 994F	2	4 400	8800	0	880
Motoniveladoras CAT 16M	2	840	1680	10	168
Camiones CAT 777F	2	1 400	2800	10	280
Unidad Mantenimiento	1	100	100	10	10
Miscelánea					
Camionetas 4x4	8	30	240	6	24
Mini buses 9 pasajeros	6	40	240	6	24
Sistema de radio	1	20	20	6	2
Contingencias					

TOTAL			88 800		35 108
-------	--	--	--------	--	--------

Tabla 14: Programa de reemplazo de equipos y costos (Miles de soles)

Equipo 1	Nº	Año de reemplazo	Costo total (miles de S/.)
Camiones CAT 789B	18	Año 10	36000.00
Bulldozers CAT D10T	3	Años 7, 13	6600.00
Wheeldozers CAT 834H	2	Años 7, 13	3400.00
Camionetas 4x4	8	Años 6, 12	480.00
Mini buses 9 pasajeros	6	Años 6, 12	480.00
Sistema de Radio	1	Años 6, 12	40.00
Contingencias			
TOTAL			47000.00

Atlas Copco DM-M3	2	Año 10	4 000.00
Cargadores CAT 994F	2	Año 10	8 800.00
Motoniveladoras CAT 16M	2	Año 10	1 680.00
Camiones CAT 777F	2	Año 10	2 800.00
Unidad Mantenimiento	1	Año 10	100.00
TOTAL			S/. 17380.00

En la Tabla 15, se puede apreciar el costo que la empresa tiene que hacer por el reemplazo de equipo una vez llegado al término de la vida útil de la máquina. Los precios corresponden a la fecha actual por lo cual son referenciales ya que al momento de los reemplazos tendrán otros costos.

Tabla 15: Costos Operativos de Mina (Miles de Soles)

Operación unitaria	Costo por Categoría	S/./m	S/./hr.	S/./ton
Perforación	Drill Bits	0.5		
	Manteni, lub, repar	0.6		
	Supplies	0.8		
	Combustible	1		
	Labor	0.4		
Voladura	Nitratos, Emulsión, Anfo, Aluminio, etc			0.12
	Combustible, aceite			0.01
	Primers			0.012
	Primacord, deton, fulmin			0.027
	Labor			0.01
Carguío	Repar, manteni, supplies cost		100	
	Poder por		50	
	Lubricación cuchara		30	
	Labor		50	
Transporte	Costo de llantas cost		160	
	Reparación de llantas por		10	
	Repar, manteni camión		59	
	Combustible		1200	
	Aceite, grasa		20	
	Labor		250	
Equipos Auxiliares	Bulldozer materiales			0.07
	Wheeldozer supplies			0.06
	Cargador frontal reparaciones			0.07
	Motoniveladoras combustible			0.05
	Camiones de agua			0.04
	Labor			0.03
Perforación Voladura Secundaria				
				0.03

La distancia perforada por los taladros cada día es en promedio 2400m. El número de personas trabajando en mina es de 175.

El costo de mina es: 1.392 S./ton de material total por tonelada de mineral.

Tabla 16: Resumen de costos

Costos Operativos por tipo (promedio)	Mensual	Anual
Reemplazo de partes	S/. 2 700 728	
Soporte de servicios	S/. 2 914 663	
Combustible y lubricantes	S/. 1 179 738	
Consumibles	S/. 1 609 534	
Agua	S/. 700 000	
Contratas	S/. 2 740 012	
Llantas	S/. 280 735	
Productos químicos	S/. 576 805	
Explosivos	S/. 708 882	
Sueldos	S/. 3 000 673	
Energía	S/. 3 598 830	
Costo total de operación	S/. 20 010 600	S/. 240 millones
Costo Operativo por Área (promedio)	Mensual	Anual
Operaciones Mina	S/. 4 593 600	
Procesamiento de mineral	S/. 8 244 500	
Ingeniería y servicios técnicos	S/. 1 500 000	
HR y comunicaciones	S/. 1 143 500	
Gerencia general	S/. 300 000	
Mejoramiento de negocio	S/. 250 000	
Proyectos especiales	S/. 2 250 000	
Otros	S/. 1 729 000	
Costo total de operación	S/. 20 010 600	S/. 240 millones
Costo de Venta (promedio)		
Transporte del cátodo	S/. 256 500	
Carga – envíos	S/. 755 500	
Cargos de venta	S/. 250 000	
Costo total de venta	S/. 1 262 000	S/. 15 millones

Se tomó para estos costos una producción diaria de 110 000 ton (40 000 mineral y 70 000 desmonte).

Tabla 17: Costo total de Producción (En soles)

Costo de Operación	S/. 20 010 600.00
Gastos de Ventas	S/. 1 262 000.00
Gastos administrativos 10%	S/. 2 001 060.00
Costo de Producción/mes	S/. 23 273 660.00
Costo de Producción año	S/. 279 283 920.00
Producción de mineral y desmonte anual	40 150 000. ton
Costo Unitario (S/./ton)	S/. 6.96

La Tabla 18 muestra el costo de producción anual y el costo unitario para las operaciones de la mina.

La Tabla 18 se puede apreciar los costos de capital en que incurrirá la mina para el inicio de sus operaciones.

Tabla 18: Costos de Capital (En soles)

Planta de Procesamiento	S/. 200 000 000
Equipos	88 800 000
Caminos en Mina	4 000 000
Trabajos de pre-producción	4 200 000
Construcciones	0
Sistemas eléctricos	421 000
Capital de explotación	12 000 000
Ingeniería y gerencia	22 500 000
Contingencias	14 600 000
Costo total de capital	S/. 346 521 000

Todos los costos operativos en la mina fueron llevados a S/./ton para poder calcular el total de costos de las áreas de mina.

Tabla 19: EVALUACIÓN ECONÓMICA (en miles de soles)

Año			0	1	2	3	4	5	6	7	8
Descripción	Und										
Reservas (millones de Ton):	TM	200									
Produccion de mineral (Ton) x 1000	TM			16,503	16,810	17,118	17,220	17,323	17,938	17,220	15,170
Ingreso por ventas (x1000)	S/.			271,651	276,712	281,773	307,085	308,912	369,092	377,949	332,955
Renta Bruta x 1000	S/.			271,651	276,712	281,773	307,085	308,912	369,092	377,949	332,955
-Royalty x 1000	S/.			0	0	0	0	0	0	0	0
Renta Neta x 1000	S/.			271,651	276,712	281,773	307,085	308,912	369,092	377,949	332,955
-Costo de Produccion x 1000	S/.			-114,792	116,931	-119,070	-119,783	-120,496	-124,773	-119,783	-105,523
-Depreciacion x 1000	S/.			-9,636	-9,636	-9,636	-9,636	-9,636	-9,636	-9,552	-8,838
-Amortizacion x 1000	S/.			-17,252	-17,252	-17,252	-17,252	-17,252	-17,252	-17,252	-17,252
Renta Imponible	S/.			129,972	132,894	135,816	160,415	161,529	217,431	231,362	201,342
-Impuesto a la renta 30%	S/.			-38,992	-39,868	-40,745	-48,124	-48,459	-65,229	-69,409	-60,403
Ingreso Neto	S/.			90,981	93,026	95,071	112,290	113,070	152,202	161,953	140,940
+Depreciacion x 1000	S/.			9,636	9,636	9,636	9,636	9,636	9,636	9,552	8,838
+Amortizacion x 1000	S/.			17,252	17,252	17,252	17,252	17,252	17,252	17,252	17,252
-Inversion x 1000			-366,601	0	0	-2,000	-2,000	-2,000	-3,000	-10,000	0
Flujo de Caja:	S/.		-366,601	117,868	119,913	119,959	137,178	137,958	176,089	178,757	167,029

VAN	
@12%: S/596,342	x 1000

Tabla 20: EVALUACIÓN ECONÓMICA (en miles de soles)

Año		9	10	11	12	13	14	15	16	17	Total
Descripción	Und										
Reservas (millones de Ton):	TM										
Produccion de mineral (Ton) x 1000	TM	14,658	14,248	13,633	5,125	4,818	4,510	3,690	3,690	2,798	202,468
Ingreso por ventas (x1000)	S/.	361,920	390,885	374,011	140,607	158,605	148,480	121,483	131,609	99,801	4,453,530
Renta Bruta x 1000	S/.	361,920	390,885	374,011	140,607	158,605	148,480	121,483	131,609	99,801	4,453,530
-Royalty x 1000	S/.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Renta Neta x 1000	S/./TM	361,920	390,885	374,011	140,607	158,605	148,480	121,483	131,609	99,801	4,453,530
-Costo de Produccion x 1000		-101,958	-99,106	-94,828	-35,650	-33,511	-31,372	-25,668	-25,668	-19,465	1,408,372
-Depreciacion x 1000	S/.	-8,838	-8,438	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-1,500	-6,000	-108,480
-Amortizacion x 1000	S/.	-17,252	-17,252	-17,252	-17,252	-17,252	-17,252	-17,252	-17,252	-17,252	-293,281
Renta Imponible	S/.	233,872	266,089	260,431	86,206	106,343	98,356	77,064	87,189	57,085	2,643,397
-Impuesto a la renta 30%	S/.	-70,162	-79,827	-78,129	-25,862	-31,903	-29,507	-23,119	-26,157	-17,125	-793,019
Ingreso Neto	S/.	163,711	186,263	182,302	60,344	74,440	68,849	53,945	61,032	39,959	1,850,378
+Depreciacion x 1000	S/.	8,838	8,438	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	6,000	108,480
+Amortizacion x 1000	S/.	17,252	17,252	17,252	17,252	17,252	17,252	17,252	17,252	17,252	293,281
-Inversion x 1000		0	-41,280	0	-1,000	-10,000	0	0	0	0	-71,280
Flujo de Caja:	S/.	189,800	170,672	201,054	78,096	83,192	87,601	72,697	79,784	63,211	2,180,859

TIR **36%**
VAN
@12%: **S/.596,342** **x 1000**

3.8. SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CARGUIO Y ACARREO

Una vez que se ha elaborado el planeamiento de minado con el programa de producción y desbroce por años, se procede a calcular la flota de camiones que serán cargados por cada una de las dos palas P&H 2300.

Aquí cabe resaltar que el presente proyecto es la continuación de la operación actual, se estimará el número óptimo de camiones que trabajarán con cada una de las dos palas las cuales trabajarán en dos frentes distanciados 1000m uno del otro y estarán prácticamente cautivas en sus respectivas áreas de trabajo.

Para el cálculo del número de camiones, se mantendrán factores técnicos como tipo de material a ser transportado, gradiente de la rampa, radio de curvatura, resistencia a la rodadura, factor de esponjamiento y altitud. La variable principal que cambiará debido a la distancia mayor por la profundización es el tiempo de acarreo y retorno hacia y desde el botadero y planta de tratamiento, manteniéndose los otros tiempos del ciclo de trabajo similares a las condiciones actuales; por lo tanto la única diferencia sería el perfil del acarreo para la nueva operación. Bajo este esquema se estimará el cambio en el tiempo de viaje de acarreo y retorno.

3.9. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CAMIONES REQUERIDOS PARA LA PRODUCCIÓN Y ACARREO DE DESMONTE

Parámetros de operación

Producción diaria requerida

Producción de mineral: 42,000 TM/día

Desbroce de desmonte: 61,000

TM/día(promedio)

Total Mineral y desmonte: 102,000 TM/día (promedio)

Actualmente se trabajan 2 guardias por día, de 12 horas cada una y con una eficiencia de 83% se tendrían 20 horas por día.

Porcentaje de esponjamiento que se ha considerado:

- 30% para desmonte
- 20% para mineral

A continuación se mencionan algunos criterios que se han considerado para la selección del equipo adecuado:

- Resistencia a la rodadura (RR): se ha tomado de acuerdo al libro Caterpillar
- Resistencia total: es la suma de todas las resistencias.
- Efecto de altitud: debido a que las operaciones se encuentran en promedio a 3,500 msnm, se ha considerado el factor de 0.86 para los camiones 789C.
- Factor de llenado del camión: 90%
- Numero de pases: de acuerdo a la combinación pala, camión se tiene 4 pases para el cargado de los camiones con mineral.

Con esta información se procederá a estimar el número de camiones requeridos.

3.10. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CAMIONES

El cálculo de la flota de camiones se explicará para el primer año de trabajo en la mina, en el cuadro 5.7 se muestra el resumen para los 17 años de producción.

El primer paso es hacer el cálculo de los tiempos de ciclo para los camiones tanto a botadero como a planta. Para este fin con la información de los cuadros del capítulo3 (operaciones mineras) se calcula los tiempos de ciclo para mineral como se muestra en las Figuras 08 y 09 y para desmonte como se muestra en las Figuras 10 y 11.

Figura 8: Acarreo de Mineral Mina → Planta (CATERPILAR 2000)

LONGITUD (m)	150	1156	500
RR (KG/TON)	100	40	100
PENDIENTE	0%	10%	0%
PEND. EFECT	10%	4%	10%
PEND TOTAL	10%	14%	10%
	1a	1a	4a
VELOCIDAD (KPH)	11	10	11
VELOCIDAD CORREGIDA(KPH)	10	9	10
TIEMPO (min)	0.9	7.7	3.0
TIEMPO TOTAL DE CARGUIO	11.6		min
VELOCIDAD PROMEDIO	9.34		KPH

Figura 09: Acarreo de Mineral Planta → Mina (CATARPILAR 2000)

LONGITUD (m)	500	1156	150
RR (KG/TON)	100	40	100
PENDIENTE	0%	10%	0%
PEND. EFECT	10%	4%	10%
PEND TOTAL	10%	6%	10%
	4a	6a	4a
VELOCIDAD (KPH)	28	55	28
VELOCIDAD CORREGIDA(KPH)	27	40	27
TIEMPO (min)	1.1	1.7	0.3

TIEMPO TOTAL DE CARGUIO **3.2 min**
 VELOCIDAD PROMEDIO **34.09 KPH**

Figura 10: Acarreo de Mineral Mina → Botadero (CATAPILAR 2000)

LONGITUD (m)	150	578	2500	0
RR (KG/TON)	100	40	100	40
PENDIENTE	0%	10%	0%	10%
PEND. EFECT	10%	4%	10%	4%
PEND TOTAL	10%	14%	10%	14%
	1a	1a	4a	1a
VELOCIDAD (KPH)	11	10	11	10
VELOCIDAD CORREGIDA(KPH)	10	9	10	9
TIEMPO (min)	0.9	3.9	15.0	0.0
TIEMPO TOTAL DE CARGUIO	19.8 min			
VELOCIDAD PROMEDIO	9.80 KPH			

Figura 11: Acarreo de Mineral Botadero → Mina (CATARPILAR 2000)

LONGITUD (m)	0	2500	578	150
RR (KG/TON)	100	40	40	100
PENDIENTE	10%	0%	10%	0%
PEND. EFECT	10%	4%	4%	10%
PEND TOTAL	0%	4%	6%	10%
	4a	6a	6a	4a
VELOCIDAD (KPH)	28	55	55	28
VELOCIDAD CORREGIDA(KPH)	27	40	40	27
TIEMPO (min)	0.0	3.8	0.9	0.3
TIEMPO TOTAL DE CARGUIO	5.0	min		
VELOCIDAD PROMEDIO	39.12	KPH		

Una vez que se ha calculado los tiempos de acarreo para la operación en mina se debe calcular los tiempos totales de ciclo. Para esto, se tiene como información los números de hora a trabajar durante el día, la producción diaria, los tiempos de carguío, acarreo y retorno cumpliendo el ciclo del transporte para cada camión como se puede apreciar las Tablas para el desmote y en la Tabla 21 para el mineral.

Tabla 21: Tiempo de carguío, acarreo y retorno – ciclo de desmote

Número de guardias/día	2			
Número de horas/guardia	10			
Número de horas por día	20			
Producción diaria	61000	fecha:	24/07/2012	
Nombre: Operación:	MVI	Dirección:	AQP	
Modelo de camión:	TESIS	Producción requerida: Capacidad de carga:	3050 ton/hora	
	789C		137 yd cu	177 ton
Matenal:	DESMONTE	Yardas in situ: Yardas sueltas:	3351 lbs	
factor de esponjamiento:	0.77		2578 lbs	
Carga del camión por ciclo: Tipo de unidad de carguío:	137.0 yd3 sueltas	Yd3 de banco: Tamaño de cuchara:	105.4	Ubras: 396,586

	P&H2300		33.03 YD3	No pase
Condiciones de carguío:	Promedio	Prod.de carguío (aprox):	3003 ton/hora	
A TIEMPO DE CARGUIO		5.0 pases a	5.0 pases	0.5 min c/u
Altitud		5.0 pases x 0.5 min/pase 3500 msnm		
Tramo	Long(m)	RR	Pend	Pase
A	150	10Y0	0Y0	1a
B	578	4"-	10Y0	1a
C	2500	10Y0	oro	4a
D	0	4"-	10Y0	1a
B TIEMPO DE ACARREO			TTotal de	
acarreo:				
Longitud total de acarreo cargado:		3228 metros		
Tramo	Long(m)	RR	Pend	Pase
D	0	4".	-10Y0	4a
C	2500	10Y0	0%	4a
B	578	4"-	-10%	6a
A	ISO	10%	0%	4a

Tabla 22: Tiempo de carguío, acarreo y retorno – ciclo de mineral

Número de guardias/día	2				
Numero de horas/guardia	10				
Número de horas por día	20				
Producción diaria	42000	Fecna:	24/07/2012		
Nombre: Operación:	MVI TESIS	Dirección: Producción requerida:	AQP 2100 ton/hora		
Modelo de camión: Material: factor de esponjamiento:	789C MINERAL 0.83	Capacidad de carga: Yardas In situ: Yardas sueltas:	137 yd cu 5026 lbs 4189 lbs	177 ton	
Carga del camión por ciclo: Tipo de unidad de carguío:	137.0 yd3 sueltas P&H2300	Yd3 de banco: Tamaño de cuchara:	114.17 33.03 VD3	Ubras: 396,586 No pase	4
Condiciones de carguío:	Promedio	Prod.de (carguío (aprox):	4337.8 ton/nora		

A TIEMPO DE CARGUIO 4 pases a 0.5 min c/u
 4.0 pases x 0.5 pases Tiempo de carguío: 2.00 min
 Altitud 3500m

Tramo	Long(m)	RR	Pend	Pase	veloc max	T acarreo	
A	150	11m	1m	1a	10	0.90	min
B	1156	4"-	11m	1a	9	7.71	min
C	500	11m	0%	4a	10	3.00	min

B TIEMPO DE ACARREO Tiempo Total de acarreo 11.6 min
 longitud total de acarreo cargado 1806 metros

Tramo	long(m)	RR	Peod	Pase	velocmax	Tretomo
C	500	10%	0%	4a	27	1.11
B	1156	4%	-10%	6a	40	1.73
A	150	10%	0%	4a	27	0.33

C TIEMPO DE RETORNO Tiempo Total de retorno 3.2 min

Con estos tiempos de ciclo calculados tanto para mineral y desmonte se puede hacer el cálculo del número de camiones para la operación, además, se hará una simulación para ver la utilización de la pala para el número de camiones que tendrá a su cargo.

Una vez que se tienen los ciclos para mineral y desmonte se calcula el tiempo de carguío de la pala a los camiones. Para obtener el cálculo del tiempo de carguío se ha estimado el ciclo de trabajo de la pala P&H2300 y el número de pases utilizados para el carguío tal como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23: Rendimiento de la pala P&H 2300

El ciclo de trabajo de los camiones para desmonte y mineral se muestra

RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE CARGUIO	DESMONTE	MINERAL
CAPACIDAD	33 YD3	33 YD3
FACTOR DE LLENADO DE CUCHARA	90%	80%
PESO EN TON/YARDAS CUBICAS SUELTAS	1.17 TON/YD3	1.90 TON/YD3
EFICIENCIA OPERATIVA	80%	80%
FACTOR DE GIRO	90%	90%
CICLO DE TRABAJO	30 SEG	30 SEG
TON/PASADA	27.81	40.16
TON/HORA	3,003	4,338
NUMERO DE PASES	5	4

En las Tablas 24 y 25 con una distancia de 1806 m y 3228 m para el acarreo de mineral y desmonte respectivamente en el año 1 de producción, dicho ciclo aumenta si la distancia de acarreo aumenta. Estos cuadros mostrarán el tiempo que se demora un camión en recorrer el camino desde que llega a la pala hasta que regresa a ella (un ciclo).

Tabla 24: Ciclo de trabajo de los camiones para desmote

Item	Descripción	Abrv	Unid	Cant.
1	Tiempo de acomodo a la pala	TAP	min	1.50
2	Tiempo de carguío del camión	TCC	min	2.50
3	Tiempo de viaje cargado	TVC	min	19.75
4	Tiempo de acomodo en el descargue	TAD	min	0.50
5	Tiempo de descargue	TDD	min	1.20
6	Tiempo de retorno (vacío)	TDR	min	4.95
7	Tiempo demora prom. del ciclo de acarreo	DPC	min	0.60
CTC	CTP+TAP+TCC+TDC+TAD+TDD+TDR+DPC		min	31.00

Para el año 1- Desmote

El tiempo de ciclo para el desmote es de 31 min por cada camión esto significa que por hora se tiene:

$$60\text{min}/31\text{min} = 1.93 \text{ ciclos para el desmote.}$$

Si cada camión puede transportar 177TM, y sabiendo que la producción de desmote para este año es de 61000 Ton/dia y se trabaja un promedio de 20 horas se tiene:

$$1.93 \text{ ciclos} \times 175 \text{ ton(promedio)} \times 10 \text{ camiones} \times 20 \text{ horas} = 67\,700 \text{ ton/dia}$$

Esta cantidad de camiones cumple con la producción diaria de desmote.

Tabla 25: Ciclo de trabajo de los camiones para mineral

Item	Descripción	Abrv	Unid	Cant.
1	tiempo de acomodo a la pala	TAP	min	1.50
2	Tiempo de carguío del camión	TCC	min	2.00
3	Tiempo de viaje cargado	TVC	min	11.61
4	Tiempo de acomodo en el descargue	TAD	min	0.50
5	Tiempo de descargue	TDD	min	1.20
6	Tiempo de retorno (vacio)	TDR	min	3.18
7	Tiempo demora prom. del ciclo de acarreo	DPC	min	0.60
CTC	CTP+TAP+TCC+TDC+TAD+TDD+TDR+DPC		min	20.59

Para el año 1 – Mineral

El tiempo de ciclo para el mineral es de 20.59 min por cada camión esto significa que por hora se tiene:

$$60\text{min}/20.59\text{min} = 2.91 \text{ ciclos para el mineral.}$$

Si cada camión puede transportar 177TM, y sabiendo que la producción de desmonte para este año es de 42000 Ton/día y se trabaja un promedio de 20 horas se tiene:

$$2.91 \text{ ciclos} \times 175\text{ton}(\text{promedio}) \times 5\text{camiones} \times 20 \text{ horas} = 51 \text{ 000 ton/dia}$$

Esta cantidad de camiones cumple con la producción diaria de mineral. Para el primer año de trabajo se necesitará 15 camiones, sin embargo, a este número se debe de agregar un 15% más ya que los camiones necesitan estar en mantenimiento, cargando petróleo, etc. El 15% asegura que 15 camiones siempre estarán en la mina trabajando, con lo que el nuevo **número de camiones será de 18.**

Este número inicial de camiones se incrementará conforme se profundice la explotación debido a la mayor distancia de acarreo por incremento de la rampa y mayor distancia hacia el botadero, hasta alcanzar a 15 camiones

para desmote y 10 camiones para mineral que suman 25 camiones, se puede apreciar el número de camiones para todos los años en las Tablas 26 y 27.

En la Figura 20 se puede observar la producción anual tanto de mineral como de desmote para todos los años de la mina, el planeamiento de la explotación fue definida como se muestra a continuación por medio de fases.

Figura 12: Cuadro de Producción Anual de Mineral y Desmote

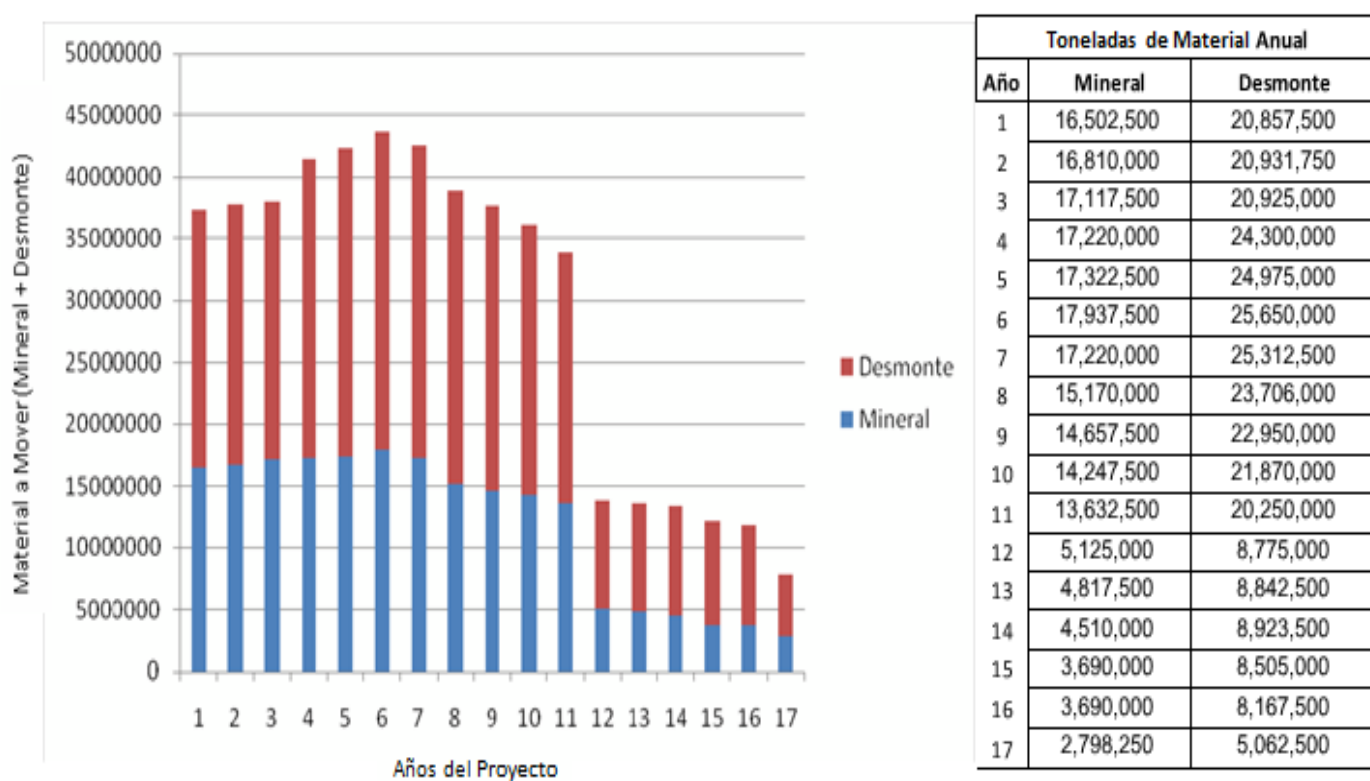


Tabla 26: Número de Camiones para Mineral

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Distancia 1	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia 2	1156	1307	1307	1458	1609	1609	1760	1760	1912	2063	2063	2063	2214	2214	2214	2214	2214
Distancia 3	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Distancia Total	1656	1807	1807	1958	2109	2109	2260	2260	2412	2563	2563	2563	2714	2714	2714	2714	2714
Tiempo de ida	10.61	12.6	12.6	13.6	14.6	14.6	15.6	15.6	16.6	17.7	17.7	17.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7
Tiempo de vuelta	3.18	3.4	3.4	3.6	3.9	3.9	4.1	4.1	4.3	4.5	4.5	4.5	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Numero de camiones	6	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10	8	7	7	7	7	6

Tabla 27: Número de Camiones para Desmonte

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Distancia 1	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Distancia 2	578	654	654	729	805	805	880	880	956	1032	1032	1032	1107	1107	1107	1107	1107
Distancia 3	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Distancia 4	0	0	0	0	0	0	154	154	154	154	308	308	308	308	308	308	308
Distancia Total	3078	3154	3154	3229	3305	3305	3534	3534	3610	3686	3840	3840	3915	3915	3915	3915	3915
Tiempo de ida	19.75	20.3	20.3	20.8	21.3	21.3	22.8	22.8	23.3	23.8	24.8	24.8	25.3	25.3	25.3	25.3	25.3
Tiempo de vuelta	4.75	5.1	5.1	5.2	5.3	5.3	5.7	5.7	5.9	6.0	6.3	6.3	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
Numero de camiones	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14	15	11	10	10	10	10	8

Total camiones	18	19	19	20	21	21	23	23	23	24	25	19	17	17	17	17	14
-----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

IV. DISCUSIÓN:

Actualmente la empresa Mineratiene una flota de 10 camiones constantes, pero esta flota tiene problemas cuando alguno de ellos tiene problemas de mantenimiento o de averías, lo que disminuye la cantidad de tm a acarrear, causando problemas de retraso en el acarreo, al generar nueva propuesta se va a evaluar la cantidad necesaria de camiones a necesitar tanto para el traslado de mineral como para el desmonte en cada uno de los 25 años necesarios para el tajo abierto.

Los costos de uso de camiones y los costos de pala inmovilizada son los más representativos de la operación, estos han sido evaluados desde el tiempo de días hasta luego considerar cada año, lo que por la distancia del tajo va a variar la cantidad de toneladas a acarrear lo que índice directamente en costos que deben ser evaluado y comparados para que nuestra propuesta sea considerada.

Por lo que a hacer los cálculos respectivos basados en la proyección de toneladas a recoger por ejemplo en el año 1 teniendo 10 camiones no se va poder acarrear.

Los costos considerados las condiciones actuales tiene un problema, que por la cantidad de vehículos se va a quedar material para acarrear al día siguiente, pero en el día se tendrá horas paralizadas de la pala lo que acarrea un costo de S/.34 716 480(100%) al año, pero con el análisis de camiones necesarios para cada año se tiene dos cosas a mejorar: cantidad de vehículos que cubren el trasladado de toneladas a acarrear y se tiene en actividad a la pala eliminado la horas ociosas, entonces al analizar los costos entre la cantidad de vehículos adicionales en comparación con los costos de la pala ociosa se tiene un ahorro de S/. 1 193 280 al año(3%) .

Entonces tener una programación basados en cálculos más confiables de acarreo de material tanto de mineral y desmonte, genera dos oportunidades de control a la empresa:

- a) Tener una programación en la cual se puede controlar la secuencia de carga y descarga, así como la cantidad de toneladas a acarrear en cada una de los niveles de tajo abierto.
- b) El costo a tener generado por una mejor opción de control, considerando que la flota también debe tener mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

Entonces la propuesta generada por el estudio tiene una base científica considerando diversos aspectos y dentro de los cuales la parte económica respalda la decisión, dado que la empresa generaría ahorros significativos.

Tabla 28 Costos de Carguío y Acarreo

	Costo de Carguío y Acarreo (S/.)	Costo de Carguío y Acarreo %
Antes de la mejora	S/. 34,716,480.00	100%
Propuesto	S/. 33,523,200.00	97%
Ahorro	S/. 1,193,280.00	3%

Figura 13 Costo de Carguío y Acarreo (S/)

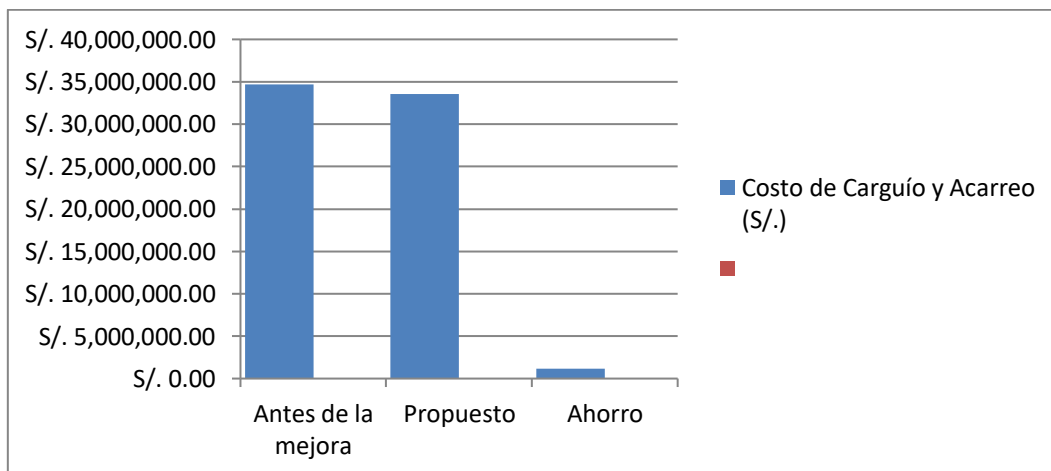


Figura 14 Costo de Carguío y Acarreo (%)

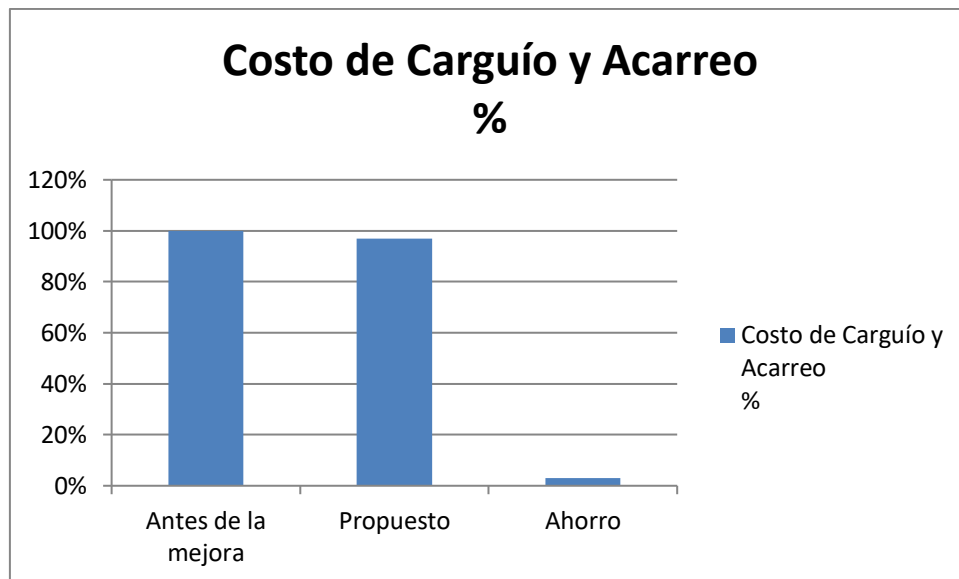


Tabla 29 Tonelaje de Material Desmante

Meta Actual de Desmante tn/día	Toneladas Cargadas por día	Toneladas no cargadas
61000	33870.9677	27129.0323

Figura 15 Tonelaje de Material de Desmante antes la Mejora

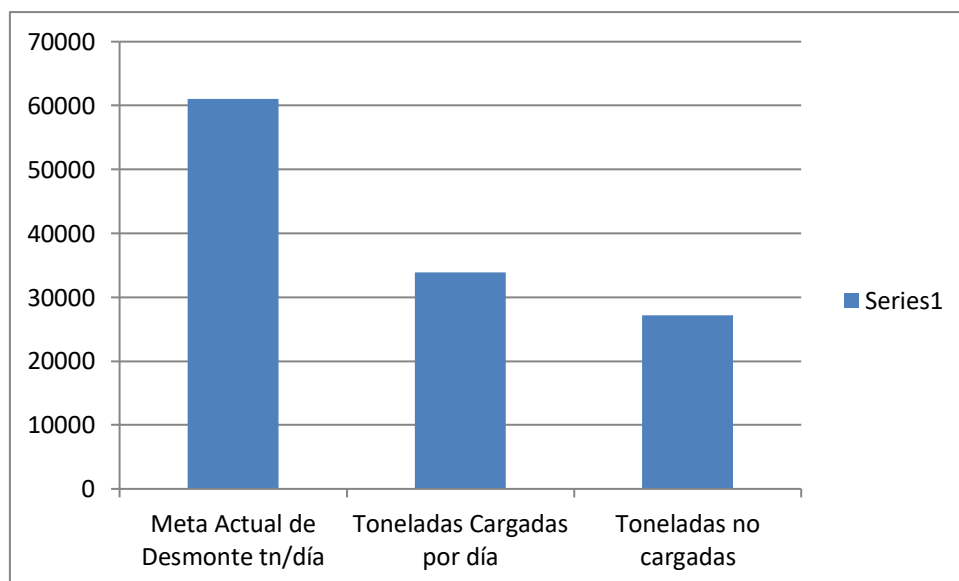


Tabla 30 Tonelaje de Material Desmorte %

	Material de Desmorte (tn/día.)	Material de Desmorte %
Antes de la mejora	61000	100%
Propuesto	67742	111%
Aumento de material	6742	11%

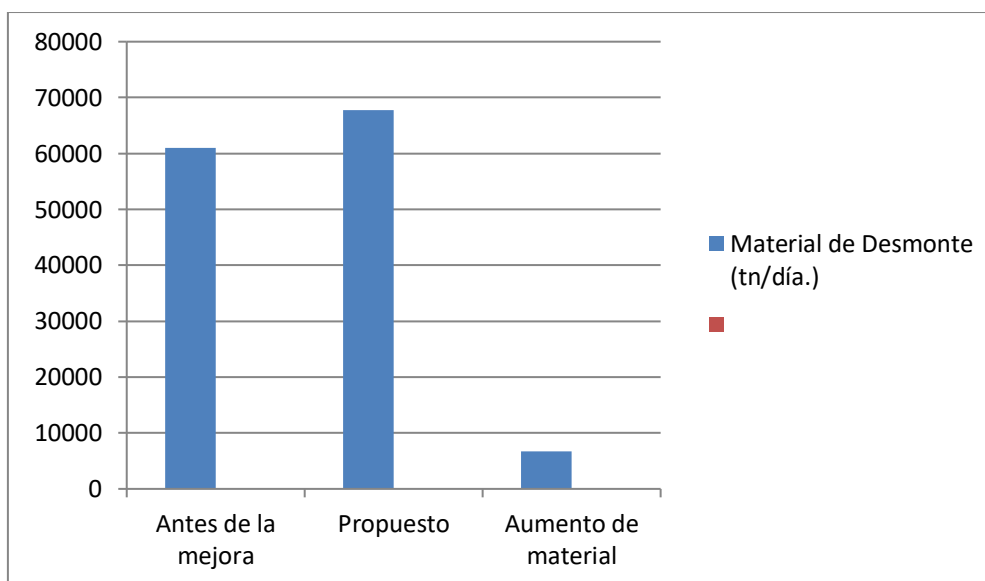
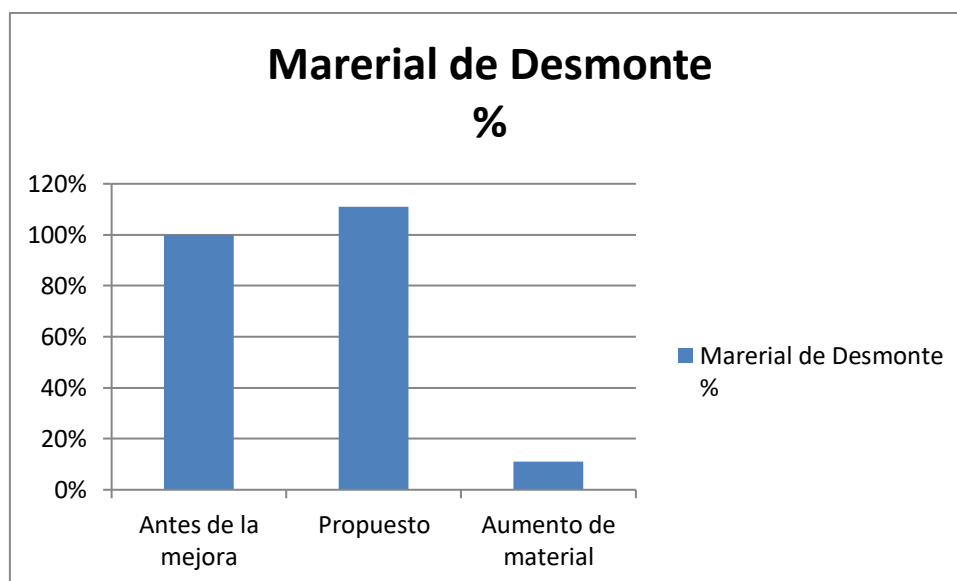
Figura 16 Tonelaje de Material de Desmorte Después de la Mejora


Figura 17 Tonelaje de Material de Desmonte Después de la Mejora en %



V. CONCLUSIONES:

Las conclusiones que se desprenden del desarrollo de este tema de tesis son las siguientes:

1. Los costos actuales del proceso de carguío y acarreo **S/. 34, 716,480.00 (100%)** y con la propuesta de aumentar los camiones en el proceso de carguío va disminuir a **S/. 33, 523, 200.00 (97%)** con lo que genera una reducción significativa de **S/. 1, 193, 280.00 (3%)**.
2. Las toneladas actuales de desmonte son **61,000.00 Tm/día (100%)** y con el nuevo sistema propuesto son **67,742.00 Tm/día (111%)** con lo que genera un aumento significativo de material de **6,742.00 Tm/día (11%)**.
3. El cálculo correcto de la flota de camiones, ayuda a mantener en óptimas condiciones la relación soles/tn para el costo de operaciones mina.
4. El programa de optimización calcula que el número de camiones fuera menor al que se necesita entonces la pala tendría tiempos muertos y el costo por tener la pala sin trabajar es muy elevado.
5. El costo de un camión es de 582 soles/hr, si se tiene un exceso de camiones existirán tiempos muertos ya que tendrían que esperar que se libere la pala.
6. El costo por hora de la pala es de 1204 S/./hr aproximadamente, entonces es necesario contar con el número adecuado de camiones para cumplir con la producción y que la pala esté el menor tiempo inactiva.

Las variables que se utilizan en la presente tesis son cercanas a la realidad y pueden ser mejoradas o cambiadas para el mejor desempeño de los cálculos.

Los costos comparativos generan un ahorro de S/. 1 193 280 en el primer año lo que genera un 3% de ahorro. Este ahorro da una idea de la ventaja de la propuesta de modificar la cantidad de

camiones año a año dependiendo de la cantidad de material a acarrear. factibilidad de la mina sirviendo para el cálculo del número de camiones, en la actualidad existen programas que ayudan a calcular este número, pero se desconoce el modo en el que trabaja internamente. Respecto al Dispatch, es sumamente útil para la gestión de la operación en la mina pero únicamente funciona cuando la operación está en marcha.

VI. RECOMENDACIONES:

- ✓ El área de carguío y acarreo a fin de reducir los costos operativos de la extracción del oro en la empres minera
- ✓ En posteriores investigaciones se recomienda, tener un mejor control en los estándares de las operaciones en el área de carguío y acarreo para seguir minimizando los costos que se generan en la empresa miner
- ✓ La presente investigación también puede ser recomienda incluir KPI (KEY PERFORMANCE INDICATOR), para un mejor control en dicha área.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Codelcoeduca.cl. 2012.**
<https://www.codelcoeduca.cl/proceso/extraccion/t-sistemas.html>. [En línea] 2012. [Citado el: 26 de agosto de 2012.]
<https://www.codelcoeduca.cl/proceso/extraccion/t-sistemas.html>.
- **Ingenieroenminas. 1012.** ingenieromonas.com. [En línea] 1012. [Citado el: 21 de Setiembre de 2012.] <http://www.ingenieroenminas.com>.
- **Ingenieroenminas.com. 2012.**
<http://ingenieroenminas.com/categoria/recursos-didacticos/apuntes/disen-y-operaciones-de-minas-a-cielo-abierto/>. [En línea] 2012. [Citado el: 16 de setiembre de 2012.]
<http://ingenieroenminas.com/categoria/recursos-didacticos/apuntes/disen-y-operaciones-de-minas-a-cielo-abierto/>.
- **Maxera Bedon, Carlos. 2005.** *Aplicacion de la simulacion para la optimizacion del acarreo de mineral.* lima : s.n., 2005.
- **Meza Castro, Josue. 2011.** *Desarrollo de un modelo para la aplicacion de simulacion a un sisitema de carguio y acarreo de desmonte en una operacion minera atajo abierto.* lima : s.n., 2011.
- **Oloya Bobadilla, Salomon. 2010.** *Extraccion de oro en mina a tajo abierto lagunas norte.* trujillo : s.n., 2010.
- **Ortiz, Julian. 2008.** *Generalidades acerca del manejo de minerales.* lima : s.n., 2008.
- **Ortiz, julian. 2008.** *Perforacion por rotacion acerca del manejo de minerales.* lima : s.n., 2008.
- **Rojas Cornejo, Mariana. 2009.** *Descripcion cuantitativa de los procesos de extraccion y reduccion de mineral en la mineria de cobre a cielo abierto.* Santiago de Chile : s.n., 2009.
- **Rosales, angel. —. 2011.** *Estandarizacion de los tiempos del sistema de manejo de mineral en la planta de concentracion de mineral.* Piar estado de Bolivar : s.n., 2011.
- **Rosales, Jose. 2006.** *Elemento de micro economia.* lima : s.n., 2006.
- **Scribd.com. 2012.** <http://es.scribd.com/doc/36329802/CARGUIO-Y-TRANSPORTE>. [En línea] 2012. [Citado el: 25 de setiembre de 2012.]
<http://es.scribd.com/doc/36329802/CARGUIO-Y-TRANSPORTE>.

- —. **2012.** <http://es.scribd.com/doc/36329802/CARGUIO-Y-TRANSPORTE>. [En línea] 2012. [Citado el: 23 de setiembre de 2012.] <http://es.scribd.com/doc/36329802/CARGUIO-Y-TRANSPORTE>.
- **S.com. 2012.** <http://www.southernperu.com/esp/Pages/default.aspx>. [En línea] 2012. [Citado el: 8 de setiembre de 2012.] <http://www.southernperu.com/esp/Pages/default.aspx>.
- **Spencer, M.H. 1993.** *Economía contemporánea*. barcelona : Reverte, 1993.
- **Vidal Loli, Manuel. 2010.** *Estudio del calculo de flota de camiones para una operacion minera a cielo abierto*. lima : s.n., 2010.
- **wikipedia.org. 2012.** http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_del_valor_como_costo_de_producto. [En línea] 2012. [Citado el: 6 de octubre de 2012.] http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_del_valor_como_costo_de_producto.
- **www.yanacocha.com.** <http://www.yanacocha.com.pe/operaciones/proceso-de-produccion/>. [En línea] [Citado el: 10 de agosto de 2012.]
- **Yanacocha.com. 2012.** <http://www.yanacocha.com.pe/operaciones/proceso-de-produccion/>. [En línea] 2012. [Citado el: 10 de agosto de 2012.] <http://www.yanacocha.com.pe/operaciones/proceso-de-produccion/>.

ANEXOS

ANEXO 1
Indicadores de Operación

Column Labels							Total Avg_Tiempo_Cuadrado	Total Avg_Tiempo_Carguio
2012	Avg_Tiempo_Cuadrado	Avg_Tiempo_Carguio	Avg_Tiempo_Lleno	Avg_Tiempo_Descarga	Avg_Tiempo_Vacio	Avg_Tiempo_EsperandoCamion		
regador	0.964637058	2.422874881	7.020996498	1.387671124	5.627554919	1.955961477	0.964637058	2.422874881
tsu PC4000-6	0.938680258	2.379899857	6.82	1.44	5.602181688	2.492757511	0.938680258	2.379899857
	0.92004329	2.604675325	8.41	1.62	5.81012987	2.328095238	0.92004329	2.604675325
hancadora	0.898619958	2.652866242	8.92	1.693789809	5.984872611	2.595488323	0.898619958	2.652866242
tockpile	1.014788732	2.391549296	6.14	1.286150235	5.037323944	1.145539906	1.014788732	2.391549296
	0.951797684	2.221694089	5.704387569	1.318342474	5.455819622	2.60865326	0.951797684	2.221694089
hancadora	0.795867769	2.135881543	6.084710744	1.557300275	5.384435262	3.260950413	0.795867769	2.135881543
tockpile	1.075519126	2.289781421	5.402622951	1.128743169	5.512459016	2.091092896	1.075519126	2.289781421
tsu WA1200	0.98545611	2.45734366	7.18	1.34	5.647905909	1.52541595	0.98545611	2.45734366
	1.045133506	2.700215332	6.51	1.34	5.708225668	2.035099053	1.045133506	2.700215332
otadero	1.38030303	3.077575758	9.34	1.04	8.362121212	1.488181818	1.38030303	3.077575758
hancadora	0.585441767	2.192168675	2.777309237	1.759738956	2.14186747	2.748192771	0.585441767	2.192168675
onstruccion	3.616666667	4.016666667	2	0.016666667	13.866666667	3.983333333	3.616666667	4.016666667
	0.955655914	2.336064516	7.52	1.34	5.617784946	1.270903226	0.955655914	2.336064516
otadero	1.094033722	2.837872892	11.76	1.07	8.818936446	2.1307393	1.094033722	2.837872892
elda	0.880389364	2.04354226	6.875071225	1.384235518	4.869895537	0.557454891	0.880389364	2.04354226
hancadora	0.89379085	2.144553377	1.588997821	1.720043573	1.959477124	1.418191721	0.89379085	2.144553377
onstruccion	0.033333333	2.566666667	2.85	1.066666667	13.78333333	3.3	0.033333333	2.566666667
tockpile	1.051282051	2.55	11.24871795	1.153846154	4.953846154	1.646153846	1.051282051	2.55
I	0.964637058	2.422874881	7.02	1.39	5.627554919	1.955961477	0.964637058	2.422874881

ANEXO 2:
Pala Hidraulica


ANEXO 3: Camión Minero

