

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y
METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



TESIS

**EVALUACIÓN DEL TAMAÑO DE LA FLOTA DE EQUIPOS DE ACARREO PARA
INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN MENSUAL EN LA U.M. ARASI - PUNO**

Presentado por:

Bach. Miller Aristides Yuca Ccorimanya

**Para Optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas**

Asesor:

Dr. Mauro Valdivia Jordan

CUSCO - PERU

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe asesor del trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DEL TAMAÑO DE LA FLOTA DE EQUIPOS DE ACARREO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN MENSUAL EN LA U.M. ARASI - PUNO”**

Presentado por **Miller Aristides Yuca Ccorimanya**, con DNI 44491593 código universitario Nro. **021489**, para optar al Título Profesional de: **INGENIERO DE MINAS**. Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 03 (Tres) veces, mediante el software antiplagio Turnitin, conforme al Artículo 6° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de: **8 % (ocho por ciento)**.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación, tesis, textos, libros, revistas, artículos científicos, material de enseñanza y otros (Art. 7, inc. 2 y 3)

Porcentaje	Evaluación y acciones.	Marque con una X
Del 1 al 10 %	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30%	Devolver al usuario para las correcciones.	-----
Mayores a 31 %	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a ley.	-----

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software antiplagio.

Cusco, 20 de mayo de 2024.

FIRMA

POST FIRMA: Dr. Ing. Mauro Valdivia Jordán
DNI Nro.: 23833142

ORCID ID: 0000-0002-7880-4637

Se adjunta:

1. Reporte Generado por el sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio:
<https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:356029290?locale=es-MX>

NOMBRE DEL TRABAJO

EVALUACIÓN DEL TAMAÑO DE LA FLOTA DE EQUIPOS DE ACARREO PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN MENSUAL EN LA

AUTOR

Miller Arístides Yuca Ccorimanya

RECUENTO DE PALABRAS

18258 Words

RECUENTO DE CARACTERES

93203 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

112 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

21.5MB

FECHA DE ENTREGA

May 20, 2024 1:35 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 20, 2024 1:38 PM GMT-5

● **8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

DEDICATORIA

A dios por guiarme en cada paso de este viaje académico y darme la fuerza para perseverar, gracias por ser fuente y fortaleza y entendimiento de este logro.

A mis queridos padres, Este logro académico refleja sus continuos esfuerzos por brindarme una educación sólida, gracias por ser el faro de mi vida, iluminando el camino del conocimiento e inculcándome la importancia del trabajo duro y la educación.

A mis hijos; Jair, Bianca y Pavel que son el pilar y motivación para seguir adelante, y a mi hijo Ángel Aldair que se encuentra en el cielo que desde allá guías mi camino.

A mi esposa Milagros por ser parte de este logro, que con su apoyo seguiré logrando mis metas.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, la Universidad Nacional San Antonio Abad del cusco; a mi Asesor Dr. Mauro Valdivia por su dedicación y paciencia para guiarme en este proceso, a mis queridos docentes que con su paciencia y compromiso me han enseñado no solo conocimientos sino también valores y principios, gracias por confiar en mí y por impulsarme a dar lo mejor de mí en cada paso de esta tesis.

RESUMEN

La Investigación realizada en la presente tesis, denominada “Evaluación del tamaño de la flota de equipos de acarreo para incrementar la producción mensual en la U.M. Arasi - Puno”, describe y analiza los problemas de improductividad de tiene la empresa.

El objetivo de la investigación es mejorar la producción que tiene una planificación estimada de 800'000 tn/mes, que de acuerdo al diagnóstico se tiene una producción real de 643'160.128 tn/mes, teniendo un déficit de más de 150'000 tn/mes, para ello mediante la evaluación de equipos de acarreo se pretende compensar la improductividad que se está generando a partir de los tiempos inoperativos de los equipos de acarreo debido a demoras no programadas, las inoperatividades de los equipos hacen que la empresa no llegue a la producción planificada y esto consecuentemente a pérdidas sistemáticas.

En el capítulo V se realiza la propuesta de mejorar la producción, el seguimiento cuidadoso y diagnóstico del ciclo de flota de un total de 18 volquetes, dio como resultado adicionar 4 equipos en stand by para cubrir los tiempos en que equipos quedan inoperativos hasta su reparación y funcionabilidad, donde se demuestra que con el incremento de los equipos se cumplirá con la meta de producción para obtener la rentabilidad operativa de la empresa.

Palabras clave: Tamaño de equipos de la flota, equipos de acarreo, producción mensual. equipos en stand by, rentabilidad operativa de la empresa.

ABSTRACT

The research carried out in this thesis, called “Evaluation of the size of the hauling equipment fleet to increase monthly production at the U.M. Arasi - Puno”, describes and analyzes the unproductivity problems the company has.

The objective of the research is to improve production that has an estimated planning of 800,000 tons/month, which according to the diagnosis has a real production of 643,160,128 tons/month, having a deficit of more than 150,000 tn, for this, through the evaluation of hauling equipment, the aim is to compensate for the unproductivity that is being generated from the inoperative times of the hauling equipment due to unscheduled delays, the inoperativeness of the equipment means that the company does not reach the planned production and this consequently to systematic losses.

In chapter V, the proposal to improve production is made, the careful monitoring and diagnosis of the fleet cycle of a total of 18 dump trucks, resulted in adding 4 pieces of equipment on standby to cover the times in which equipment remains inoperative until it is repaired. and functionality, where it is demonstrated that with the increase in equipment the production goal will be met to obtain the operational profitability of the company.

Keywords: Size of fleet equipment, hauling equipment, monthly production. equipment on standby, operational profitability of the company.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
CAPITULO I.....	1
ASPECTOS METODOLOGICOS DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Formulación del Problema.....	2
1.2.1 Problema general del Estudio	2
1.2.2 Problema Específico del Estudio	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General del Estudio.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos del Estudio.	2
1.4 Justificación de Estudio	3
1.5 Hipótesis	3
1.5.1 Hipótesis General.....	3
1.5.2 Hipótesis Específica.....	3
1.6 Identificación de Variables	3
1.7 Antecedentes.....	4
1.7.1 Antecedentes Internacionales.....	4
1.7.2 Antecedentes Nacionales	4
1.9 Diseño de metodología de la investigación	8
1.9.1 Nivel de Estudio.....	8
1.9.2 Tipo de Estudio	8

1.10	Diseño de la investigación.....	8
1.11	Población	8
1.12	Muestra	8
1.13	Instrumento de Recolección de Datos	8
1.14	Procedimiento de Investigación.....	8
1.15	Operacionalizaciones de Variables e Indicadores	8
CAPITULO II.....		9
GEOLOGÍA GENERAL.....		9
2.1	Ubicación.....	9
2.2	Accesibilidad	10
2.3	Geología.....	11
2.3.1	Geología Local.....	12
2.3.2	Geología Estructural	14
2.3.3	Geología y Mineralización.....	14
2.3.3.1	Litología	14
2.3.3.2	Alteración.....	14
2.3.3.3	Controles Estructurales	14
2.3.3.4	Mineralización.....	15
2.3.3.5	Sismicidad	15
2.3.4	Geología Regional	15
2.3.5	Geomorfología	16
2.3.5.1	Geomorfología Regional	16
2.3.5.2	Factores Geomorgeneticos	17
2.3.5.3	Unidades Geomorfológicas	17
2.4	Geología Regional	19

2.4.1 Formación Arcurquina	19
2.4.2 Grupo Tacaza	20
2.4.3 Grupo Palca.....	21
2.4.4 Grupo Sillapaca.....	22
2.4.5 Cuaternario.....	23
2.5 Geología del Deposito Mineral Jesica	23
2.6 Tajo Jesica	24
2.7 Reservas de Mineral	24
CAPITULO III	25
MARCO TEORICO	25
3.1 Carguío	25
3.1.1 Clasificación de los Equipos de Carguío	25
3.1.2 Clasificación por Desplazamiento	26
3.1.2.1 Sin Acarreo.....	26
3.1.2.2 Acarreo Mínimo	27
3.1.3 Clasificación del Transporte en discreto / Continuo	27
3.2 Selección de los Equipos de Carguío y Transporte	28
3.2.1 Selección de Equipos	28
3.2.2 Selección según la Altitud	28
3.3 Producción de las Excavadoras	29
3.3.1 Producción	30
3.3.2 Productividad	30
3.3.3 Capacidad.....	30
3.3.4 Factor de llenado.....	30
3.3.5 Factor de Esponjamiento.....	31

3.4 Acarreo	31
3.4.1 Funciones de los equipos de Acarreo	32
3.4.2 Componentes principales de un Camión.....	33
3.4.2 Antes de la Operación.....	34
3.4.3 Colocación de Carga	35
3.4.4 Salida del Frente de Carguío.....	36
3.4.5 Tránsito de camiones	36
3.5 Selección de Equipos por Compatibilidad.....	37
3.6 La Operación en función del Tiempo	39
3.6.1 Control de Tiempo	39
3.6.3 Tiempo de controles de Tiempo	39
3.6.3.1 Tiempo de Operación.....	39
3.6.3.2 Tiempo de Giro y posicionamiento en el punto de Carguío	40
3.6.3.3 Tiempo de Carguío.....	40
3.6.3.5 Tiempo de retorno	43
3.6.3.6 Tiempo de Demora.....	44
3.6.3.7 Ventajas del Control de Tiempos.....	45
3.7 Colas	46
3.8 Equipos en Stand by	46
3.9 Mantenimiento de Equipos.....	46
3.9.1 Mantenimiento preventivo	47
3.9.2 Mantenimiento Predictivo.....	47
3.9.3 Mantenimiento Correctivo	47
3.9.4 Gestión de Confiabilidad Operacional.....	48
CAPITULO IV	49

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	49
4.1 Operaciones dentro de la U.M ARASI.....	49
4.2 Operaciones Unitarias dentro de la U.M ARASI	50
4.2.1 Perforación	50
4.2.2 Voladura.....	52
4.2.3 Carguío.....	53
4.2.4 Acarreo.....	53
4.3 Diseño del Tajo.....	55
4.4 Plan de Minado.....	56
4.4.1 Estrategia de Minado	56
4.4.2 Programa de Minado.....	57
4.5 Productividad.....	61
4.6 Control de Horas de equipos de Acarreo.....	63
4.7 Control de producción por Equipo	70
4.8 Calculo de la flota con respecto a la flota.....	73
4.9 Cuadro de Equipos inoperativos.....	74
4.10 Costos Operativos en la Flota de volquetes.....	78
CAPITULO V.....	82
PROPUESTA DE INCREMENTO DE FLOTA.....	82
5.1 Incremento de flota.....	82
5.2 Costo de Implementación de equipos	82
5.3 Costo por Tonelada movida.....	83
5.4 Incremento de producción con el aumento en la flota.....	84
5.5 Evaluación de incremento de equipos	88
5.6 Comparativo del incremento con respecto a la productividad.	89

5.7 Incremento de la producción Mensual.....	90
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFIA	94
ANEXOS	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tiempos mínimos para el cálculo del ciclo de cargulo con acarreo mínimo	39
Tabla 2: Tiempo de posicionamiento (min)	40
Tabla 3: Tiempo según el tipo de descarga (min)	42
Tabla 4: Perforación	51
Tabla 5: Diseño del Tajo Especificaciones Generales.....	55
Tabla 6: Medidas correspondientes del tajo	55
Tabla 7: Programa de Minado	57
Tabla 8: Control de Horas de equipos de Acarreo.....	65
Tabla 9: Control de producción por Equipo	70
Tabla 10: Tonelaje de volquete / hora = 83.2 ton / hora.....	71
Tabla 11: Cuadro de Equipos inoperativos.....	74
Tabla 12: Costos Operativos en la Flota de volquetes.....	78
Tabla 13: El total de disponibilidad acumulada al mes es el siguiente cuadro:	79
Tabla 14: Lo faltante de la disponibilidad en los equipos que no llegan a disponibilidad son los siguientes:	80
Tabla 15: Total.....	81
Tabla 16: Las horas faltantes de algunos equipos mas considerados son los siguientes:....	84
Tabla 17: Incremento de producción con el aumento en la flota.....	86
Tabla 18: Incremento de la producción Mensual	90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación	10
Figura 2: Vía Aérea	11
Figura 3: Vía Terrestre	11
Figura 4: Geología Local.....	12
Figura 5: Geología Regional.....	16
Figura 6: Modelo geológico	19
Figura 7: Panorama 3d – Reserva Mineral	24
Figura 9: Equipos de Carguío Acarreo Mínimo	27
Figura 8: Equipos de Carguío Sin Acarreo.....	26
Figura 10: Clasificación del Transporte en discreto / Continuo	27
Figura 11: Selección de Equipos	28
Figura 12: Factor de llenado.....	31
Figura 13: Neumáticos.....	34
Figura 14: Colocación de Carga	35
Figura 15: Tránsito de camiones	36
Figura 16: Gestión de Confiabilidad Operacional.....	48
Figura 17: Área de perforación tiene.....	51
Figura 18: Voladura	52
Figura 19: Carguío.....	53
Figura 20: Acarreo.....	54
Figura 21: Diseño del Tajo	56
Figura 22: Estrategia de Minado	57
Figura 23: Zona de minas	58
Figura 24: Cronograma.....	60

Figura 25: Productividad	62
Figura 26: Rutas de transporte de mineral y desmonte a sus destinos	64
Figura 27: Cuadro Estadístico de la Flota de Volquetes	69
Figura 28: Inclusión de equipos.....	87
Figura 29: Porcentaje de Producción mensual	89
Figura 30: Inclusión de flota / producción.....	91

CAPITULO I

ASPECTOS METODOLOGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

En las operaciones mineras a cielo abierto se manejan las operaciones unitarias en donde se realizan una serie de trabajos que aportan a la extracción del mineral, diariamente se tiene una producción programada por el área de planeamiento, uno de los factores que influyen en alcanzar la producción es el acarreo de material tanto para desmonte y mineral.

La producción que se debe llegar, está directamente influenciada por los equipos de carguío y acarreo quienes son los pilares y la inversión de mayor capacidad dentro de las operaciones mineras, su rendimiento no debe ser perjudicado por lo que en el tránsito son uno de los de preferencia para no tener pérdidas en los tiempos de espera, por este mismo es evaluado la flota de equipos de acarreo, los tiempos improductivos del acarreo son los tiempos de espera, tiempos de abastecimiento, y tiempos inoperativos, este último si afecta directamente a la producción, los tiempos de inspección para verificar la falla y su prueba

son mayores a 30 min, en algunas oportunidades son dados por inoperativos en tal caso no tiene producción desde el momento que tienen fallas mecánicas.

La presente investigación evaluará y analizará la dimensión de la flota de equipos de acarreo para incrementar la producción por lo que los equipos quedan inoperativos en la mitad de la flota por temas mecánicos, para eso se dará una alternativa de mejora en la producción de los volquetes.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general del Estudio

¿Cómo evaluar el tamaño de la flota de equipos de acarreo para incrementar la producción mensual en la U.M. ARASI?

1.2.2 Problema Específico del Estudio

- 1) ¿En qué porcentaje se incrementará la producción después de la evaluación del tamaño de la flota de equipos de acarreo en la U.M. ARASI?
- 2) ¿Con el incremento del tamaño de la flota de equipos de acarreo cual será la producción mensual en la U.M. ARASI?
- 3) ¿Cómo influye el tamaño de la flota en el incremento de la producción mensual de la U.M. ARASI?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General del Estudio

Determinar el tamaño de la flota de equipos de acarreo para mejorar la producción mensual en la U.M. Arasi.

1.3.2 Objetivos Específicos del Estudio.

- 1) Establecer el porcentaje en que se incrementará la producción después de la evaluación del tamaño de la flota de equipos de acarreo.

- 2) Se evaluará el incremento de los equipos de acarreo vs la improductividad estos datos en función de los costos.
- 3) Determinar la influencia del tamaño de la flota en el incremento de la producción mensual de la U.M. Arasi.

1.4 Justificación de Estudio

Justificación económica

El incrementar los equipos de acarreo en la flota de equipos en las operaciones del ciclo de minado nos permitirá tomar una alternativa de mejora, tanto en la producción como en los costos.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

El tamaño de la flota de equipos de acarreo contribuye en el incremento de la producción mensual en la U.M. Arasi.

1.5.2 Hipótesis Específica

- 1) La producción se incrementará en más de 15% en la flota de equipos, por lo que el incremento de la producción compensará los costos de equipos adicionales en la flota.
- 2) Con la evaluación se verificará que no será una pérdida, estos costos serán directamente influenciados en la producción.
- 3) El tamaño de la flota se relaciona significativamente con el incremento de la producción mensual en la U.M. Arasi.

1.6 Identificación de Variables

Independientes

- Tamaño de flota de equipos

Dependientes

- Incremento de producción mensual

1.7 Antecedentes

1.7.1 Antecedentes Internacionales

Según Segura (2020) en su estudio “*Análisis de flota de equipos de servicios según indicadores de rendimiento en mina Los Bronces*”. La creación de una mina es posiblemente el principal objetivo de un proyecto minero. Gran parte de la exploración se centra en las tareas de la unidad, concretamente, en el equipo de apilamiento y transporte, que afecta directamente a la eficiencia de la mina. En cualquier caso, este equipo no puede funcionar como se espera sin la ayuda de equipos de administración. Con este fin, la revisión desglosa la armada de equipo de administración que se espera que funcione en la mina de Los Bronces en 2020.

1.7.2 Antecedentes Nacionales

Peralta y Vargas (2019) en su estudio, la investigación pretende diseñar el Mantenimiento Productivo Total para incrementar la productividad del carguío y acarreo, la revisión ha comenzado por diagnosticar el estado actual de la eficiencia de apilamiento y arrastre, planificar un plan de mantenimiento útil completo y evaluar la mejora de la eficiencia de apilamiento y arrastre posterior a la realización de un mantenimiento útil completo. En la actualidad, el equipo de transporte está en un estado horrible, según las conclusiones actuales es obvio que la accesibilidad de la herramienta de excavación es del 82%, la presentación es del 80% y la OEE (Generally Hardware Effectiveness) es del 63%, y para los camiones mineros la accesibilidad actual es del 78%, la exposición es del 80% y la OEE es del 59%. En los dos casos la productividad general del engranaje es insatisfactoria, creando enormes desgracias monetarias y poca seriedad. La mejora obtenida mediante la aplicación de la filosofía TPM en las herramientas de excavación es que su accesibilidad ha

aumentado en un 11%, la ejecución en un 14%, la OEE en un 19% y, por último, la criticidad de los equipos ha disminuido de 254 a 60. En el caso de los camiones mineros, su accesibilidad ha aumentado en un 15%, la ejecución en un 14%, la OEE en un 24% y, por último, la criticidad de los equipos ha disminuido de 258 a 62.

Ramos y Salomon (2021) en su estudio “Optimización del ciclo de carguio, transporte y descarga de mineral para aumentar la producción de mineral”.

En la actualidad, la unidad minera presenta carencias en la vinculación del metal desde el interior de la mina, repercutiendo directamente en el beneficio, lo que hace que la eficiencia sea baja. Debido a lo anteriormente mencionado, este trabajo de exploración surge en vista de la deficiencia de transporte de los descargadores en los focos de apilamiento en los trabajos de desarrollo que influye en la consistencia de creación de la zona de extensión de la U.M. Debido a esto, hay varios eventos de desperdicio que ocurren tanto en el apilamiento como en el vehículo del metal, lo que inicia varios eventos de desperdicio que ocurren tanto en el apilamiento como en el acarreo del mineral. En la investigación situacional del ciclo de apilado, arrastre y descarga del metal, el esquema de Pareto muestra tres ejercicios que están antes del 80%. La acción básica, que es el enfriamiento, es un tiempo resuelto y difícil de disminuir dado que es esencial para el marco de trabajo; no obstante, ejercicios como, por ejemplo, el seguimiento de los camiones de vertido y los arreglos mecánicos son tiempos inútiles de potenciar y mejorar por separado. En el examen de la hipótesis de revestimiento, hay dos circunstancias: la actual y la ideal. Se razona que, en la circunstancia actual, la cantidad de camiones de descarga de retención es de 1, el tiempo de apilamiento es de 8,41 minutos y el tiempo de retención en la línea es de 3,91 minutos, lo que crea desgracias útiles y monetarias. Por otra parte, en la circunstancia ideal, la cantidad de camiones de descarga retenidos es 0, el tiempo de apilamiento es de 4,81 minutos y el tiempo de retención en la línea es de 0,36 minutos, lo que es ideal con prácticamente ninguna

marcha detenida en espera por separado y la temporada de retención de 0,36 minutos refleja la concordancia de progreso en el apilamiento, el envío y el vertido de mineral.

Según Rodríguez (2013) en su estudio “Modelo analítico para el dimensionamiento de flota de transporte en minería a cielo abierto”. La evaluación de la fuerza naval de los camiones en la minería a cielo abierto es un ciclo jerárquico lúgubre. Según un punto de vista útil, los nuevos emprendimientos mineros, las ampliaciones o las inestabilidades en el gasto de mineral proponen cambios perseguidos que se reflejarán en surtidos de planes mineros, y por tanto modificaciones en la planificación del proceso de apilamiento y arrastre a corto y medio plazo. En consecuencia, un rápido impacto en el tamaño del grupo de trabajo de camiones quería enviar el material. Esta investigación presenta un modelo lógico para cuantificar la flota de vehículos de un movimiento minero a cielo abierto, incluyendo el azar de la aparición de camiones y los ciclos de apilamiento en un punto de apilamiento determinado. El modelo lógico alinea el plan de costes base en cuanto al tiempo perdido debido al recubrimiento, bajo un requisito de ejecución de la estructura de transporte. Además, el modelo permite encontrar planes de juego que incorporen partes de equipamiento homogéneas y heterogéneas, necesidades no problemáticas para una clase dada de camiones. La mejor creación de equipamiento (homogéneo o heterogéneo) depende de las clases de camiones abiertas y de los distintos componentes que conforman el ciclo de apilamiento y transporte.

En correspondencia con las necesidades de consideración, el modelo perspicaz permite razonar que la utilización de las necesidades de consideración produce ventajas positivas cuando la armada es heterogénea. En este examen, se obtienen ventajas de ejecución del orden del 2% al 3% sobre lo normal. Por último, si se tiene en cuenta la cuestión de la medición a través de un enfoque marco, por ejemplo, para todos los ciclos a

la vez, se pueden crear ventajas del 19,6% sobre lo normal en condiciones de tiempos de espera perdidos.

Según Turpo (2021) en su estudio “Optimización de costos de carguío, acarreo y transporte de mineral mediante, la evaluación de la armada de camiones en la minería a cielo abierto es un proceso de administración aburrido. Desde un punto de vista útil, los nuevos encargos mineros, los desarrollos o las inestabilidades en el gasto de metal proponen cambios de interés que se reflejarán en los surtidos de los planes mineros y, de este modo, cambios en la disposición del proceso de apilamiento y arrastre a corto y medio plazo. De esta manera, un pronto impacto en el tamaño del grupo de trabajo de camiones quería enviar el material. Esta investigación presenta un modelo racional que permite evaluar la fuerza de tarea vehicular de un movimiento minero a cielo abierto, incluyendo la inconsistencia natural a los patrones de aparición y apilamiento de camiones en un punto de apilamiento dado. El modelo racional alinea el plan de juego de costes base en cuanto al tiempo perdido en función de la cobertura, bajo una estructura de transporte de ejecución básica. Además, el modelo permite encontrar acuerdos que incorporen marcos de recogida homogéneos y heterogéneos, así como inspeccionar dos técnicas de carga del tablero: FCFS y necesidades no peligrosas para una clase dada de camiones. La mejor amalgama de recogida (homogénea o heterogénea) depende de las clases de camiones abiertos y de los distintos factores que componen el ciclo de apilamiento y transporte. En cuanto a las necesidades de pensamiento, el modelo racional permite deducir que la utilización de requisitos previos de pensamiento aporta beneficios positivos cuando el grupo operativo es heterogéneo. En este estudio, se obtienen ventajas de ejecución del orden del 2% al 3% sobre lo normal. Por último, abordar la cuestión de la estimación mediante un enfoque marco, por ejemplo, para todos los ciclos a la vez, puede crear ventajas del 19,6% sobre lo normal en condiciones de tiempos de espera perdidos.

1.9 Diseño de metodología de la investigación

1.9.1 Nivel de Estudio

Nivel Descriptiva - Propositivo

1.9.2 Tipo de Estudio

Cuantitativo

1.10 Diseño de la investigación

Experimental - Longitudinal

1.11 Población

Se realiza de la flota de equipos de acarreo de la U.M ARASI

1.12 Muestra

Lo procesaremos en cuadros de Excel para hacer la comparación de costos de equipos con la producción.

1.13 Instrumento de Recolección de Datos

- Cuadros de Excel
- Datos de recolección de tiempos
- Control del Tonelaje por día
- Tiempo de equipos inoperativos

1.14 Procedimiento de Investigación

- Se evaluará los equipos que queden inoperativos.
- Evaluará los tiempos improductivos cuando los equipos se queden por fallas mecánicas recurrentes como es accesorios y componentes.

1.15 Operacionalizaciones de Variables e Indicadores

Independientes: Tamaño de flota de equipos (S/)

Dependientes: Incremento de producción mensual (Tn)

CAPITULO II

GEOLOGÍA GENERAL

2.1 Ubicación

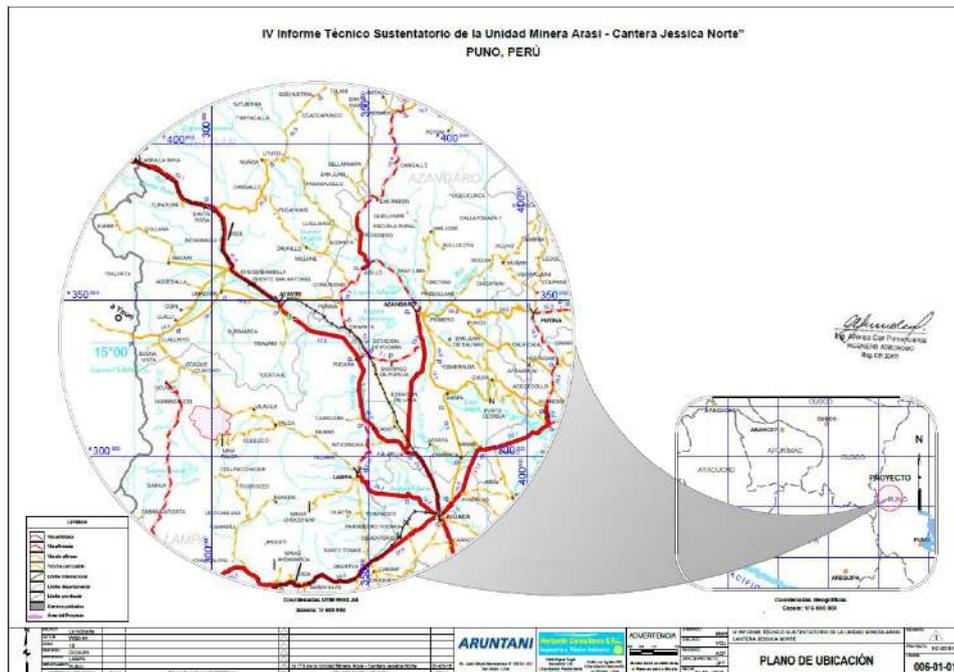
La Unidad Minera Arasi se ubica en las comunidades Jatun Ayllu, Vilcamarca y Parina, en el Distrito de Ocuvi, Provincia de Lampa, Departamento de Puno. Se encuentra en las inmediaciones del cerro Quinsachota a una altitud comprendida entre los 4·500 y 5·100 msnm. Se ubica en las partes altas de las microcuencas de los riachuelos Azufrini y Huarucani, afluentes del río Chacapalca de la cuenca Ramis.

El punto de referencia del área donde se desarrollarán las actividades de la Unidad Minera Arasi se ubican en las coordenadas UTM: 8·313·570-N y 303·610-E.

Figura 1: Ubicación



Fuente: (Mina Arasi, 2021)



Fuente: (Mina Arasi, 2021)

2.2 Accesibilidad

Se puede acceder a la Unidad Minera Arasi desde la ciudad de Lima, vía aérea o por calles despejadas a través de las comunidades urbanas de Arequipa hasta Juliaca.

El ingreso a la región de estudio, partiendo de Lima hasta Juliaca es vía aérea (2 horas) o vía terrestre (22 horas) recorriendo una distancia de 1290 km, luego, en ese punto, desde la

ciudad de Juliaca hasta Lampa se recorre una distancia de 34 km, siguiendo el trayecto Lampa - Ocuvi, pasando por las localidades de Palca y Vila hasta la modesta comunidad de Chivay recorriendo una distancia de 60 km.

Figura 2: Vía Aérea

Ruta	Distancia km	Vía	Carretera	Tiempo (horas)
Lima - Juliaca	1 290	Aérea	-	01:40
Juliaca – Lampa	33	Terrestre	Asfaltada	00:20
Lampa - Chivay	65	Terrestre	Afirmada	01:00
Chivay – Unidad Minera Arasi	17	Terrestre	Trocha carrozable	00:30
TOTAL	1 405			03:30

Ruta	Distancia km	Vía	Carretera	Tiempo (horas)
Lima - Arequipa	1 010	Aérea	-	01:15
Arequipa –Imata	100	Terrestre	Asfaltada	01:30
Imata – Condorama	70	Terrestre	Asfaltada	01:30
Condorama - Unidad Minera Arasi	40	Terrestre	Trocha carrozable	01:00
TOTAL	1 220			05:15

Fuente: (Mina Arasi, 2021)

Figura 3: Vía Terrestre

Ruta	Distancia km	Vía	Carretera	Tiempo (horas)
Lima - Juliaca	1 310	Terrestre	Asfaltada	20:00
Juliaca – Lampa	33	Terrestre	Asfaltada	00:20
Lampa - Chivay	65	Terrestre	Afirmada	01:00
Chivay – Unidad Minera Arasi	17	Terrestre	Trocha carrozable	00:30
TOTAL	1 425			21:50

Fuente: (Mina Arasi, 2021)

2.3 Geología

El estudio del terreno depende del segmento cronoestratigráfico de la región de revisión, perspectiva que es útil para el perfeccionamiento de ejercicios que incluyen remociones, excavaciones y, por regla general, mediaciones en el clima geográfico.

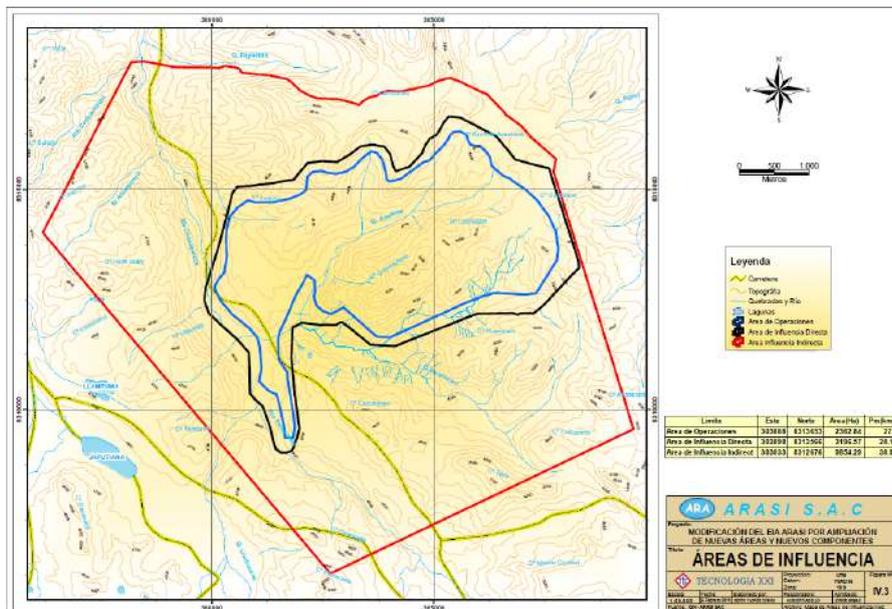
La importancia de la cuestión geográfica radica asimismo en su efecto sobre las

condiciones de seguridad y la apuesta real de las obras futuras, ya que la información sobre la geografía cercana permite reconocer la idea de las formaciones rocosas, su protección frente a las actividades erosivas, la capacidad de respuesta sísmica, etc., y calibrar su efecto sobre las fases de desarrollo y operación.

2.3.1 Geología Local

Se caracteriza especialmente por las secuencias volcánicas de los grupos Sillapaca y Palca, encontrándose rocas andesíticas y dacíticas, tufos y brechas, así como por depósitos cuaternarios de distinto origen; A continuación, se presenta a mayor detalle:

Figura 4: Geología Local



Fuente: (Mina Arasi, 2021)

- **Rocas Silices :**

Corresponden a rocas ígneas tipo andesitas o dacitas, producto de lavas y derrames volcánicos. Presentan porosidad baja a alta, pudiendo encontrarse macizos cavernosos con rellenos de arcillas y/o óxidos. Por lo general, son de colores grisáceos.

- **Brechas Andesíticas:**

Corresponden a rocas conformadas por fragmentos andesíticos, porfiríticos y argilizados, englobados en una matriz de arcilla, cuarzo y/o óxido. Pueden presentar silicificación en el contacto con las zonas de sílice.

- **Depósito Cuaternario:**

Corresponden a los depósitos más recientes conformados por suelos de distinto origen, principalmente se presentan los siguientes:

Depositos Morrenicos

Son materiales transportados por morrenas glaciales, presentándose como acumulaciones de clastos finos y gruesos con bloques, todos de composición volcánica, no consolidados, muy friables que forman suelos arcillosos.

Los depósitos morrénicos más relevantes del área de estudio son los formados por el nevado glaciar Oscollane. En ciertos sectores del proyecto Jesica, estos depósitos se clasifican como gravas arcillosas con arenas a gravas arenosas con arcillas.

Depósitos Coluviales

Los depósitos coluviales son producto de la acción gravitatoria, siendo constituidos por acumulaciones de sedimentos clásticos gruesos, mayormente angulosos a subangulosos, con una matriz areno limosa. Los suelos coluviales se encuentran distribuidos en ciertos sectores del área del proyecto, principalmente donde se presentan afloramientos rocosos con taludes de pendientes medias a altas; estos depósitos presentan espesores muy variables.

Depósitos Aluviales

Son materiales acarreados por flujo de lodos y/o escorrentías, así como transportados por morrenas. Los depósitos aluviales son acumulaciones de sedimentos clásticos ubicados en las partes bajas de las laderas. En su composición predominan fragmentos

de roca subredondeados a subangulosos, de diversa litología, y eventualmente suelos más finos tipo arenasy/o limos o arcillas. Estos depósitos se encuentran presentes en sectores puntuales del área de estudio.

2.3.2 Geología Estructural

Geo estructuralmente la región de revisión presenta una situación cortical enmarcada por artilugios volcánicos de diferentes diseños, notándose estructuras domáticas, cuellos volcánicos y conos distorsionados, así como las definiciones de corrientes de magma. Del mismo modo, existen estructuras volcánicas de tipo caldera que están relacionadas con la mineralización.

Además, se encuentran estructuras de brecha ignimbrítica entre las corrientes de magma. Es esencial tener en cuenta que la desintegración glacial y pluvial ha provocado la desorganización de la estructura original, enmarcando declives profundos, que han acabado con la gran mayoría de los desarrollos magmáticos (Ingemmet, 2016).

2.3.3 Geología y Mineralización

2.3.3.1 Litología

La litología predominante se relaciona principalmente con andesitas porfíricas grises que tienen un lugar con la formación Sillapaca (14Ma), subunidad Andesita Lamparasi. Esta disposición de rocas volcánicas fue cortada por brechas hidrotermales y freáticas y posteriormente por subvolcánicos dacíticos.

2.3.3.2 Alteración

Firmemente silicificado, con predominio de sílice masiva sobre la sobrante. En los bordes del yacimiento se observan afloramientos de sílice alunítica que se evalúan como "barro silíceo".

2.3.3.3 Controles Estructurales

Dominado por estructuras N70°E, transandino, cortando a estructuras N30°W,

paralelas al rumbo andino.

2.3.3.4 Mineralización

Correspondencia de los grados de oro con brechas acuosas con matriz cargada de óxidos de Fe (Jarosita, goethita) y clastos silicificados dispersando la roca andesítica recientemente preparada por ocasiones de silicificación. Las piedras preciosas baritíferas tienen asimismo una relación decente con el oro.

2.3.3.5 Sismicidad

La región estudiada, situada en el sur de Perú, se encuentra en una zona de gran movimiento sísmico, donde es muy probable que ocurran. En todo caso, como es notable, el distrito altoperuano de Puno (del cual la región es una parte significativa) es una zona de quietud sísmica, y dado que la región de estudio es importante para esta zona, es adecuado considerar a esta región como una zona de potencia baja a media (Indeci, 2019).

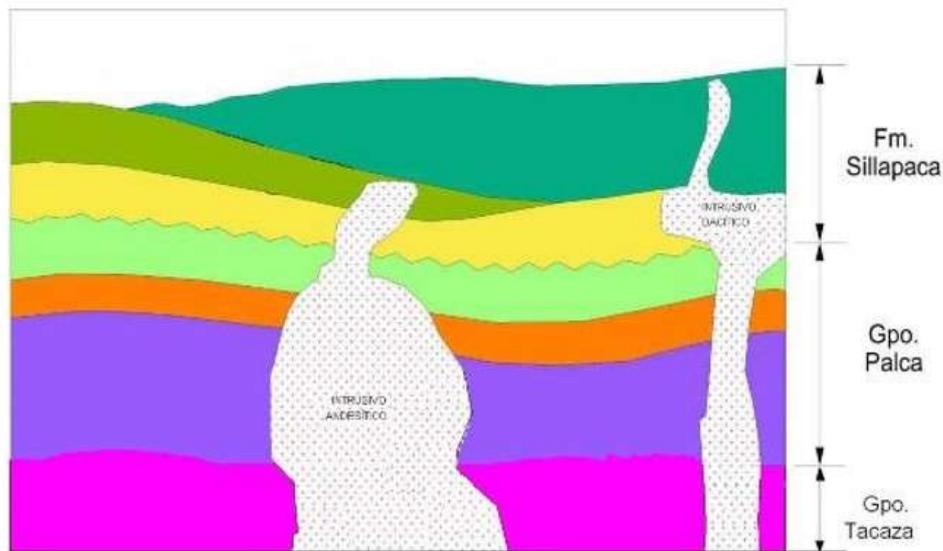
2.3.4 Geología Regional

El ámbito geográfico provincial de la región de revisión se relaciona con la geografía del Altiplano Peruano del Departamento de Puno.

Territorialmente es abordada por la geografía relativa hacia la Cordillera volcánica meridional, enmarcada por cimas, conos volcánicos y corrientes de magma; predominantemente de edad Terciaria. Irregularmente afloran desarrollos estratigráficos de edad Cretácica. En la región reseñada sólo se localizan rocas volcánicas cenozoicas y depósitos cuaternarios.

En general, el vulcanismo presenta tres periodos de movimiento relacionados con los grupos de Tacaza y las formaciones Palca (Mioceno Central) y Sillapaca. Las últimas etapas volcánicas generaron emisiones ignimbríticas (Servicio de Energía y Minas, 2016).

Figura 5: Geología Regional



Fuente: (Mina Arasi, 2021)

2.3.5 Geomorfología

Territorialmente, la región de estudio está comprendida sobre las mecanismos geomorfológicas denominadas zona de la meseta del Collao o altiplano, a 3.810 msnm; obstaculizado por el canal estructural involucrado por el lago Titicaca y la zona de puntos más altos que flanquean la meseta, los cuales ascienden hasta los 6.384 msnm.

El avance geomorfológico de la zona está conectado con el altiplano andino, que principalmente descubrió rocas cenozoicas. La tectónica y la actividad climática, básicamente fría, han ayudado a organizar la presente expresión geográfica.

2.3.5.1 Geomorfología Regional

La región del proyecto está situada en los puntos más altos del flanco oriental de la Cordillera Occidental Volcánica, que contiene las cabeceras de la cuenca hidrográfica del río Ramis, parte de la cuenca del lago Titicaca.

La Cordillera Volcánica Occidental se extiende desde la región de Tacna siguiendo los estreñimientos de los límites de Puno con Arequipa y Cusco, enmarcada por una progresión de cadenas volcánicas coordinadas por dispositivos coneliformes directos y

fisurales, ignimbritas y derrames de magma; aislada por valles, quebradas y campos altoandinos; cubierta como propia por la vegetación de ichu y páramo y matorral de tundra. Toda esta zona está agobiada por temperaturas excepcionalmente bajas ($< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2020).

Altitudinalmente, la cordillera volcánica asciende desde los 4.000 msnm hasta los 5.400 msnm. La región del emprendimiento se sitúa en el rango de los 4.500 y 5.200 msnm.

2.3.5.2 Factores Geomorgeneticos

Son de diferentes situaciones geomorfológicas existentes en el área de la Unidad Minera Arasi, siendo así los siguientes:

- Elementos volcánicos;
- Variables gélidas;
- Variables Pluviales y
- Elementos Fluviales.

La mejora de estos elementos en diversas épocas volcánicas y climáticas relacionadas con glaciaciones y deglaciaciones, son las que han provocado la disposición morfológica actual.

Es importante indicar que la deglaciación actual, está en proceso avanzado, por lo que los glaciares están en proceso de extinción. En la zona de estudio, los glaciares se han extinguido completamente, quedando el nevado Lamparasi (al norte del área), como relicto de glaciar.

2.3.5.3 Unidades Geomorfologicas

La región está delineada por las unidades geomorfológicas conocidas como nivel del Collao o zona del Altiplano, que se sitúa sobre los 3.810 metros sobre el nivel del océano, y la zona de culminación que flanquea el nivel, que asciende hasta los 6.384 metros sobre el nivel del océano.

Está unida al levantamiento andino, el cual principalmente expone rocas de edad cenozoica. En general, la geomorfología en esta zona es el resultado de los diferentes agentes erosivos asociados con el levantamiento general de los Andes y el posterior proceso eruptivo de productos volcánicos. La tectónica y los cambios de clima, básicamente helado, contribuyen cambios a la topografía presente (Minem, 2018).

Se han diferenciado las siguientes unidades geomorfológicas:

- **Cadena Montañas**

Corresponden a montañas volcánicas alineadas, con orientación NO-SE. Presentan una morfología agreste con laderas de fuerte pendiente y escarpas escalonadas correspondientes a los derrames lávicos y el desgaste erosivo glacial posterior. Dentro del área del proyecto, estas cadenas montañosas constituyen los flancos de la quebrada Huarucani.

La geoforma configurada por la montaña volcánica tipo caldera conformada por los cerros Quimsachota y Luchusani, y el nevado Oscollane. Está caracterizada por su relieve irregular, debido al desgaste diferencial en el macizo volcánico, quedando remanentes a manera de puntas agudas, farallones y depresiones.

- **Laderas Escarpada**

Se consideran como la prolongación inferior de las cadenas de cerros transversales. Se caracterizan por la presencia de depósitos coluviales, conos de escombros y promontorios rocosos como se observa en determinadas zonas del área del proyecto Jesica.

- **Valles**

Valles Glaciares corresponden a los típicos valles profundos de forma “U” producto de la actividad glacial sobre las superficies volcánicas presentes en el área del proyecto. Como ejemplo se presenta la quebrada Huarucani, con flancos de mediana

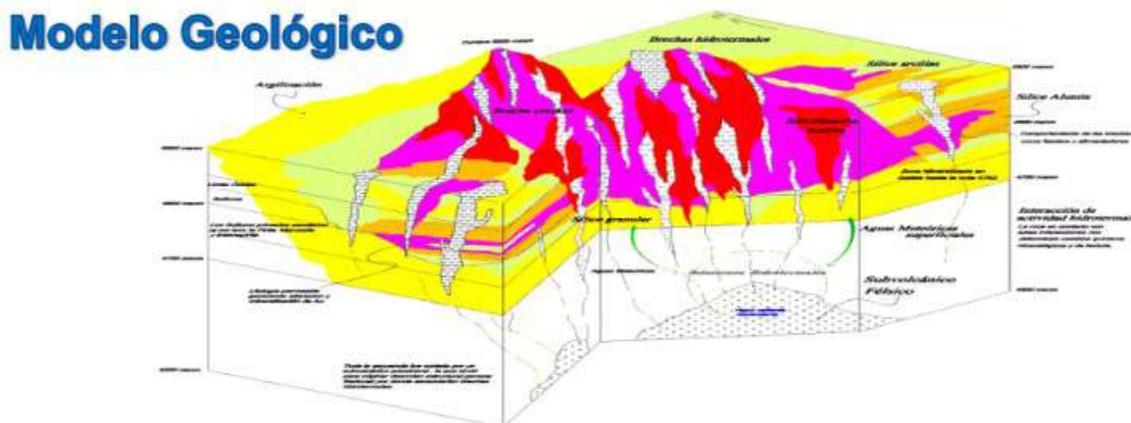
a fuerte pendiente y fondo ligeramente subhorizontal, cubiertos con bofedales y presencia de puquiales permanentes.

Los Valles Encañonados se caracterizan por su abrupta pendiente y estrecha amplitud transversal, lograda generalmente por la intensa acción erosiva de corrientes de agua sobre el basamento rocoso. Se presenta en el curso medio de la quebrada Huarucani.

2.4 Geología Regional

Las rocas se disponen en un espacio que se engloba en la región de revisión, el desarrollo se relaciona con el Cretácico Inferior (Arcurquina), la sucesión es incesante siendo los ejemplos líticos de tipo volcánico que tienen cabida con el grupo Tacaza las cuales pertenecen al Oligoceno en el Terciario Medio, el Mioceno se introduce en rocas ignimbríticas que tienen cabida con el grupo Palca. Hay una carga de dacita que tiene un lugar con el Terciario Inferior a Medio, esto se relaciona con el principal período de vulcanismo.

Figura 6: Modelo geológico



Fuente: (Mina Arasi, 2021)

2.4.1 Formación Arcurquina

Jenks (1948), y Benavidez (1962), quien hizo una investigación punto por punto del distrito de Arequipa, encontrando una sobrecapa de rocas sedimentarias del grupo Yura y rocas volcánicas ocultas del Terciario; la litología está relacionada con una zona baja de la

sucesión de calizas margosas que tiene un tono azul salpicado de arenas calcáreas que tienen tonos amarillos y un bajo contenido de nódulo de Chert, el macizo lítico no es competente, resultando hasta cierto grado inadecuado. Hacia la cima tiene un valor más elevado, y su petrografía está constituida por una progresión de calizas azul-oscuras, cuarcitas, métricas y extremadamente fosilíferas, con equinoideos y ammonites, las calizas contienen generalmente numerosos pomos volcánicos, son oscuras, marrones o beige.

2.4.2 Grupo Tacaza

Los afloramientos más significativos se describen por la presencia de rocas sedimentarias y arenas feldespáticas, conglomerados y roca volcánica, por otra parte, en diferentes regiones se encuentran andesitas, dacitas y piroclastos, hacia el noroeste una progresión de magma descubierto, tobas y piroclastos aflora, hacia el trozo superior del conjunto la sucesión se atraviesa cuando se presenta al grupo Palca.

El afloramiento principal se sitúa en las proximidades de la mina de Tacaza (Lagunillas), está sobre la formación Ayavacas ortomórfico y bajo el grupo Palca, que es el inicio de los indicios de vulcanismo cenozoico.

Esta agrupación se considera el aspecto subyacente del vulcanismo cenozoico cercano. Las coladas magmáticas incorporan algunas facies petrográficas, facies volcánicas sedimentarias con presencia de arenas volcánicas, microbios, magmas afaníticos, restos, bases andesíticas intercaladas a veces con microorganismos, andesitas afaníticas de alto corneado, andesitas granulares, andesitas con alto contenido en plagioclasa, geckos, calizas volcánicas y tobas.

Por lo general, no presentan delineación y de vez en cuando se disponen de forma desordenada, introduciendo entramados de rocas o arenas. Su litología está compuesta por la cadena volcánica y una progresión sedimentaria. La cadena de tipo volcánico incorpora corrientes de magma cuya creación es andesítica, granular, vesicular con un alto contenido de minerales ferromagnéticos del tipo augita, masas piroclásticas, brechas, tobas y tobas

volcánicas intercaladas. El borde volcánico se compone de areniscas feldespáticas oscuras intercaladas con roca volcánica, así como agregados de lutitas circulares a sub-redondos implantados en un entramado de arena, con feldespato y cuarzo. (Terciario Superior - Neógeno) (Quina, 2021).

2.4.3 Grupo Palca

Se sitúa sobre el grupo Tacaza y por debajo del grupo Sillapaca, donde se muestra una discordia angular, se sitúa localmente con un nombre similar en el cuadrángulo de Ocuvi, se describe por la presencia de una progresión de conglomerados tobáceas y tobas, con una potencia estimada de 398 metros.

La creación litológica fundamental está enmarcada por aglomerados, arcillas toroidales con aglomerados, cuyos clastos son sustratos redondeados, intercalados con endebles capas de areniscas rojas, areniscas verdes con concreciones calcáreas y ligeros esquistos de totales calcáreas blancos intercalados con venillas de calcita, tobas silicificadas aglomeradas, tobas blancas, areniscas de grano fino de tenue color verdoso y cerrando el círculo en arcillas volcanoclásticas blancas.

En el segmento medio, muestra una progresión de aglomerados cuyos aglomerados de inicio volcánico y calcáreo son de variedad blanquecina y granodiorita imprevisiblemente modificada, con una anchura inferior a 15 cm, siendo la diseminación de los aglomerados, es en general una pieza lenticular de grano fino de enorme perspectiva y una variedad rosácea (Quina, 2021).

En la zona superior hay una progresión de tobas de tono rosado, las tobas silicificadas tienen una variedad blanquecina-verdosa, aglomerados con rocas volcánicas andesíticas, y terminan en ignimbritas que están formadas por riolíticos con lapillis extendidos, las piezas son raquílicas de vidrio cruzado y volcánico con venillas de calcedonia.

A la luz de la zona estratigráfica y a la vista de las dataciones geocronológicas, una

edad de 11 a 16 millones de años, relativa al Mioceno inferior (Terciario central a Terciario inferior).

Almacenes fluvioglaciares: los almacenes estalagmíticos cubren una gran parte de la sección estratigráfica. Los limos están enmarcados por el impacto inmediato de variables climáticas y por la desintegración, el testimonio glacial y los flujos de agua.

2.4.4 Grupo Sillapaca

Tiene un prototipo de raya de espacio y una suave superposición, cuya sucesión está dada por corrientes magmáticas de pieza dacítica a traquiandesítica, siendo su estructura geológica farallones y bancos, siendo parte y recostándose en el grupo Palca, la cual se recuesta sobre el grupo Tacaza discordando angularmente. Son vistos como resultados volcánicos de 16 a 10 Ma (millones de años) y se muestran en los focos volcánicos Machucondori, Vendisa, entre otros.

En la parte inferior muestra corrientes de magma de constitución dacítica a traquiandesítica, tienen fenocristales de plagioclasa y un bandeamiento, en la parte inferior estructura crestas, hacia arriba muestra corrientes de magma de creación dacítica a andesítica con tonos rojizos y contiene fenocristales de plagioclasa. En ciertas zonas presenta tobas, tobas lapillíticas que contienen cuarzo erosionado, sanidina y plagioclasa, continuando con detritos tobáceos, fluidos separados y magmas andesíticos con disposición columnar.

En Cerro Peruano contiene magmas de peculiar constitución de fenocristales con dacitas con de biotita y augita de tono grisáceo y en entramado traquiandesítico, mientras que en Cerro Chojchaña tiene depositos piroclásticos, siendo los principales magmas vesiculares de andesitas conteniendo porfirina en red traquítica con algunos fenocristales de plagioclasas, que adicionalmente contienen aglomerados piroclásticos, algunos con bombas y tobas aglutinadas (Quina, 2021).

Presenta un artilugio de capas volcánicas compuesto por limos de grano medio o

grueso, la capa gruesa observada en la parte inferior de las escorias, andesita que muestra una progresión de corrientes magmáticas lenticulares de color púrpura con horizontes clásticos.

En el asiento de la datación por radiocarbono y tiene una posición estratigráfica, se espera que tenga un término relacionado con el Centro Mioceno Superior (Neógeno).

2.4.5 Cuaternario

Es retratado por la presencia de depositos aluviales y morrénicos. A principal normalidad los depósitos morrenicos de carácter heterogéneo, se constituye por una combinación de tramos y bloques precisos que tienen una composición, son veteados y reunidos en una red de grano grueso a fino, se considera entre 50 y 40 metros de espesor de estos depósitos.

Estos sedimentos son predominantemente impactados por la expulsión de algunos casos disminuidos, que se desprenden y se restringen a las inclinaciones del cono volcánico o en regiones altas. Las formas paralelas y frontales sobresalen, creando formas alargadas, y las formas inferiores estructuran regiones llanas o errantes. De vez en cuando, las unidades magmáticas presentan serias estrías o roturas. La media más reducida es de 4200 m.s.n.m., los depositos aluviales se descubren como material libre compuesto de arena, roca, residuos y algún nivel de flujos vortiginosos, que suceden como llanuras aluviales, mesetas aluviales y escorias y ángulos de arroyos de limo base, así como áreas de pendiente pronunciada, material obtenido de rocas inequívocamente desintegradas por la actividad de la brisa. Revelación en la zona (Quina, 2021).

2.5 Geología del Deposito Mineral Jesica

El yacimiento Jésica se encuentra en la Región Ocuiviri, Área de Lampa, Territorio de Puno, a 4750 msnm. A una altura de 5150 metros sobre el nivel del océano, es un cuerpo mineral prolongado con dirección especial E-O, de 1200 m de largo, 300 m de ancho y 300

m de profundidad. Se trata de una unidad epitermal profundamente sulfídica.

2.6 Tajo Jesica

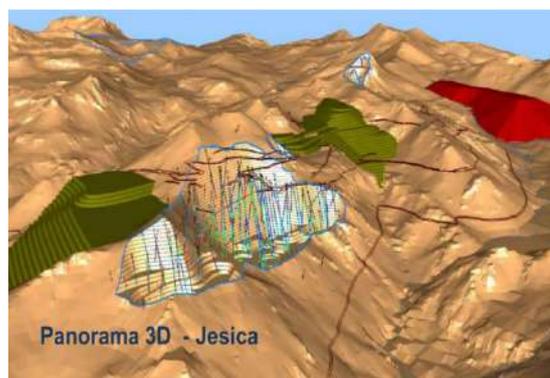
El tajo Jesica es un depósito aurífero del tipo epitermal, el cual fue aprobado en la Primera MEIA Arasi por Ampliación de Nuevas Áreas (R.D. N° 187-2010-MEM/AAM) y cuenta con un área aprobada de 38,15 ha.

Los parámetros de operación del Tajo Jesica aprobados en la Primera MEIA fueron modificados mediante el Segundo ITS “Ampliación del Pad de Lixiviación Jesica y Desinstalación y Adición de Componentes Auxiliares en la Unidad Minera Arasi” (R.D. N° 594-2014-MEM-DGAAM) para conseguir una mejora de la eficiencia de extracción del mineral del Tajo Jesica de 20 000 a 25 000 TMD; no obstante, el área del tajo no se incrementó y se mantuvo acorde a la aprobada (38,15 ha).

2.7 Reservas de Mineral

El modelo geológico de recurso mineral se creó a la luz de la reevaluación del registro de taladros perforados y se descifró con segmentos deliberados y ha vuelto a evaluar una reserva de 19.000.000 ton. de mineral explotable con una ley típica de 0,39 g/t Au y un peso de residuos de 10.080.000 toneladas, que se llevarán al Pad (mineral económico) o al botadero de desmonte, según el caso, siendo la proporción de pérdida respecto al metal de 0,53 (Chiclla & Zegarra, 2019).

Figura 7: Panorama 3d – Reserva Mineral



Fuente: (Mina Arasi, 2021)

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1 Carguío

Comprende en la carga de material (mineral o estéril) a partir del material fragmentado del yacimiento para conducirlo al lugar que corresponde, ya sea el chancado, stock de mineral o los vertederos de estéril. La operación de carguio incluye la mejora de una progresión de capacidades que garantizan que la interacción se realice de forma regular y productiva.

Esta fase del sistema minero es responsable de la caracterización de las áreas de apilamiento, zona de carguío (a los frentes de apilamiento, a la posición de equipos de carguío y nivel del suelo) y del objetivo de los materiales según lo indicado por los grados de concentración y tonelaje recientemente caracterizados.

3.1.1 Clasificación de los Equipos de Carguío

El equipo de carguío apila el material a un equipo de transporte o almacena directamente el material estéril en un punto definido. El equipo de carguío puede aislarse en unidades de apilamiento discretas, como herramientas de excavación y cargadoras, y

equipos de apilamiento de flujo continuo, por ejemplo, excavadoras de balde que realizan una actividad constante de extracción de material.

3.1.2 Clasificación por Desplazamiento

Un enfoque más para agrupar los equipos de carguío considera en si se mueven, por lo que se diferencia entre equipos sin acarreo, cuya base no se mueve en la actividad de apilamiento, y el equipo con acarreo que puede moverse breves distancias (Rojas, 2018).

Equipos de Carguío

Sin Acarreo:

- Pala Hidraulica
- Pala de Cables
- Retroexcavadora

Acarreo Mínimo:

- Cargador Frontal
- LDH o Scooptram

3.1.2.1 Sin Acarreo

Las palas eléctricas o de cables se utilizan predominantemente en minería a cielo abierto ya sea a gran o mediana escala, ya que tienen la capacidad de manejar grandes volúmenes. Cada modelo se puede acoplar a diferentes modelos de camiones (acoplamiento pala/camión), lo que les confiere una increíble adaptabilidad.

Figura 8: Equipos de Carguío Sin Acarreo



Fuente: (Bernaola, 2013)

3.1.2.2 Acarreo Mínimo

Este tipo de equipos incluye cargadores frontales y LHD.

Los cargadores frontales ofrecen una opción frente a la utilización de palas eléctricas o hidráulicas.

Gozan de ventajas extraordinarias, como su portabilidad y la posibilidad de hacerse cargo de enormes volúmenes de material (las mayores son de 40 yd³) (Reategui, 2018).

Figura 9: Equipos de Carguío Acarreo Mínimo

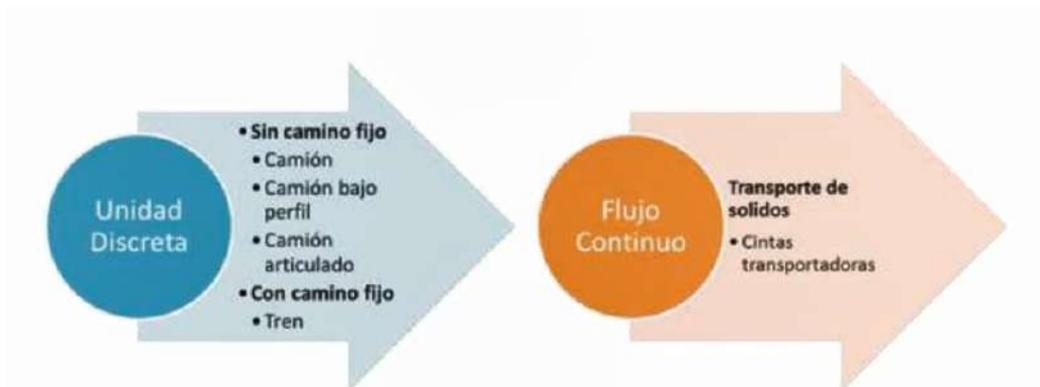


Fuente: (Díaz, 2012)

3.1.3 Clasificación del Transporte en discreto / Continuo

Se puede dividir en unidades discretas y equipos de transporte de flujo continuo

Figura 10: Clasificación del Transporte en discreto / Continuo



Fuente: (Leon, 2019)

3.2 Selección de los Equipos de Carguío y Transporte

La determinación del equipo de carguío y transporte se percibe como la elección del tipo, el tamaño y la cantidad de equipos para lograr un objetivo específico. Esto se hace una vez que se ha caracterizado la explotación minera que se va a aprovechar, el tipo y método minero que se va a desarrollar, si es a cielo abierto o subterránea. Para eso, se debe considerar el plan de minado, que comprende una evaluación técnica y financiera (Ramos, 2021).

3.2.1 Selección de Equipos

La selección de equipos se realiza en torno a 3 grupos básicos de información.

Figura 11: Selección de Equipos



Fuente: (Chiclla & Zegarra, 2019)

3.2.2 Selección según la Altitud

La exposición en elevación se reduce si se encuentra en mayor altura, un equipo Diesel reduce su fuerza en un 10% por cada 1000 metros sobre el nivel del océano, esto se debe a la ausencia de oxígeno para crear el encendido interior del motor, el cual entrega la energía y capacidad para hacer funcionar el engranaje (Ramos, 2021).

Perdida de Potencia:

- En elevaciones sobre el nivel del océano, se pierde 1% de fuerza por cada 100 metros sobre los 300 msnm. Para elevaciones superiores a 1500 msnm, se añaden turbos.
- Temperaturas cada 2°C en ascenso se pierde el 1% de potencia a partir de los 20°C.

Condición del entorno clima

- El clima respecto a la variabilidad de la temperatura puede alcanzar los 25°C por debajo de cero que registran algunas operaciones mundiales generan condiciones de entornos en el accionamiento de los equipos.

3.3 Producción de las Excavadoras

La producción que marca en toda operación minera es directamente evaluada por la Excavadora quien es el emisor de la producción, es por eso que se le considera los siguientes tiempos:

- Tiempo de Arranque
- Tiempo de llenado
- Tiempo de vire
- Tiempo de cuadrado
- Dimensionamiento de cama
- Espacio del cucharón a la tolva
- Estado del punto de carguío

Todos estos factores son evaluación en función del tiempo que son correspondientes a solo segundos para poder dar una operación productiva y continúa.

3.3.1 Producción

Es el cuerpo o peso de material manipulado en operaciones objetivas que puede ser mineral o desmonte, los equipos de carguío tienen las especificaciones en el factor importante que es la capacidad del cucharón que aplicados en minería va desde los 2.1 m³ hasta las 40 m³.

3.3.2 Productividad

La cantidad de material movido es utilizado con un factor de unidad por tiempo, también puede llamarse tasa neta de producción por una unidad de labor y tiempo, por ejemplo, tonelada/guardia.

3.3.3 Capacidad

Es el volumen o material que una máquina puede tratar en un momento dado.

- Capacidad a ras: Es el volumen de material en una unidad de apilamiento o transporte sin que sobresalga material.
- Capacidad con pila: Límite más extremo con el equipo lleno y con el desarrollo de una pila. Depende del plan del equipo para contener el material que se desprenda en sus bordes.

3.3.4 Factor de llenado

Es un cambio del límite de llenado del balde de equipos de carguío. En general, se representa como una porción decimal y rectifica el límite del balde al volumen que realmente puede mover, contingente a las cualidades del material y su ángulo de reposo, y la capacidad del operador del equipo para desempeñar la maniobra de llenado (Rodríguez, 2013).

Figura 12: Factor de llenado



Fuente: (Cubas, 2018)

3.3.5 Factor de Esponjamiento

El porcentaje de expansión en volumen que se produce cuando la roca se fragmenta

FCV = Factor de Conversión Volumétrico

$$FCV = \frac{\text{densidad Esponjada}}{\text{Densidad In situ}}$$

$$FE = \text{Factor de Esponjamiento} = \frac{1}{FCV}$$

$$FE = \text{Esponjamiento} + 1$$

$$\text{Esponjamiento (\%)} = \left(\left(\frac{1}{FCV} \right) - 1 \right) * 100$$

y extraída de su posición inicial.

Como puede verse, la tasa es la expansión fragmentaria en volumen del material que se produce cuando se divide y se saca de su estado regular y se guarda en un lugar no confinado (volumen no confinado). Suele comunicarse como división decimal o como porcentaje.

3.4 Acarreo

Comprende el traslado de material mineralizado o potencialmente estéril desde el yacimiento a destinos potenciales, ya sea planta de tratamiento, las reservas de metales o los vertederos de estériles. Las capacidades asociadas al ciclo del transporte son las adjuntas:

En esta etapa, se define mediante un plan las rutas de transporte y el destino de los materiales de acuerdo al grado de concentración y tonelajes recientemente caracterizados (Barreto, 2017).

3.4.1 Funciones de los equipos de Acarreo

Comprende la eliminación del fragmento de material de la zona de voladura, por lo general en la minería a cielo abierto se trabaja con camiones de alto tonelaje, a pesar de que se está queriendo involucrar fajas transportadoras con trituradores móviles más adelante.

Se requiere que los materiales sean utilizados según corresponda al tipo de mineral transportado, impermeables al raspado y que fundamentalmente permitan la seguridad y estabilidad del equipo. De igual manera son de extrema importancia los periodos utilizados en el mantenimiento del camión y de la tolva, dadas las circunstancias de operación que lo acompañan este debe ser limitado para obtener el mayor provecho con la más elevada disponibilidad posible (Diaz, 2012).

Los camiones mineros están excepcionalmente diseñados para acarrear toneladas considerables. Asimismo, cuentan con un diseño especial para su uso en minería. Pueden arrastrar más de 300 toneladas de material en cada ciclo, lo que supone un bajo coste de operación.

Ventajas de los camiones de minería

- Adaptabilidad del sistema, pueden cubrir distancias significativas en el rango de 100 y 3000 metros.
- Capacidad para adaptarse a una amplia gama de materiales.
- Requieren un almacén algo básico y poco costosa.
- Existe un extraordinario surtido de modelos, lo que permite utilizar el que mejor se adapte a las circunstancias en las que se deba desarrollar la operación.
- Menor inversión introductoria que otros sistemas de transporte.

Desventajas

- Elevados gastos de explotación, que junto con el apilamiento pueden alcanzar el 60% del gasto total de explotación.
- Disminuye su rendimiento cuando aumenta la distancia de transporte.
- Requiere mano de obra especializada para la operación y mantenimiento.

3.4.2 Componentes principales de un Camión

- Motores:

Los motores de los camiones son Diesel, turbo – laminados y con el enfriador.

- Transmisión:

Se relaciona directamente con la capacidad de carga, que puede ser de transmisión mecánica o eléctrica. Los camiones de gran tonelaje tienen principalmente transmisión eléctrica.

Ventajas de la transmisión eléctrica:

- Mayor aprovechamiento de la potencia del motor en toda la gama de velocidades.
- Freno dinámico.
- Simplificación de la operación.
- Mayor fiabilidad (Nacap, 2021).

Dirección y Sistemas Hidráulicas

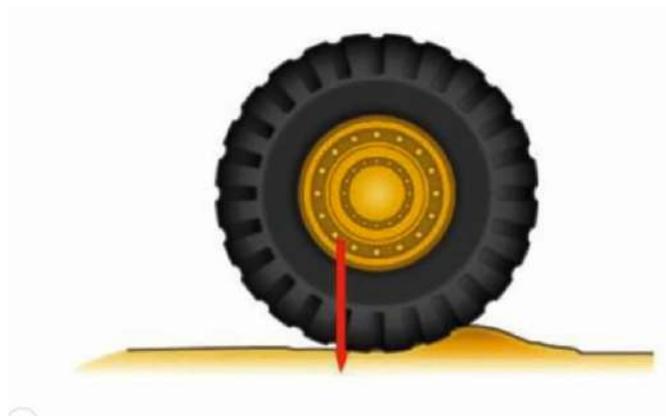
La dirección de un camión minero es completamente hidráulica, y opera mediante cámaras de presión hidráulicas de doble acción. El sistema hidráulico es accionado por una o un par de bombas en paralela, que están trabajando continuamente, tanto para girar la dirección y para levantar la caja. Puesto que hay dos bombas, en caso de que haya un

desperfecto en uno de ellas, el otro puede conducir continuamente el dirigir, pero no levantaría la caja.

- **Neumáticos**

Los neumáticos se dirigen a la última conexión de la transmisión y posteriormente la fuerza se transforma allí en fuerza de tracción sobre el suelo en contacto con el neumático. Cuanto menor sea el diámetro de las ruedas, mayor será la fuerza de tracción.

Figura 13: Neumáticos



Fuente: (Cubas, 2018)

- **Tolvas**

Las tolvas están fabricadas con planchas de acero de alto límite elástico (1300 mpa), que proporcionan una alta protección contra los impactos y el desgaste. Los radiadores de presión son vacíos, de segmento rectangular, a través de los cuales fluyen los gases de escape para calentar el contenedor y, posteriormente, evitar que el material se quede cuando está húmedo o arcilloso.

3.4.2 Antes de la Operación

Hacia el inicio de cada turno, mirar realmente el estado de las luces (sobre todo en los turnos de noche), confirmar el buen funcionamiento del equipo de radio y su recurrencia, para garantizar una comunicación fluida.

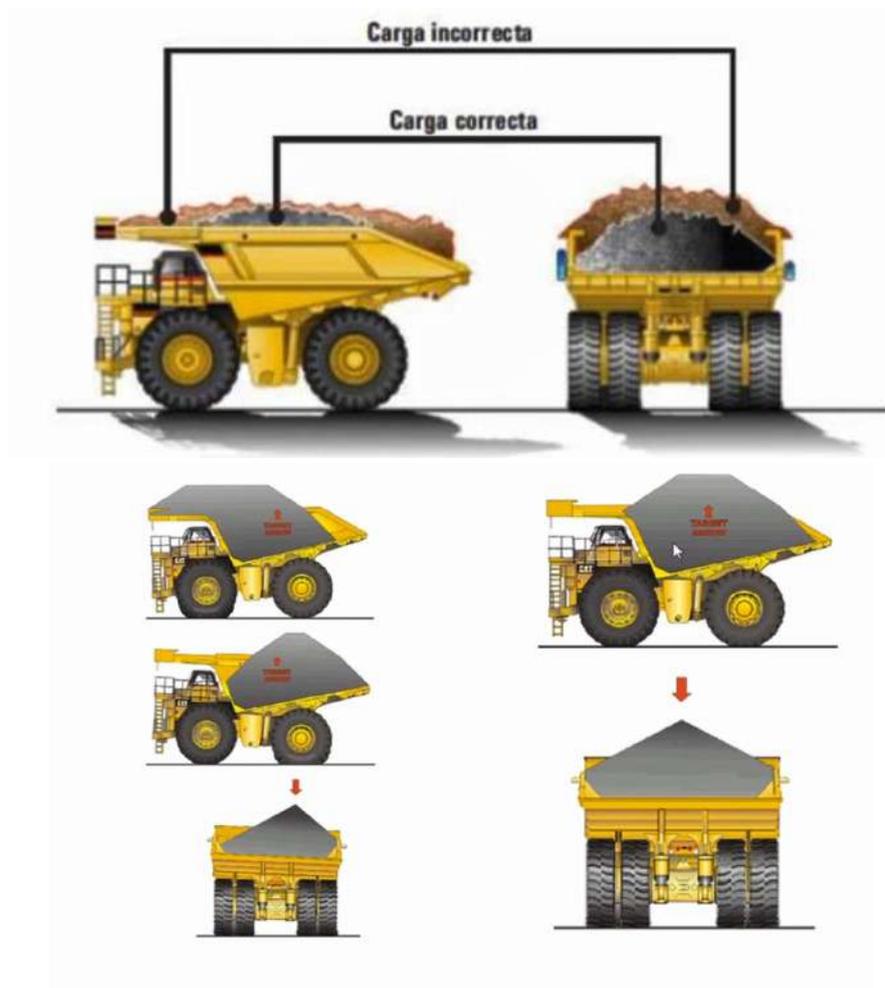
Además de confirmar la actividad de todos los equipos auxiliares que trabajan en el frente de carguio, comprobar el funcionamiento de los camiones de carga. Cada uno de los operadores de los distintos equipos debe garantizar continuamente una buena visibilidad. Por ello, comprobar los sistemas es fundamental.

3.4.3 Colocación de Carga

La colocación de Carga en los camiones debe considerar 3 ítem:

- En paralelo: Carga que entra en las cámaras de elevación o en el eje de la caja.
- Longitudinales: Carga centrada en la parte central.
- General: Sin mucho material en la cabecera.

Figura 14: Colocación de Carga



Fuente: (Cubas, 2018)

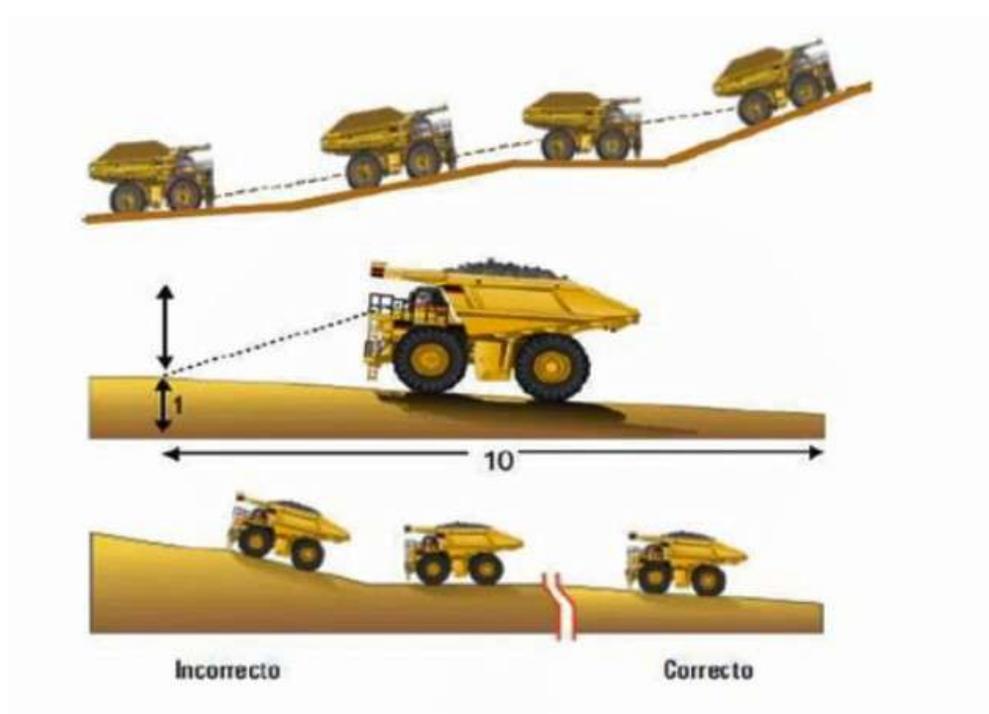
3.4.4 Salida del Frente de Carguío

Terminado el carguío, el camión debe desactivar los frentes de carguío y poner g/marcha hacia adelante, saliendo de la zona de carguío con alerta, siguiendo rumbos definidos y hacia la trayectoria recién establecida por la pila que está transportando. En el caso de que la carga sea mineral se dirige directamente a la chancadora principal para reducir la dimensión del macizo rocoso donde está incluido el mineral, y el caso del material desmonte o estéril va directamente al botadero (Seguridad Minera, 2019).

3.4.5 Tránsito de camiones

El tránsito de camiones en el mejor de los casos se pide una gradiente no mayor de 10% para ampliar la vida útil de los neumáticos, limitar los cambios de transmisión, mantener una velocidad típica más alta y tener en cuenta un esfuerzo de frenado más constante.

Figura 15: Tránsito de camiones



Fuente: (Cubas, 2018)

3.5 Selección de Equipos por Compatibilidad

En un proyecto de mejora, cuando se ha encontrado el yacimiento metálico que se va a aprovechar y se han realizado los principales estudios especializados de viabilidad técnica-económica, en los que previamente se ha pensado en la maquinaria que se va a utilizar, la fase de determinación de equipos comienza con tres grupos de información fundamental.

El grupo principal está compuesto por las condiciones en las que se desarrollarán las operaciones:

- Altura
- Temperatura
- Precipitaciones
- Vientos
- Tipo de terreno
- Accesibilidad
- Red eléctrica
- Disponibilidad de la mano de obra
- Estudios o bases de los distribuidores de maquinaria
- Cercanía a regiones habitadas
- Imperativos naturales, etcétera((Herrera, 2016).

El siguiente grupo alude a las características del yacimiento mineral:

Estériles interiores a la mineralización y de recubrimiento:

- Potencias
- Naturaleza y nivel de consolidación
- Propiedades geomecánicas
- Solidez de la inclinación (estabilidad de taludes)

- Angulo de reposo de los estériles libres

Mineralización:

- Tipo y forma
- Espesor
- Patrón inclinación
- Propiedades geomecánicas
- Alterabilidad
- Hidrología e hidrogeología
- Otras propiedades de los materiales
- Densidades
- Factores de esponjamiento
- Abrasividad
- Resistencia, etc.

Los parámetros de la explotación describen la geometría de la misma y la organización que se aplicará para hacer las tareas:

- Límites de propiedad
- Dimensiones de la excavación
- Altura de banco, anchura de vías, bermas, etc.
- Relación de obras, organización del trabajo
- Ritmos de producción
- Selectividad minera
- Duración del proyecto
- Disponibilidad de capital
- Programa de recuperación de tierras

La forma y el grado en que cada grupo influye en la decisión de elección del diseño, el tipo y tamaño de las maquinarias es única, sin embargo, los tres están interrelacionados.

3.6 La Operación en función del Tiempo

3.6.1 Control de Tiempo

La capacidad de coordinar o gestionar cada una de las actividades que se crean dentro de la organización, para completarlos en un tiempo previsto, creando una eficiencia más notable y mayor productividad.

3.6.2. Características del control de tiempo

El principal contraste en la estimación de las productividades con el caso de equipos sin acarreo es que la duración del proceso incorpora el transporte de ida y vuelta necesarios. Para evaluar los tiempos de transporte, en general se considerará que para recorrer 60 metros a 12 km/h el tiempo es de 30 segundos, mientras que al disminuir la velocidad a 6 km/h, el tiempo aumenta a 60 segundos (Tenorio, 2022).

Tabla 1: Tiempos mínimos para el cálculo del ciclo de cargulo con acarreo mínimo

<i>Tiempos mínimos para cálculo de ciclo de cargulo con acarreo mínimo.</i>	
Tiempo de ciclo (min)	
Carga	0.06
Transporte	0.15
Descarga	0.05
Regreso	0.14
Total	0.40

Fuente: (Chiclla & Zegarra, 2019)

3.6.3 Tiempo de controles de Tiempo

3.6.3.1 Tiempo de Operación

Es el tiempo real donde el camión volquete realiza el trabajo directamente conectado con la producción. Se describe como la suma de las distintas estaciones del ciclo de

transporte (tiempo de giro y de posicionamiento, tiempo de carguio, tiempo de transporte, tiempo de descarga y tiempo de retorno).

3.6.3.2 Tiempo de Giro y posicionamiento en el punto de Carguío

Es el tiempo que tarda el volquete en situarse en el punto de carguío. Este tiempo depende del tipo de medio de transporte y de las condiciones de funcionamiento. Una situación descuidada en el punto de carguío es una práctica que puede causar contratiempos excepcionales en el tiempo de operación. Un buen posicionamiento de los volquetes permite disminuir el tiempo de giro y aumentar su productividad. La tabla 2 se muestra con valores de referencia (León, 2019).

Tabla 2: Tiempo de posicionamiento (min)

TIEMPO DE POSICIONAMIENTO (min)			
<u>Condiciones de operación</u>	INFERIOR	TRASERA	LATERAL
Favorable	0.15	0.15	0.15
Promedio	0.5	0.3	0.5
Desfavorable	1	0.5	1

Fuente: (Chiclla & Zegarra, 2019)

3.6.3.3 Tiempo de Carguío

Es el tiempo de apilamiento que tarda el volquete en ser llenado en la rampa o cargado por el scoop. El tiempo de carga depende de la cantidad de lampones que se supone que llenan la capacidad del volquete (o unidad de transporte). Se puede calcular de acuerdo a la siguiente formula (Álvarez, 2014).

$$\text{Tiempo de carguío (min)} = T_e * N$$

Dónde:

T_e : Tiempo de ciclo del scoop (min).

N : Número de pases.

El número de lampones (N) necesarios para colmar la capacidad del volquete se determina de la siguiente manera:

$$N^{\circ} = \frac{Q}{C * f * e * P.e}$$

Dónde:

Q : Capacidad nominal del equipo (TM).

C : Capacidad nominal de la cuchara (m³).

f : Factor de llenado de la cuchara (en %).

e : Esponjamiento del material (en %).

$P.e.$: Peso específico del material in situ (TM/m³).

El porcentaje del factor de llenado dependerá del tipo de material a ser cargado, así se tiene (Quiquia, 2015):

- Roca bien fragmentada: 90 – 95 %
- Roca fragmentada mediana: 75 – 90 %
- Roca mal fragmentada: 60 – 75%

Se indica que el porcentaje de esponjamiento de material a ser cargado, será

- Roca blanda bien fragmentada: 67 – 68 %
- Roca dura bien fragmentada: 65 %
- Roca dura mal fragmentada: 50 %

3.6.3.4 Tiempo de Acarreo y Transporte

Es el tiempo para que el volquete apilado recorra a cada parte de la distancia actual al objetivo. Depende de la distancia de acarreo "D" y de la velocidad utilizada por el volquete apilado.

$$T_a = D / V_c$$

Dónde:

D: Distancia de acarreo (m).

V_c: Velocidad con carga (m/min)

Tiempo de descarga y maniobra

Es dependiente de las circunstancias de funcionamiento y del tipo de descarga del equipo. Debe ser visto como que en la región de descarga no debe haber ningún equipo en movimiento, por lo que el volquete puede entrar y moverse en reversa una distancia específica y vaciar el material realizando maniobras con el aumento de la velocidad relativa y la desaceleración para luego volver al objetivo.

Para determinar el tiempo de descarga hay que visualizar continuamente las condiciones del lugar de trabajo.

Tabla 3: Tiempo según el tipo de descarga (min)

TIEMPO SEGÚN EL TIPO DE DESCARGA (min)			
Condiciones de operación	INFERIOR	TRASERA	LATERAL
Favorable	0.3	0.15	0.7
Promedio	0.6	0.3	1.0
Desfavorable	1.5	1.5 – 2.5	1.5

Fuente: (Chiclla & Zegarra, 2019)

3.6.3.5 Tiempo de retorno

Es el tiempo que tarda el volquete en entrar en vacío desde el punto de descarga (contenedor de finos/descarga) hasta el punto de apilamiento o carguío. Depende de la distancia de transporte "D" y de la velocidad utilizada por el volquete vacío para volver.

$$T_r = D / V_r$$

Dónde:

D: Distancia de acarreo (m)

V_r: Velocidad del volquete vacío (m/min)

A continuación, para considerar un ciclo total de trabajo de acarreo de material, éste será la suma del tiempo de giro y posicionamiento, el tiempo de apilamiento o carguío, el tiempo de transporte, el tiempo de descarga y el tiempo de retorno. Teniendo en cuenta que el ciclo de transporte contiene 2 tipos de tiempos.

Tiempo fijo (T_f): Está compuesto por el tiempo utilizado para el giro y las maniobras del volquete, además de cuando la pala comienza la actividad de carga, además del tiempo de descarga y el tiempo de demora.

$$T_f = T_g + T_c + T_d + T_b$$

Dónde:

T_f: Tiempo fijo (min)

T_g: Tiempo de giro y posicionamiento (min)

T_c: Tiempo de carguío (min)

T_d: Tiempo de descarga (min)

T_b: Tiempo de demora (min)

Tiempo Variable (T_v): Los tiempos variables para el acarreo y retorno se determinarán dividiendo la distancia entre las velocidades medias de ambos trayectos.

$$T_v = T_a (\text{con carga}) + T_r (\text{sin carga})$$

Dónde:

T_v : Tiempo variable (min)

T_a : Tiempo de acarreo con carga (min)

T_r : Tiempo de retorno sin carga (min)

Para acercarse al ciclo real de acarreo, será importante tener en cuenta, los límites de velocidad, lo permitido por la norma de seguridad para tránsito en superficie y e interior mina, así como realizar un estudio de campo; el cual deberá ser manejado a través de un análisis estadístico para decidir las velocidades medias de transporte y retorno considerando la inclinación de la pendiente y las condiciones de la vía.

Las condiciones de la vía serán concluyentes para el ciclo absoluto del transporte, ya que de ello dependerá el nivel de oposición en movimiento (grado de resistencia a la rodadura) de la pendiente. Cuanto menor sea la obstrucción en movimiento, mayor será la eficacia y productividad, y mayor seguridad. Mantener el estado ideal de las vías se logrará con la utilización de buen material a compactar, buen drenaje, control satisfactorio de la polución, normalización de zanjas y espacios y severo cumplimiento de su mantenimiento (Cubas, 2018).

3.6.3.6 Tiempo de Demora

Hay demoras que están directamente relacionados con el ciclo de acarreo que debemos considerar.

- Pesado en balanza: Comprende el aforo de la carga movida proveniente de la mina. La norma de escala demuestra que este movimiento se realiza entre 1 y 3 minutos.
- Destare in balanza: Comprende pasar al volquete sin llenar para conocer el peso retirado.

3.6.3.7 Ventajas del Control de Tiempos

La ventaja del control del tiempo es desarrollar aún más la productividad del trabajo es el componente más desconcertante de la evaluación no fijado en piedra por una progresión de factores, por ejemplo, el factor humano, las circunstancias climáticas, métodos de explotación, tránsito, la reparación de volquetes, la actividad nocturna, las operaciones coordinadas, etc.(Cubas, 2018).

El porcentaje de eficiencia puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Eff} = \frac{\text{Tiempo de operación efectiva}}{\text{Tiempo total de Operación}} * 100$$

Esta productividad funcional o factor operacional (operating factor) dependerá por esta multitud de elementos recientemente retratados, además del rendimiento administrativo y de supervisión.

Tabla 4: Organización de la obra

Condiciones de trabajo	Organización de la obra		
	Buena	Promedio	Mala
Buena	0.90	0.750	0.60
Promedio	0.80	0.650	0.50
Mala	0.70	0.600	0.45

Fuente: (Chiclla & Zegarra, 2019)

3.6.3.8 Control de tiempos enfocado a la mejora del ciclo de Acarreo

El ciclo total de acarreo y transporte es el tiempo que tarda el volquete en realizar un ciclo total de trabajo, teniendo en cuenta igualmente los tiempos referidos anteriormente, así como los tiempos de demora creados durante todo el proceso. Entonces se tiende a demostrar que el ciclo total de acarreo y transporte será la cantidad de los tiempos variables creados en el trabajo de transporte y los tiempos fijos que estos producen multiplicado con el factor de eficiencia del trabajo del volquete (Cubas, 2018).

$$\text{Ciclo Total de transporte} = (\text{tiempos variables} + \text{tiempos fijos}) * \% \text{Eff}$$

Los tiempos variables estarán compuestos por el tiempo de acarreo apilado, el tiempo de retorno, que fluctuará según lo indique la distancia y los estados de la rampa.

Los tiempos fijos estarán conformados por el tiempo de giro y posicionamiento para el carguio, carga y descarga definidos, así como los tiempos de demora producidos simultáneamente; los cuales son constantes sin importar la distancia (Cubas, 2018).

3.7 Colas

En el momento en que una unidad no puede moverse por necesitar la ayuda de un servidor, que está ocupado, debe permanecer a la espera en un espacio de línea. Los camiones en movimiento de acarreo entran en actividad cuando el GPS identifica que el camión se ha detenido dentro de los límites de un área de descarga.

3.8 Equipos en Stand by

Son equipos en espera que puede ser con operador y sin operador, esto va de acuerdo a la necesidad de la operación.

En el caso de que sea en espera con operador indica que la actividad no amerita la necesidad de un equipo, para no generar colas o demoras operativas con el equipo encendido lo más recomendable es que el equipo se encuentre cerca de la actividad, con una distancia de seguridad necesaria para no tener interacción ni condiciones dentro de la operación.

En el caso de que el equipo se encuentre en stand by sin operador nos tiene en condición favorable, este equipo será activado de manera inmediata cuando un equipo tengo inconvenientes con su continuación es por eso que esto nos ayudara a no bajar la producción y seguir teniéndolo en el frente de trabajo.

3.9 Mantenimiento de Equipos

Es el conjunto de estrategias dirigidas a salvaguardar la actividad de los recursos a pesar de futuras fallas que puedan ocurrir durante el ciclo de vida de las maquinarias. El

mantenimiento involucra tres componentes decisivos, por ejemplo, los mantenedores, las máquinas y el entorno donde se realizan las tareas.

En los mantenedores depende de la capacidad de diagnosticar y arreglar las diversas circunstancias de fallas en una máquina, en cuenta de las máquinas depende de la simplicidad de tener piezas de repuesto y en el entorno se tiene en cuenta la organización del taller como la accesibilidad de los dispositivos esenciales para realizar las tareas de mantenimiento (Uribe, 2022).

3.9.1 Mantenimiento preventivo

El soporte preventivo se realiza sobre piezas de repuesto cuyas fallas prácticas implican una alta responsabilidad funcional. La recurrencia de las intervenciones preventivas lo determina el fabricante, que depende también de la exigencia del activo.

3.9.2 Mantenimiento Predictivo

Se trata de diligencias a la vista del estado de los recursos, en las que se reconocen las fallas potenciales antes de que se conviertan en fallas funcionales que influyan en la accesibilidad funcional de los equipos.

El objetivo es prever las fallas potenciales, distinguiendo el tramo de tiempo hasta la falla funcional y de esta forma caracterizar la prevención adecuada. (Uribe, 2022).

3.9.3 Mantenimiento Correctivo

Se trata de ejercicios aplicados a los recursos, cuando dejan de funcionar totalmente debido a averías. El objetivo del mantenimiento es restablecer la operatividad (Uribe, 2022). La naturaleza del soporte depende del tiempo que lleve arreglar la pieza extra, por lo que depende de la conclusión diagnóstica, de la habilidad del especialista y de las pruebas posteriores al arreglo para tener el equipo funcional.

3.9.4 Gestión de Confiabilidad Operacional

Un marco incorpora técnicas de mantenimiento para garantizar la operatividad del recurso en vista de los peligros de los que muy bien podría depender.

Figura 16: Gestión de Confiabilidad Operacional



Fuente: (Chiclla & Zegarra, 2019)

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Operaciones dentro de la U.M ARASI

Las operaciones dentro de la U.M. ARASI son a tajo abierto, es por eso que el sistema de carguío fue evaluado de acuerdo al terreno y mineral encontrado, como se sabe los yacimientos son de tipo morrénico que no necesariamente necesitan de la perforación y voladura para su explotación, si bien es cierto este tipo de material es abrasivo, es por eso que se opta en la mayor parte de opciones la aplicación y sustitución del cargador frontal en reemplazo de la excavadora; Las ventajas que se tiene en el presente tajo son la vertibilidad y el traslado del equipo, sumado a esto la capacidad de sus cucharones, en mediana minería de yacimientos polimetálicos se utiliza la CAT 374DL que tiene un capacidad de 5.1 m³, esto en minerías polimetálicas como de Cu, Zn y Ag.

El reemplazo de este equipo puede ser compensado con un cargador frontal CAT 980H, cuya capacidad es de 6 m³, esta opción viene siendo aplicada en mediana y gran minería en los tiempos actuales, así mismo el tiempo de carguío es reducido con respecto al número de pases lo que implica una mejora en la producción diaria de esta flota de equipo.

Los equipos de acarreo son compatibles a la capacidad de los equipos de carguío, actualmente los tiempos de pase no debe ser mayor a 4 pases, es por eso que en la presente U.M ARASI se tiene volquetes FMX 520 I-SHIFT de capacidades de 20 m³ donde van relacionados a lo mencionado anteriormente, uno de los factores que implica el retraso de la producción en la presente U.M ARASI es la disponibilidad de los equipos por las fallas mecánicas constantes que los aquejan los cuales son fallas mecánicas, mantenimientos preventivos, desgaste de neumáticos y fatiga de accesorios, es por eso esta problemática que requiere de una alternativa de mejora para alcanzar la producción diaria y mensual sin tener pérdidas adicionales al presupuesto establecido antes de inicio de obra.

4.2 Operaciones Unitarias dentro de la U.M ARASI

Las operaciones unitarias que se aplican dentro de la U.M ARASI viene relacionado a la necesidad y los costos que requiera el frente de trabajo siendo los siguientes:

4.2.1 Perforación

En este movimiento utilizamos perforadoras rotativas DM45E con una medida de 7 7/8" y una longitud de 8,50 metros de perforación (vertical e inclinada); ya que tenemos una altura de banco de 8 metros. La infiltración del aparato de perforación en la roca se realiza por parámetros de presión de empuje (pulldown) y velocidad de rotación (RPM); el barrido de detritus se realiza mediante aire comprimido.

La malla utilizada depende de la dureza de la roca, densidad del material y la velocidad de explosión (VOD). El tamaño evaluado de la malla es de 5,0 X 5,8 m, con una sobreperforación de 0,5 m para el mineral y para la roca de desecho (desmonte) tenemos un tamaño de sección transversal de 5,5 X 6,3 m (malla triangular). Las regiones de perforación primarias deben ajustarse a las particularidades adjuntas:

Tabla 5: Perforación

MALLA	BUR.	ESP.
MINERAL A PAD	4.3	5.0
DESMONTE	4.6	5.3

MALLA	BUR.	ESP.
MINERAL A CHANCADORA	4.3	5.0
MINERAL A PAD	4.0	4.8
DESMONTE	4.6	5.3

Fuente: Propia

La zona de perforación debe tener un suelo nivelado, uniforme y sin rocas, y la sección transversal de la perforación debe estar debidamente marcada y señalizada. Las perforaciones auxiliares o secundarias se realizan también con perforadoras neumáticas Jacklegs, que perforan aberturas de 38 mm y longitudes de 1,2 y 1,5 m. El tamaño típico de la sección transversal es de 0,5 m. la malla promedio es de 0,6 X 0,8 metros.

Figura 17: Área de perforación



Fuente: Propia

4.2.2 Voladura

Esta actividad se desarrolla con el objetivo fundamental de fragmentar el material para tener un componente fino y uniforme, que será preparado para la lixiviación y la recuperación.

Para el arranque utilizamos boosters de 1 libra con líneas de bajada no eléctricas con tiempos en milisegundos, para el aseguramiento del compartimento de acopio utilizamos cordón detonante de 5G. El carguío de los taladros se realiza a través de un camión planta que mezcla ANFO y ANFO Pesado, según las especificaciones del material a fragmentar y el grado de contenido de agua. A lo largo de estas líneas, se tapan los taladros detritos producto de la perforación utilizando tapones de 3,0 metros. El arranque se realiza normalmente utilizando una mecha de seguridad de 10 pies con fulminante N°8.

Para la voladura secundaria se utiliza ANFO y cordón detonante 5G como iniciador y amarre; se cuenta con dos cargadores especiales para el carguío de los taladros.

Figura 18: Voladura



Fuente: Propia

4.2.3 Carguío

Las Operaciones de carguío se realizan con cargadores frontales de capacidad CAT 980H de 6 m³, siendo este diseñada por la versatilidad y capacidad para hacer el carguío, es por eso que el tiempo de acarreo viene siendo compatible con la producción.

Los frentes de carguío presentan material abrasivo donde a diferencia de una excavadora el material puede ser roto de manera inmediata para realizar el carguío en los equipos de acarreo, como se sabe un cargador no tiene la misma fuerza de desbroce de material siendo este motivo necesario el apoyo de un tractor sobre orugas solo de manera puntual para no generar costos fuera de presupuesto operativo y sobre todo no generar desgastes de componentes y accesorios del cucharón del cargador, al final esto llevaría a la inoperatividad del equipo de carguío.

Figura 19: Carguío



Fuente: Propia

4.2.4 Acarreo

Los equipos de acarreo en la presente U.M ARASI son el total de 18 vehículos cuya cantidad en cada frente está distribuido en 7 Unidades aproximadamente donde llevan y son destinados a mineral y desmonte, estos destinos son constantemente aleatorios por el yacimiento que se tiene dentro de las operaciones, la selección de material es muy versátil a los puntos de descargue, para ello la confiabilidad del equipo debe ser constante y

permanente dentro de la operación, para alcanzar la capacidad de traslado de material requerida diariamente.

Figura 20: Acarreo



Fuente: Propia

Sin embargo, se tiene percances de estos equipos, quedando inoperativos por factores mecánicos, eléctricos e hidráulicos, siendo esto una baja para la producción diaria; Este es un factor que se aqueja diariamente de 1 a 3 unidades por día.

Tiempo de Acarreo = 30 min

Nº de vueltas / Hora = 2

M3 / hr = 26 * 2

M3/ hr = 52 m3 / Hr

Nº de camiones promedio = 2 unid

Nº de volumen faltante = 2 unid * 52 m3/ hr

Nº de volumen faltante = 104 m3 / hr

Horas efectivas = 10 hrs

Volumen faltante / turno = 1040 m3 / turno

Peso específico = 1.6

Tonelada de material = $26 * 1.6$

Tonelada de material = 41.6 ton

Entonces:

La tonelada que genera la improducción por hora es la siguiente.

Tonelada faltante = $41.6 * 20$

Tonelada en perdida = 832 ton / turno

Como se visualiza en los cálculos se tiene pérdidas considerables cuando se tiene un equipo inoperativo siendo la mayor parte por una guardia completa.

4.3 Diseño del Tajo

En base al tajo óptimo se realizó el diseño operativo del tajo, considerando parámetros geotécnicos de taludes y parámetros de operación.

Especificaciones Generales

Tabla 6: Diseño del Tajo Especificaciones Generales

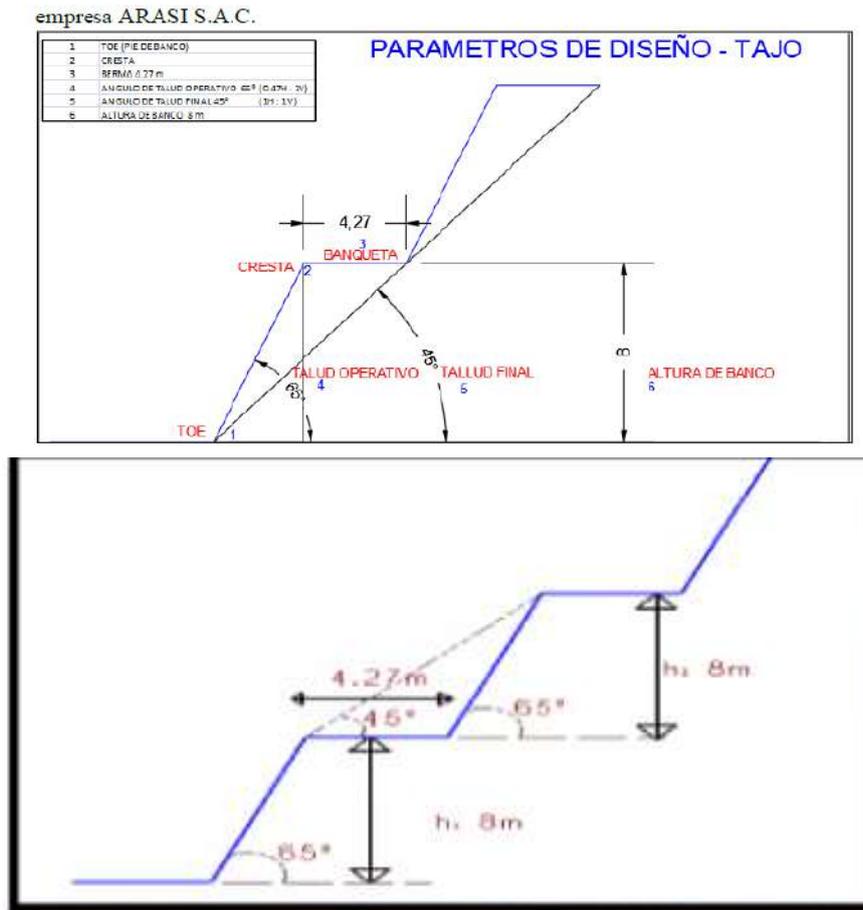
Detalle	Cantidad
Ángulo de Talud	68°
Ángulo general	46° - 68°
Altura de banco	8 m
Talud de banco	65° - 70°
Banqueta	4,49 m

Tabla 7: Medidas correspondientes del tajo

Angulo de Talud Final del Pit	45°
Altura de Banco	8 m
Ancho de Banco	4.27 m
Angulo de Talud Operacional	65°
Ancho de carretera	12 m
Distancia promedio hacia el pad	4 Km
Distancia promedio hacia el Botadero	1.5 Km

Fuente: Propia

Figura 21: Diseño del Tajo



Fuente: Propia

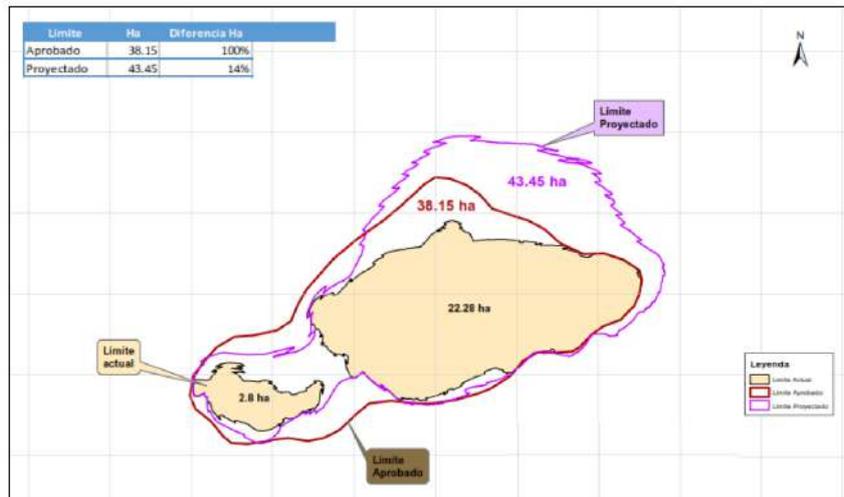
4.4 Plan de Minado

4.4.1 Estrategia de Minado

Teniendo en cuenta las cualidades mineralógicas, morfogenéticas y geotécnicas del yacimiento, el método de explotación que se está desarrollando en la mina es a cielo abierto, mediante la profundización por banqueo.

La actividad minera se lleva a cabo de forma progresiva y sistemática, según el plan de minado. La secuencia de minado disminuirá los costes de transporte. La región endosada del tajo Jessica se ampliará de 38,15 ha a 43,45 ha, en el rumbo norte, lo que intenta mantener el ritmo de creación de finos, debido a la menor ley de oro en los bancos restantes.

Figura 22: Estrategia de Minado



Fuente: Propia

4.4.2 Programa de Minado

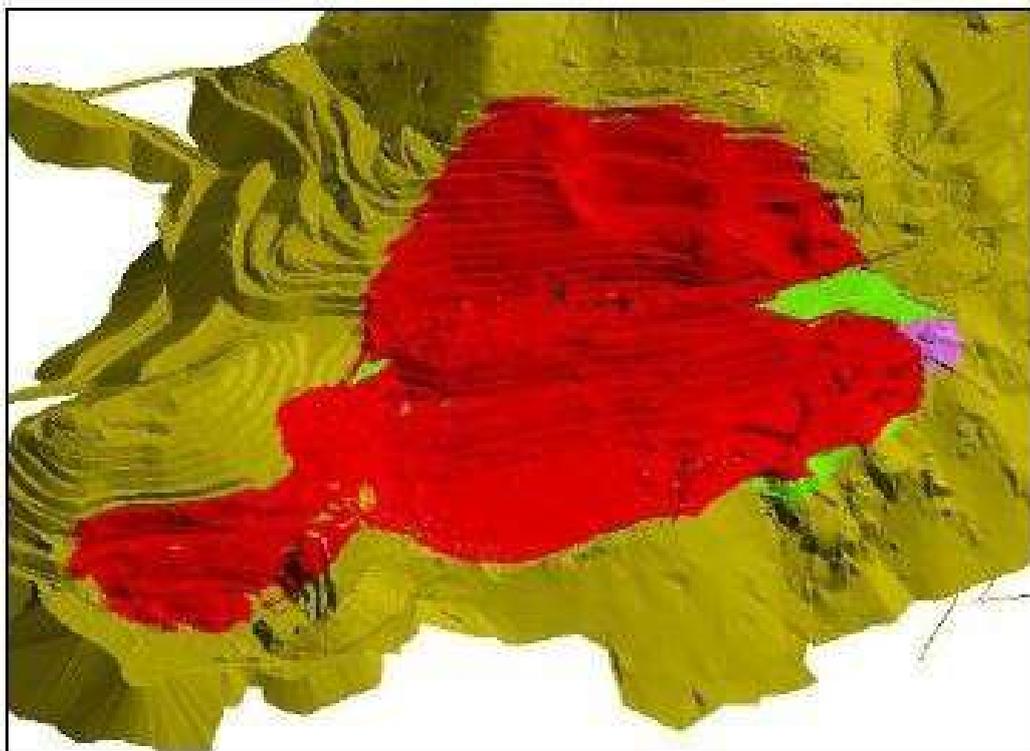
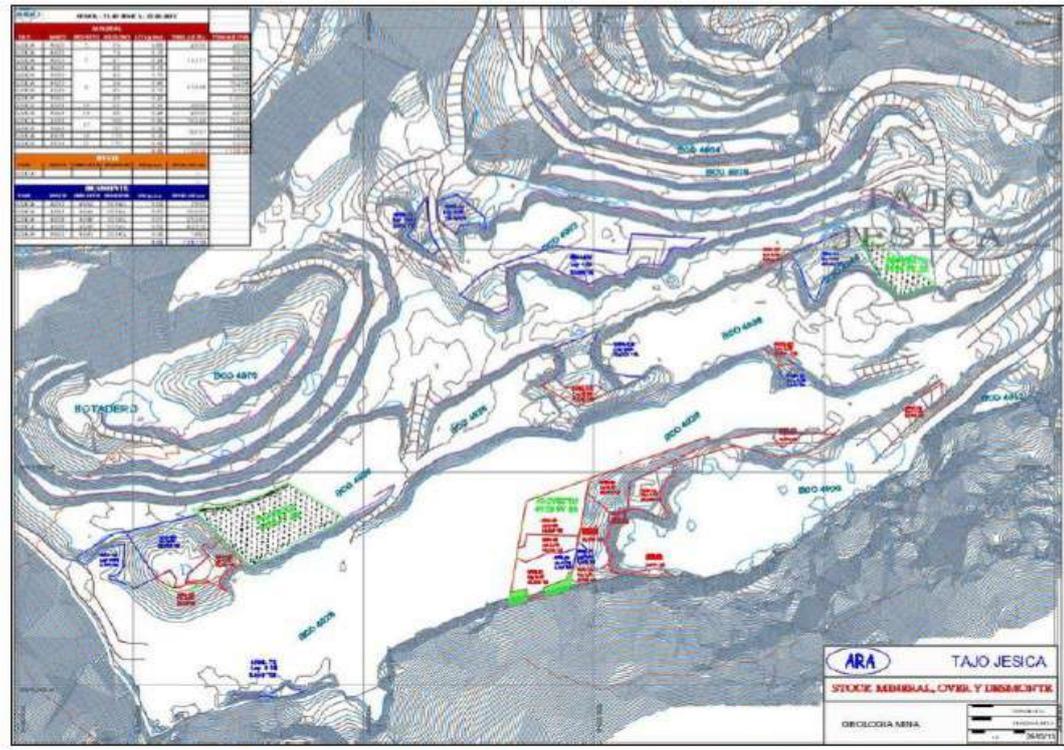
El mineral explotable evaluado absoluto en el tajo Jessica es de 19.000.000 toneladas de mineral explotable con una ley promedio de 0,39 g/ton Au, mientras que la roca estéril completa es de 10.080.000 toneladas, que se proyectan explotar en tres (03) años según la roca estéril del tajo Jessica hasta la fecha, que se proyectan explotar en 03 años.

Tabla 8: Programa de Minado

Año	Mineral (t)	Desmonte (t)	S.R.
2021	6 750 000	5 854 353	0,87
2022	9 125 000	3 549 456	0,39
2023	3 125 000	676 191	0,22
Total	19 000 000	10 080 000	0,53

Fuente: Propia

Figura 23: Stock mineral y desmote



Fuente: Propia

El mineral a extraer de la ampliación del Tajo Jessica (aprobada por Tercer ITS) se dispondrá en el Pad de Lixiviación Jessica, el cual tiene un área ampliada de 12 has aprobada en el ITS, mediante R.D. N° 594-2014-MEM-DGAAM con fecha 02 de diciembre de 2014. La ampliación del pad de 12 has tiene una capacidad de 18 720 000 ton de mineral (11 700 00 m3).

La operación del botadero se desarrollará mediante el almacenamiento de desmonte procedente de las labores de mina del tajo. La colocación del material se efectuará al volteo.

Figura 24: Cronograma

Ítem	Descripción	2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025	
		I	II														
0100	Actividades previamente programadas																
0101	Cierre Programado del Tajo Jessica ⁽¹⁾																
0102	Post-Cierre Programado del Tajo Jessica ⁽¹⁾																
0200	Estudios adicionales⁽²⁾																
0201	Estudios de Confirmación y/o Descarte ⁽³⁾																
0202	Estudios de Geoquímica en tajo y cantera ⁽⁴⁾																
0300	Etapa I: Construcción⁽⁵⁾																
0301	Acondicionamiento de vías de acceso actuales																
0302	Construcción de vías de acceso nuevas																
0303	Desarrollo de área de explotación de Cantera Jessica Norte																
0304	Preparación de área que ocupará el In-Pit																
0305	Construcción de Sistema de Manejo de Agua de No Contacto																
0400	Etapa II: Operación																
0401	Preparación, Voladura y Carguo de Material de Cantera																
0402	Transporte de Material de Cantera hacia el In-Pit																
0403	Conformación de Plataforma de Estabilización																
0404	Pruebas de Estabilidad Física en Tajo Jessica																
0405	Operación y Mantenimiento de Sistema de Manejo de Agua de No Contacto																
0500	Etapa III: Cierre																
0501	Desmantelamiento de instalaciones principales y auxiliares																
0502	Estabilización Física del Tajo Jessica (In-Pit)																
0503	Estabilización Física del Tajo Jessica (otras áreas)																
0504	Estabilización Física de la Cantera Jessica Norte																
0505	Estabilización Geoquímica del Tajo Jessica (áreas de In-Pit)																
0506	Estabilización Geoquímica del Tajo Jessica (otras áreas)																
0507	Manejo de Agua de Contacto y de No Contacto																
0508	Establecimiento de la Forma del Terreno en instalaciones auxiliares																
0509	Rehabilitación de Hábitats acuáticos en la Quebrada Lluchusani																
0510	Mantenimiento Post-Cierre																
0511	Monitoreo Post-Cierre																

Fuente: Propia

4.5 Productividad

La productividad en cuanto a los trabajadores es inseparable del rendimiento. En una metodología sistemática decimos que una persona o cosa es útil cuando con una medida de activos (Aportaciones a) un plazo determinado consigue el máximo de productos.

La productividad en máquinas y equipos se da como un componente de sus especificaciones técnicas. No así con los RRHH o la mano de obra. Hay que pensar en los factores de impacto.

Es obvio que todas las partes de una empresa o industria, como los acuerdos, las finanzas, la producción, el diseño ingenieril, los costes, el mantenimiento y la organización, son áreas importantes en la utilización de técnicas, estudios de tiempo y marcos satisfactorios de pago de salarios e indemnizaciones. Por regla general, estas técnicas son materiales para una empresa, ya sea de servicios, gobierno, etc. En el momento en que hombres, materiales y oficinas se unen para lograr un objetivo específico, se puede trabajar en la eficiencia mediante el uso astuto de las normas de estrategias, estudios de tiempo y marcos de pago a plazos.

La productividad que se genera dentro de la U.M Arasi con la flota que se tiene es directamente proporcional con el traslado de material los cuales hacen el carguío y acarreo, como se mencionó los equipos de carguío son de gran capacidad con la opción de generar mayor productividad, en los siguiente se detalla la capacidad de productividad estimada por día que se debe realizar con los cálculos del área de planeamiento.

Cantidad de camiones = 18 unid

Tiempo de Acarreo = 30 min

Nº de viajes / hr = 2 viajes / hr

Horas efectivas = 10 hrs

Nº de viajes / turno = 20 viajes

M3 / volquete = 26 m3

Peso específico = 1.6

Tonelaje / volquete = 41.6 ton / volquete

Tonelaje movido / turno = 41.6 ton * 20 viajes

Tonelaje movido / turno = 832 ton

Tonelaje / flota = 832 ton * 18 unid

Tonelaje / flota = 14, 976.00 ton / turno

La proyección que se tiene es de 30, 000 ton por día en ambas guardias, esto es compensado en el traslado de material desmonte por el motivo que las distancias son más reducidas, la producción que se tiene a diario debería llegar a esta meta proyectada.

Figura 25: Productividad

CODIGO DE EQUIPO		VOL - 01		HORAS MINIMAS COMPUT.				0.00
Fecha	H . Efectivas	Hrs. En Manto.	Día no trabajados	Horas Mínimas	Costo Directo	Costo Indirecto	Costo Total	
1	01/10/2022	20.17			1,865.9		1,865.9	
2	02/10/2022	16.52			1,528.3		1,528.3	
3	03/10/2022	20.13			1,862.2		1,862.2	
4	04/10/2022	20.47			1,893.7		1,893.7	
5	05/10/2022	19.52			1,805.8		1,805.8	
6	06/10/2022	20.37			1,884.4		1,884.4	
7	07/10/2022	19.87			1,838.2		1,838.2	
8	08/10/2022	16.33			1,510.7		1,510.7	
9	09/10/2022	15.40			1,424.7		1,424.7	
10	10/10/2022	19.27			1,782.7		1,782.7	
11	11/10/2022	21.68			2,005.6		2,005.6	
12	12/10/2022	19.95			1,845.6		1,845.6	
13	13/10/2022	21.43			1,982.5		1,982.5	
14	14/10/2022	17.47			1,616.1		1,616.1	
15	15/10/2022	20.10			1,859.5		1,859.5	
16	16/10/2022	19.28			1,783.6		1,783.6	
17	17/10/2022	15.15			1,401.5		1,401.5	
18	18/10/2022	21.12			1,953.8		1,953.8	
19	19/10/2022	19.75			1,827.1		1,827.1	
20	20/10/2022	21.75			2,012.1		2,012.1	
21	21/10/2022	21.48			1,987.1		1,987.1	
22	22/10/2022	21.27			1,967.7		1,967.7	
23	23/10/2022	21.22			1,963.1		1,963.1	
24	24/10/2022	13.55			1,253.5		1,253.5	
25	25/10/2022	18.90			1,748.4		1,748.4	
26	26/10/2022	21.35			1,975.1		1,975.1	
27	27/10/2022	14.72			1,361.7		1,361.7	
28	28/10/2022	20.88			1,931.6		1,931.6	
29	29/10/2022	20.68			1,913.1		1,913.1	
30	30/10/2022	21.52			1,990.8		1,990.8	
31	31/10/2022	12.87			1,190.6		1,190.6	
Grand Total		594.17		0.00	54,966.67	0.00	54,966.67	

Página 1

Fuente: Propia

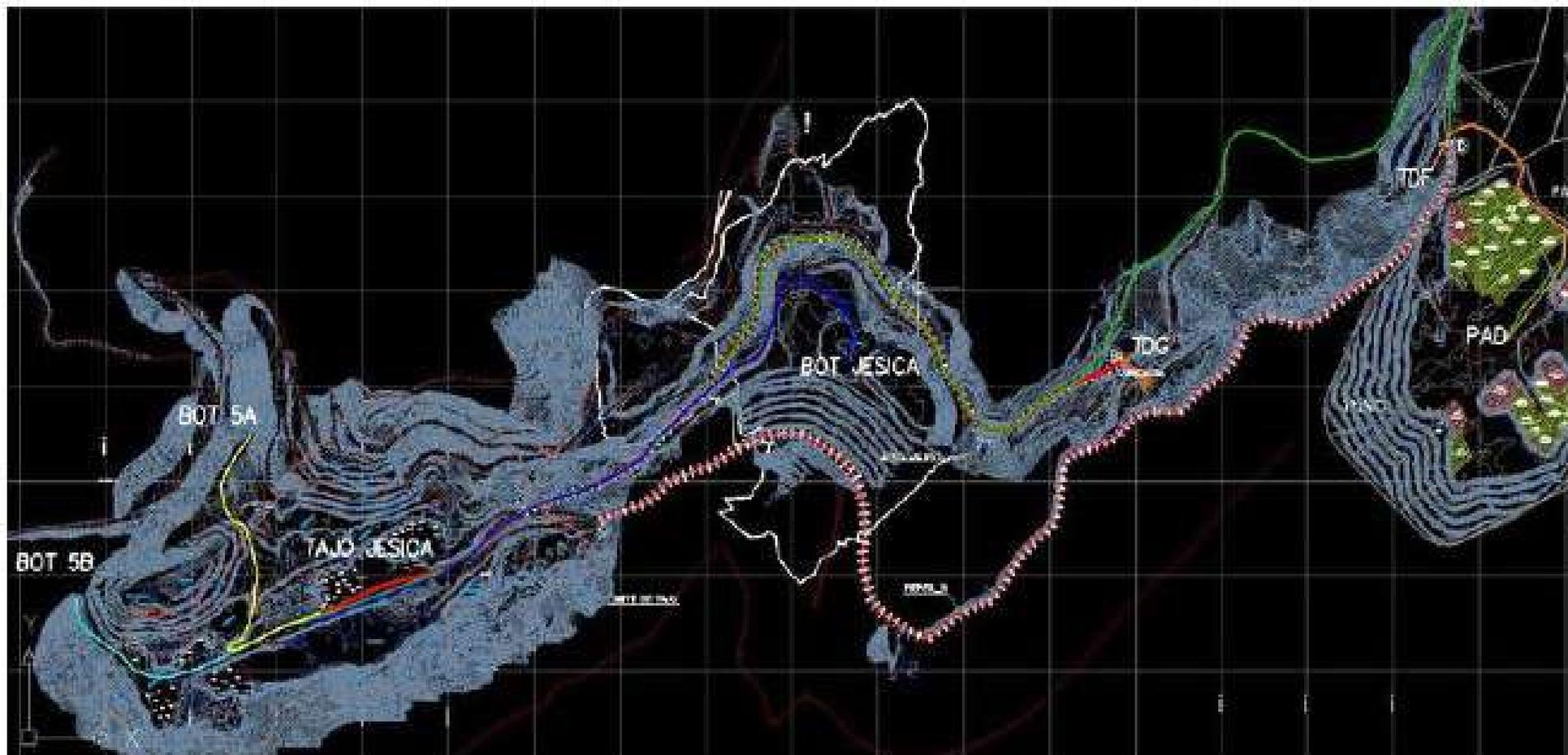
Como vemos en los cuadros adjuntados, son los acumulados por Hora y los costos que generan estas unidades, es por eso que se verifican algunos de ellos que no llegan a las 20 Hrs acumuladas en ambas guardias que generan la producción del día.

4.6 Control de Horas de equipos de Acarreo

Los volquetes tienen los siguientes registros acumulados por día, lo que se proyectó con un total de 20 hrs efectivas, lo permitido por operación ya sea por temas de voladura que son eventualmente es permitido 45 min que representa 8 pintas en el reloj del equipo, entonces podríamos llegar a las 19.2 hrs con respecto al horómetro del volquete.

En los siguientes cuadros se adjunta las evidencias de los equipos acumulados y detallados que día quedaron inoperativos.

Figura 26: Rutas de transporte de mineral y desmante a sus destinos



Fuente: Propia

Tabla 9: Control de Horas de equipos de Acarreo

FECHAS		01/10/2022		02/10/2022		03/10/2022		04/10/2022		05/10/2022	
EQUIPO	CODIGO	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
VOLQUETE	VOL - 01	1.78	9.48	8.45	7.70	8.52	4.12	9.54	10.02	10.63	6.20
	VOL - 02	8.74	10.43	9.51	10.55		9.53		9.47	9.12	
	VOL - 03	9.99	9.50		10.00		9.95		10.44		5.37
	VOL - 04	7.25	10.02	8.48	7.35	1.20	9.03		9.58	9.00	5.10
	VOL - 05	8.63	10.45		5.88	4.33	9.60	8.58	8.41	9.00	7.35
	VOL - 06	7.13	9.92	8.37	6.40	3.88	7.45		7.53	8.90	5.88
	VOL - 07		10.78		10.08	8.20	7.17	9.62	8.88	8.92	6.40
	VOL - 08	9.15		9.43	2.77	9.50		9.78	9.87	7.80	10.55
	VOL - 09	9.68	5.47	9.98	8.70	9.40	7.20	9.32	7.90	7.40	7.02
	VOL - 10	10.70	7.73	8.92	10.83	10.38	10.05	9.93	10.87	7.38	10.43
	VOL - 11								10.25		
	VOL - 12	10.55	5.60	10.32	10.57	7.62	10.50	10.52	10.63	8.78	10.73
	VOL - 13								6.25		
	VOL - 14	10.63	5.40	10.52	10.83	10.20	10.67	10.50	10.75	7.32	10.50
	VOL - 15	8.30	5.87	1.73	10.22	5.38	10.28	9.48	9.45	7.80	10.30
	VOL - 16	10.13		4.18	2.37	7.87	9.03	8.28		5.30	9.95
	VOL - 17	10.55		1.27	9.63	10.07	9.60		5.77	8.88	
	VOL - 18	9.74	10.05	6.89	10.55	4.90	7.45	9.45	9.71	7.25	8.55

FECHAS		06/10/2022		07/10/2022		08/10/2022		09/10/2022		10/10/2022	
EQUIPO	CODIGO	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
VOLQUETE	VOL - 01	2.95	6.30	10.03	7.53	10.38	8.00	7.82	7.80	1.28	8.52
	VOL - 02	10.70	6.30	9.99	10.57	10.25		7.95	9.25		
	VOL - 03	9.00	8.85	8.54	7.82		7.70	7.47	9.58		2.50
	VOL - 04		7.93	9.84	9.60	8.93	7.48	9.85	8.77	10.20	9.50
	VOL - 05	10.50	5.42	10.85	10.65	9.80	8.00	10.62	2.80	10.20	10.68
	VOL - 06	8.98	10.53	10.77	7.47	5.95		10.70	10.48	10.25	6.75
	VOL - 07	9.00	9.85	10.87	9.85	10.38	8.85	9.63	10.63	3.80	10.42
	VOL - 08	9.10	7.98	9.67		6.10	8.33	6.68		9.10	
	VOL - 09	8.65	8.60	9.97	9.30	7.78	5.40	9.55	10.90	9.95	7.62
	VOL - 10	9.73	10.48	8.80	6.98						
	VOL - 11				3.72	10.28	7.97	10.50	10.38	10.37	6.25
	VOL - 12	10.48	10.73	10.57	10.60	10.67	7.63	9.90	9.67	10.67	10.37
	VOL - 13										
	VOL - 14	9.33	10.42	10.02	10.70	10.38	8.23	8.97	9.92	9.92	10.70
	VOL - 15	7.62	5.92	4.93	10.50	8.78	0.20	9.63	6.52	9.68	10.78
	VOL - 16	10.40	3.00	10.78		10.75	5.10	7.70		6.95	
	VOL - 17	7.50					4.55	10.68	10.70		
	VOL - 18	9.99	8.41	10.54		5.25	10.60				

FECHAS		11/10/2022		12/10/2022		13/10/2022		14/10/2022		15/10/2022	
EQUIPO	CODIGO	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
VOLQUETE	VOL - 01	3.00	8.53	9.54	8.50	2.63	10.01	8.99	10.15	9.87	10.30
	VOL - 02		9.15		10.03	1.52	9.63		9.17		5.95
	VOL - 03		9.42		9.83	7.47	1.08		10.22		10.00
	VOL - 04	10.15	8.28	9.37	8.73	10.20	10.50	10.55	1.25	8.97	10.33
	VOL - 05	9.70	7.38	9.65		10.45	10.00	10.32	0.90	7.20	10.03
	VOL - 06	10.70	8.97	9.45	10.42	10.62	9.03	10.32	10.27	7.82	9.82
	VOL - 07	9.88	7.97	9.37	10.60	10.40	8.62	10.58	7.78	8.45	
	VOL - 08	9.60	9.38	5.53	8.60	8.98		10.02	7.58	10.33	10.28
	VOL - 09	9.45	9.55	8.50	10.88	9.35	7.62	9.93	10.73	8.67	4.73
	VOL - 10										
	VOL - 11	10.58	10.52	9.18	9.75	10.90	8.70	10.65	9.85	10.05	6.47
	VOL - 12		7.67	8.63	10.77	10.63	10.73	10.27	10.02	10.52	5.30
	VOL - 13					6.32	10.68	10.77	10.83	10.35	5.20
	VOL - 14	8.88	8.93	8.80	10.72	3.45		10.73	10.78	10.57	5.17
	VOL - 15	4.67	6.78	8.23	0.77	9.55	9.83	8.80	10.57	9.45	5.20
	VOL - 16	10.60					7.78		10.27		
	VOL - 17	9.63		8.52	9.58	10.75	7.58	9.63	9.17	9.93	
	VOL - 18				10.40				10.22		

FECHAS		16/10/2022		17/10/2022		18/10/2022		19/10/2022		20/10/2022	
EQUIPO	CODIGO	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
VOLQUETE	VOL - 01	1.27	10.38	10.19	10.38	10.25	10.54	1.93	10.40	10.02	7.89
	VOL - 02		6.82		6.82		8.55		6.98		10.38
	VOL - 03		10.28		10.28		8.92		9.28		8.40
	VOL - 04	7.23	10.28	10.43	10.28	10.45	7.12	9.10	4.05	8.05	10.37
	VOL - 05	9.87	8.17	10.53	8.17	10.55		8.90	7.40	8.40	10.47
	VOL - 06	9.75	9.27	10.53	4.90	10.32	9.45	9.12	10.45	10.15	9.20
	VOL - 07	10.07	10.65	10.52	2.85	10.35		9.30	5.63	10.23	10.40
	VOL - 08	9.50		9.97	9.78	9.80	8.18	8.02		8.20	
	VOL - 09	10.90	8.20	9.77	10.17	9.60	6.92	7.70	7.30	9.70	9.27
	VOL - 10										
	VOL - 11	10.30	10.57	10.18	7.50	10.35	10.42	9.05	10.90	10.60	9.83
	VOL - 12	10.03	10.68	10.60	10.73	10.63	10.73	9.50	10.72	10.67	10.73
	VOL - 13	10.07	10.68	9.37	1.87				10.58	10.47	6.88
	VOL - 14	9.18	10.35	9.67	10.57	9.03	10.65	8.53	10.57	10.60	10.55
	VOL - 15	9.25	9.57	9.85	7.78	9.98	9.80	6.10	8.22		7.40
	VOL - 16	10.65	7.77				7.93				10.45
	VOL - 17	5.82	9.78	9.97		10.23	5.42	8.78	10.77	10.73	5.63
	VOL - 18	10.75	10.17	9.72				4.00	2.93	10.00	10.50

FECHAS		21/10/2022		22/10/2022		23/10/2022		24/10/2022		25/10/2022		
EQUIPO	CODIGO	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	
VOLQUETE	VOL - 01	9.58	10.68	10.25	10.42	0.82	10.42	1.55	9.56	8.99	8.32	
	VOL - 02		9.43		10.38		10.38	8.66	8.88		5.92	
	VOL - 03		9.90		10.08		10.08	10.09	8.74		8.33	
	VOL - 04	9.52	9.58	9.60	7.43	10.23	7.43	10.53	10.50	10.42	8.00	
	VOL - 05	9.95	10.10	9.77	9.97	3.80	9.97	9.95	10.07	9.47	6.28	
	VOL - 06	7.77	10.27	9.37	9.93	10.30	9.93	10.43	10.38	10.90	7.25	
	VOL - 07	7.63	9.07	9.37	9.17	10.42	9.17	10.45	9.50	10.85	7.27	
	VOL - 08	8.70	9.18	8.52	9.20	10.07		6.92	8.95	9.12	8.87	
	VOL - 09	9.80	4.50	9.68	5.10	8.28	5.30	8.55	10.55	8.97	6.20	
	VOL - 10								4.18	7.30	10.38	10.45
	VOL - 11	10.40	8.43	10.67	6.45	9.40	10.30	6.30	2.80			
	VOL - 12	10.32	9.10	10.78	5.20	10.08	10.10	10.30	2.37	8.62	10.28	
	VOL - 13					2.73	10.60	9.80	10.50	10.03	10.10	
	VOL - 14	7.87	10.60	10.25	5.60	4.93	8.30	10.10	10.62	7.02	10.70	
	VOL - 15		8.62		9.93							
	VOL - 16			10.20	9.17	4.08		10.85				
	VOL - 17	10.80	10.85	9.17						8.68		
	VOL - 18	10.00	10.23	10.00	5.00	9.87	10.00	10.00	10.72	10.00	10.82	

FECHAS		26/10/2022		27/10/2022		28/10/2022		29/10/2022		30/10/2022		31/10/2022	
EQUIPO	CODIGO	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
VOLQUETE	VOL - 01	0.40	5.65	2.35	8.58	10.83	10.38	10.23	10.38	10.54	9.68	2.90	
	VOL - 02		7.80			3.50	10.23		10.23		9.40		6.65
	VOL - 03		10.32	1.50	1.30	10.80	10.22		10.22		10.80		6.77
	VOL - 04	8.93	10.23	10.40	3.50	9.50	10.20	10.58	10.20	9.90	8.95	5.60	4.52
	VOL - 05	9.03	7.37	8.87	10.03	9.70	9.67	10.33	9.67	9.80		4.92	6.00
	VOL - 06	9.10	8.98	9.83	10.33	9.48	9.82	10.70	9.82	9.87	10.92	5.95	10.10
	VOL - 07	8.47	8.97	10.38	10.08	9.50	8.13	10.45	8.13	9.90	9.23	5.18	9.33
	VOL - 08	8.60	10.15	6.32	8.50	6.10		8.47	10.63	7.77	10.47	9.23	10.47
	VOL - 09	8.03	6.23	8.18	10.62	9.27	5.75	8.47	5.20	8.50	8.07	9.25	8.02

VOL - 10	8.25	9.32	8.65	8.98	10.33	9.70	10.32	7.02	10.43	7.98	10.78	10.33
VOL - 11						8.99	10.54	9.99	10.01	9.33		10.02
VOL - 12	8.75	10.80	10.65	10.35	10.63	10.60	10.72	5.72	10.23	10.65	9.92	10.53
VOL - 13	8.18	6.57	7.40	10.00	7.87	9.55	8.65	5.35	9.27	10.17	8.57	10.33
VOL - 14	7.30	10.55	8.87	10.22	10.52	10.52	10.70	5.70	7.73	7.65	9.47	10.82
VOL - 15						10.08	10.22	6.92			10.75	10.87
VOL - 16						8.50	10.20	9.68		9.68		10.80
VOL - 17	8.08		10.75	8.52	10.30	10.02	10.05		9.80	10.10	10.27	10.13
VOL - 18	7.98	10.63	9.88	10.70	8.95	10.83	10.00	4.97	9.95	10.63	9.90	9.95

FECHAS		Total
EQUIPO	CODIGO	
VOLQUETE	VOL - 01	474.33
	VOL - 02	318.82
	VOL - 03	331.04
	VOL - 04	520.55
	VOL - 05	504.56
	VOL - 06	549.33
	VOL - 07	527.63
	VOL - 08	445.80
	VOL - 09	521.25
	VOL - 10	277.61
	VOL - 11	389.70
	VOL - 12	593.37
	VOL - 13	275.99
	VOL - 14	569.68
	VOL - 15	372.56
	VOL - 16	260.40
	VOL - 17	378.64
	VOL - 18	419.03

Fuente: Propia

Como se verifica en el cuadro final no alcanzamos a lo acumulado que debería tener como mínimo el siguiente monto.

Total Horas efectivas =

20 hrs/ día

Días / mes = 30 días

Total de Horas / mes =

30 días * 20 hrs / día

Total de Horas / mes = 600 Horas Operativas

Rendimiento de efectividad = 90 %

El 10 % estará considerado como demoras operativas

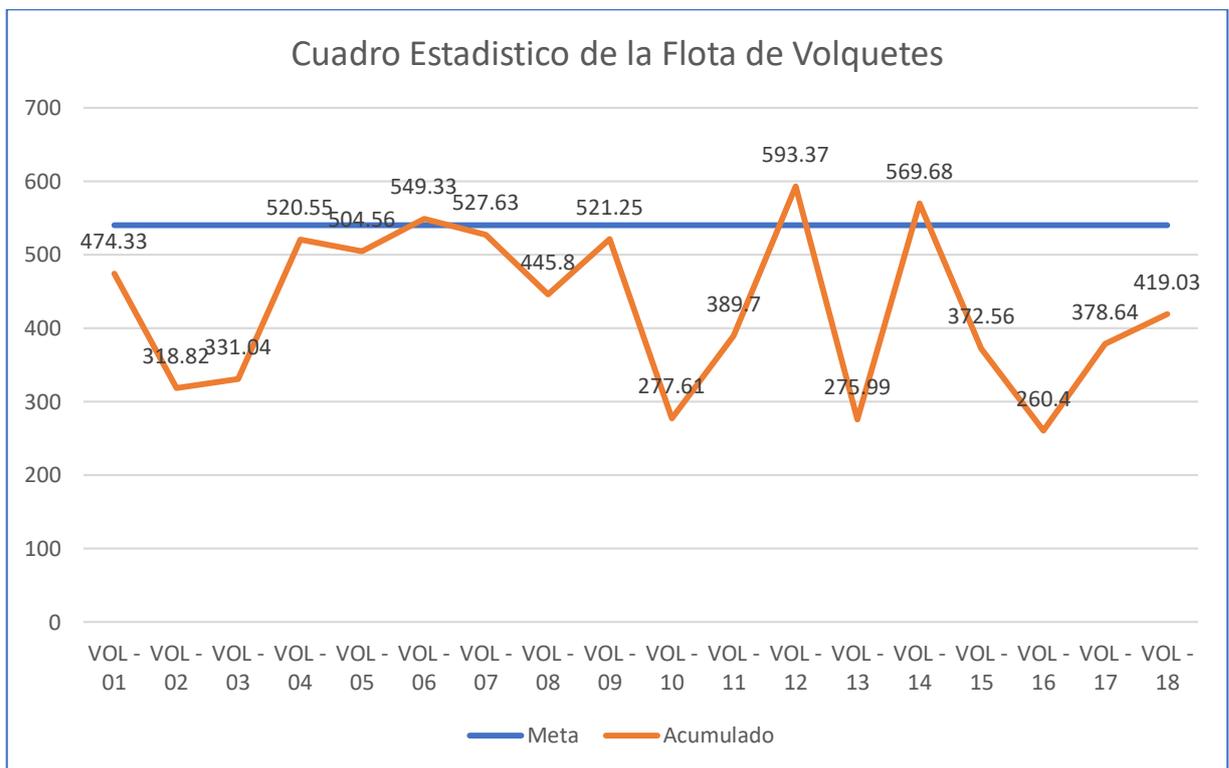
Entonces:

Horas totales = 600 hrs * 0.90

Horas reales = 540 hrs

En el cuadro adjunto no se tiene la mayor parte de estos equipos, en el siguiente cuadro se adjuntará un cuadro estadístico para verificar cuantas unidades tenemos que compensan el total de horas.

Figura 27: Cuadro Estadístico de la Flota de Volquetes



Fuente: Propia

Como se verifica en el cuadro adjunto se puede verificar que no hay muchas unidades que llegan al mínimo, siendo una de las alarmas porque en producción cada 1 hr un equipo genera los 2 viajes necesarios para cumplir la producción diaria.

4.7 Control de producción por Equipo

Ahora verificaremos los tiempos improductivos y el alcance de producción acumulado en el mes estos datos son repetitivos y aún más considerables cuando no se tiene los accesorios y neumáticos previstos para la reactivación del equipo cuando queda inoperativo.

Tabla 10: Control de producción por Equipo

<i>Equipo</i>	<i>Acumulado</i>
VOL - 01	474.33
VOL - 02	318.82
VOL - 03	331.04
VOL - 04	520.55
VOL - 05	504.56
VOL - 06	549.33
VOL - 07	527.63
VOL - 08	445.8
VOL - 09	521.25
VOL - 10	277.61
VOL - 11	389.7
VOL - 12	593.37
VOL - 13	275.99
VOL - 14	569.68
VOL - 15	372.56
VOL - 16	260.4
VOL - 17	378.64
VOL - 18	419.03

Fuente: Propia

Con respecto a cada dato cada hora está proyectada en la producción por hora de cada volquete, es por eso que el factor de conversión se detalla de la siguiente manera:

Ciclo de Acarreo = 30 min

Nº de viajes = 2 viajes

Tonelaje de volquete / hora = 2 viajes * 26 m³ * 1.6 ton / m³

Tonelaje de volquete / hora = 83.2 ton / hora

Entonces en el primer caso del VOL -01 acumulado del mes de octubre se tiene el dato de 474.33, esto quiere decir que su producción mensual en tonelaje movido será:

VOL – 01 = 474.33 hr * 83.2 ton / hr

VOL – 01 = 39, 464. 26 ton

Este fue el acumulado solo de esta unidad, lo proyectado es 800, 000 .00 ton transportadas de material del tajo a los distintos puntos tanto de chancadora y botaderos, se tiene el cuadro de acumulado de la flota de camiones y el acumulado.

Tabla 11: Tonelaje de volquete / hora = 83.2 ton / hora

<i>Equipo</i>	<i>Horas maquina</i>	<i>Tonelaje</i>
VOL - 01	474.33	39464.256
VOL - 02	318.82	26525.824
VOL - 03	331.04	27542.528
VOL - 04	520.55	43309.76
VOL - 05	504.56	41979.392
VOL - 06	549.33	45704.256
VOL - 07	527.63	43898.816
VOL - 08	445.8	37090.56
VOL - 09	521.25	43368
VOL - 10	277.61	23097.152
VOL - 11	389.7	32423.04
VOL - 12	593.37	49368.384
VOL - 13	275.99	22962.368
VOL - 14	569.68	47397.376
VOL - 15	372.56	30996.992
VOL - 16	260.4	21665.28
VOL - 17	378.64	31502.848
VOL - 18	419.03	34863.296

Fuente: Propia

Tonelaje / flota = 643, 160.128

Tonelaje neto = 800, 000.00

Falta de tonelaje = 800, 000.00 – 643, 160.13

Falta de tonelaje = 156, 839.87

Esto transformando en el faltante de viajes:

Tonelaje / hora = 83.2 tn /hr

Nº de viajes faltantes = 156, 839.87 / 83.2

Nº de viajes faltantes = 1885 viajes

Este dato es el faltante para cumplir la producción mensual, la pérdida es considerable con respecto a la producción mensual, la falta de equipos adicionales son los limitantes para poder cumplir la cota mensual, es por eso que se necesita una incrementación de equipos para poder cumplir la meta.

4.8 Calculo de la flota con respecto a la flota

A continuación, se realizará la proporción de equipos adicionales con respecto al equipo de carguío que se tiene siendo los siguientes cuadros.

4.9 Cuadro de Equipos inoperativos

Tabla 12: Cuadro de Equipos inoperativos

CODIGO	01/10/2022		02/10/2022		03/10/2022		04/10/2022		05/10/2022		06/10/2022		07/10/2022		08/10/2022	
	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
VOL - 01																
VOL - 02																
VOL - 03																
VOL - 04																
VOL - 05																
VOL - 06																
VOL - 07																
VOL - 08																
VOL - 09																
VOL - 10																
VOL - 11																
VOL - 12																
VOL - 13																
VOL - 14																
VOL - 15																
VOL - 16																
VOL - 17																
VOL - 18																

	09/10/2022		10/10/2022		11/10/2022		12/10/2022		13/10/2022		14/10/2022		15/10/2022		16/10/2022	
CODIGO	D	N														
VOL - 01																
VOL - 02																
VOL - 03																
VOL - 04																
VOL - 05																
VOL - 06																
VOL - 07																
VOL - 08																
VOL - 09																
VOL - 10																
VOL - 11																
VOL - 12																
VOL - 13																
VOL - 14																
VOL - 15																
VOL - 16																
VOL - 17																
VOL - 18																

	17/10/2022		18/10/2022		19/10/2022		20/10/2022		21/10/2022		22/10/2022		23/10/2022		24/10/2022	
CODIGO	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
VOL - 01																
VOL - 02																
VOL - 03	Yellow															
VOL - 04			Red			Red		Yellow					Yellow			
VOL - 05				Red												Yellow
VOL - 06																
VOL - 07											Red					
VOL - 08								Dark Blue	Dark Blue					Red		
VOL - 09		Red														
VOL - 10					Yellow											
VOL - 11									Yellow							
VOL - 12		Yellow			Yellow											
VOL - 13												Dark Blue				
VOL - 14															Dark Blue	
VOL - 15		Red		Dark Blue	Dark Blue											
VOL - 16				Dark Blue												
VOL - 17																
VOL - 18																

	25/10/2022		26/10/2022		27/10/2022		28/10/2022		29/10/2022		30/10/2022		31/10/2022	
CODIGO	D	N												
VOL - 01														
VOL - 02														
VOL - 03														
VOL - 04														
VOL - 05														
VOL - 06														
VOL - 07														
VOL - 08														
VOL - 09														
VOL - 10														
VOL - 11														
VOL - 12														
VOL - 13														
VOL - 14														
VOL - 15														
VOL - 16														
VOL - 17														
VOL - 18														

Fuente: Propia

Leyenda

-  Equipo Inoperativo por Falla mecánica.
-  Equipo Inoperativo por Falla Eléctrica.
-  Equipo Inoperativo por Neumáticos.

Los datos que se tiene acumulados son considerables, asumiendo estos cálculos se tiene en proyección que 2 volquetes en promedio son inoperativos por guardia

4.10 Costos Operativos en la Flota de volquetes.

Los costos operativos que se tiene en la presente operación con respecto al acarreo representan el 62% de la inversión en la extracción de la materia prima para cubrir los gastos de la operación.

Es por eso que se tiene el cálculo siguiente para verificar cuantas horas son necesarias cubrir al momento que un volquete queda inoperativo, como se verifico y mención las fallas mecánicas de estos equipos son una variable a considerar, por lo que al no tener un equipo adicional o reten para reemplazarlo de manera inmediata trae perdidas en la producción diaria y estos eventos sumados a la producción mensual hacen que no lleguemos a la cota mínima que es la que genera utilidades para la empresa.

La valorización que se hace por cada unidad es a doble turno teniendo un mínimo de 360 hrs mensuales en cada equipo de carguío y acarreo, el enfoque que tenemos es de los volquetes quienes la mayoría de ellos cumplen en el siguiente cuadro se verifica los que no llegaron con su horas faltantes a lo mínimo, es por eso que se tiene descuentos por la falta de las horas mínimas, a parte que se tiene baja hora esto indica que tiene baja disponibilidad mecánica, lo que aplica un descuento por incumplimiento de meta de disponibilidad.

Tabla 13: Horas Maquina.

<i>Equipo</i>	<i>Horas maquina</i>
VOL - 10	277.61
VOL - 13	275.99
VOL - 16	260.4

Fuente: Propia

El cuadro siguiente es de las horas faltantes y luego se verificará el costo de descuento que aplica según la disponibilidad acumulada al mes.

<i>Equipo</i>	<i>Hr faltante</i>
VOL - 10	82.39
VOL - 13	84.01
VOL - 16	99.6

Fuente: Propia

Tabla 14: El total de disponibilidad acumulada al mes es el siguiente cuadro:

<i>Equipo</i>	<i>Horas maquina</i>	<i>Disponibilidad</i>
VOL - 01	474.33	86.25
VOL - 02	318.82	81.25
VOL - 03	331.04	82.98
VOL - 04	520.55	89.13
VOL - 05	504.56	89.47
VOL - 06	549.33	90.64
VOL - 07	527.63	90.88
VOL - 08	445.8	87.92
VOL - 09	521.25	90.13
VOL - 10	277.61	76.49
VOL - 11	389.7	83.99
VOL - 12	593.37	90.99
VOL - 13	275.99	74.15
VOL - 14	569.68	91.01
VOL - 15	372.56	85.04
VOL - 16	260.4	74.89
VOL - 17	378.64	84.89
VOL - 18	419.03	86.04

Fuente: Propia

Tabla 15: Lo faltante de la disponibilidad en los equipos que no llegan a disponibilidad

son los siguientes:

<i>Equipo</i>	<i>Horas maquina</i>	<i>Disponibilidad</i>
VOL - 02	318.82	81.25
VOL - 03	331.04	82.98
VOL - 10	277.61	76.49
VOL - 11	389.7	83.99
VOL - 13	275.99	74.15
VOL - 16	260.4	74.89
VOL - 17	378.64	84.89

Fuente: Propia

Horas mínimas = 360 hrs

Disponibilidad Mecánica = 85%

Equipo: VOL – 02

Horas acumuladas = 318.82

Disponibilidad acumulada = 81.25 %

Costo unitario / hora = s/ 92.51

Faltante de disponibilidad = $85 - 81.25 = 3.75\%$

Costo / mes = $318.82 * 92.51$

Costo / mes = s/ 29, 494.04

Lo faltante que aplica es el siguiente descuento

Sub total = $29, 494.04 * 3.75\%$

Sub total = s/ 1106.03

Tabla 16: Total

<i>Equipo</i>	<i>Horas maquina</i>	<i>Disponibilidad</i>	<i>Falta de Disponibilidad</i>	<i>Sub total</i>	<i>Total</i>
VOL - 02	318.82	81.25	3.75	29494.04	1106.03
VOL - 03	331.04	82.98	2.02	30624.51	618.62
VOL - 10	277.61	76.49	8.51	25681.70	2185.51
VOL - 11	389.7	83.99	1.01	36051.15	364.12
VOL - 13	275.99	74.15	10.85	25531.83	2770.20
VOL - 16	260.4	74.89	10.11	24089.60	2435.46
VOL - 17	378.64	84.89	0.11	35027.99	38.53
TOTAL DESCONTADO					S/ 9518.46

Fuente: Propia

El total que se pierde por la falta de unidades y por no llegar a la disponibilidad mínima es el monto de **s/ 9518.46**, este es un monto que indistintamente genera algo fuera de una rentabilidad, es por eso que se direcciona a una toma de decisión de manera inmediata para mejorar la rentabilidad de la flota de equipos.

CAPITULO V

PROPUESTA DE INCREMENTO DE FLOTA

5.1 Incremento de flota

Como se viene evaluando en el desarrollo de la presente investigación las pérdidas son considerables tanto en la producción y en tema económico lo que demanda es incrementar la flota de volquetes como equipos de reten que se encuentren en stand by sin operador para poder sustituirlos cuando algún equipo quede inoperativo, lo que se necesita es tener continuidad operativa para no generar vacíos en los puntos de carguío por la consideración de los equipos de carguío que se tiene como es el cargador frontal 992k.

La toma de decisión que se necesita es con la evaluación correspondiente de parte del área de operaciones, como soporte a esta problemática tenemos en consideración la incrementación de la flota de volquetes sin operador para no incrementar los costos de gastos generales por la suma de personal adicional para estos equipos, es por eso que a continuación se evaluara de momento por el costo económico.

5.2 Costo de Implementación de equipos

La mejor alternativa que se tiene opción es el de la implementación de equipos como se verifico en el análisis de mantenimiento la falla recurrente de los equipos de acarreo son

aproximadamente de 2 unidades de por día en promedio que faltan constantemente, es por eso que a continuación se detalla el siguiente calculo para verificar la compensación de equipo.

Nº de camiones = 2 unid

Disponibilidad mínima = 85%

Horas mínimas = 360 hrs

La compensación de Horas mínimas que solo compensaremos y se estima es de 180 hrs de manera puntual, esto ayudara aún más por el motivo que se arrendaran 2 unidades con el costo de horas mínimas.

Horas mínimas = 100 hrs

Costo / hora = 92.51

Costo adicional / unidad = 100 hr * S/ 92.51

Costo adicional / unidad = s/ 9 251.00

En 2 unidades sería el monto de **s/ 18, 502.00**

5.3 Costo por Tonelada movida

El costo por tonelada de material movida está considerado en el siguiente cuadro así mismo esto será el referente para verificar cuanto es lo faltante de pago para llegar al tonelaje movido por mes, adicionalmente está el descuento por penalidades.

Costo / tn movida = \$ 0.87

Costo / Tn movida = s/ 3.3

Falta de tonelaje = **156, 839.87**

El tonelaje que falta es de **156, 839.87** por la proyección a la producción mensual.

Tabla 17: Las horas faltantes de algunos equipos más considerados son los siguientes:

<i>Equipo</i>	<i>Horas maquina</i>
VOL - 10	277.61
VOL - 13	275.99
VOL - 16	260.4

Fuente: Propia

<i>Equipo</i>	<i>Horas maquina</i>	<i>Falta de Horas</i>
VOL - 10	277.61	82.39
VOL - 13	275.99	84.01
VOL - 16	260.4	99.6

Fuente: Propia

La suma de estas faltas de horas total es de 266.

La producción que deberían generar por la falta de equipos es la compensatoria que viene a ser de la siguiente manera:

Producción / hora = 83.2

Horas totales = 266 hr

Producción Total = 83.2 * 266

Producción Total = 22,131.2 ton

Lo que se pide es cubrir en su totalidad la operación para no tener estas faltas de compensaciones.

5.4 Incremento de producción con el aumento en la flota

En los cuadros adjunto con la disponibilidad, horas faltantes y el cuadro de mantenimiento se verifica las inoperatividades de los equipos que en muchos casos son de 1 turno entero así mismo se tiene en promedio que la falta de volquetes por turno en

promedio son de 2 volquetes, es por eso que a continuación se simula el reemplazo de los equipos con el promedio de producción por día siendo el siguiente.

Tabla 18: Incremento de producción con el aumento en la flota

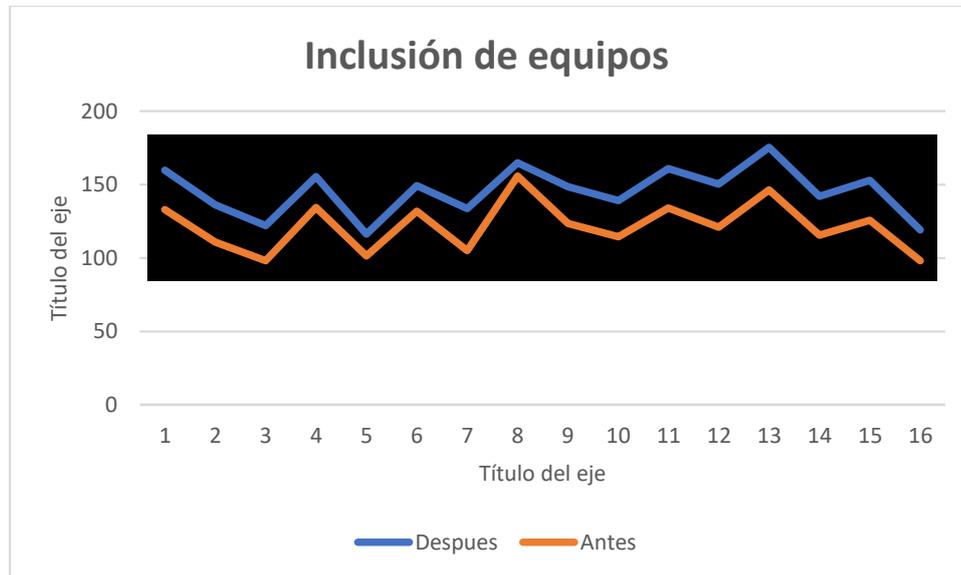
FECHAS		01/10/2022		02/10/2022		03/10/2022		04/10/2022		05/10/2022		06/10/2022		07/10/2022		08/10/2022	
EQUIPO	CODIGO	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
VOLQUETE	VOL - 01	1.78	9.48	8.45	7.7	8.52	4.12	9.54	10.02	10.63	6.2	2.95	6.3	10.03	7.53	10.38	8
	VOL - 02	8.74	10.43	9.51	10.55		9.53	9.5	9.47	9.12	8.3	10.7	6.3	9.99	10.57	10.25	
	VOL - 03	9.99	9.5	8.00	10	7.4	9.95		10.44		5.37	9	8.85	8.54	7.82	9	7.7
	VOL - 04	7.25	10.02	8.48	7.35	1.2	9.03		9.58	9	5.1		7.93	9.84	9.6	8.93	7.48
	VOL - 05	8.63	10.45		5.88	4.33	9.6	8.58	8.41	9	7.35	10.5	5.42	10.85	10.65	9.8	8
	VOL - 06	7.13	9.92	8.37	6.4	3.88	7.45		7.53	8.9	5.88	8.98	10.53	10.77	7.47	5.95	
	VOL - 07	8.86	10.78		10.08	8.2	7.17	9.62	8.88	8.92	6.4	9	9.85	10.87	9.85	10.38	8.85
	VOL - 08	9.15	8.5	9.43	2.77	9.5	8.7	9.78	9.87	7.8	10.55	9.1	7.98	9.67		6.1	8.33
	VOL - 09	9.68	5.47	9.98	8.7	9.4	7.2	9.32	7.9	7.4	7.02	8.65	8.6	9.97	9.3	7.78	5.4
	VOL - 10	10.7	7.73	8.92	10.83	10.38	10.05	9.93	10.87	7.38	10.43	9.73	10.48	8.8	6.98	9	7
	VOL - 11	8.86	8.5		10.5				10.25		8.1	8.9	8.5		3.72	10.28	7.97
	VOL - 12	10.55	5.6	10.32	10.57	7.62	10.5	10.52	10.63	8.78	10.73	10.48	10.73	10.57	10.6	10.67	7.63
	VOL - 13			8.00	10.5	7.4	8.7		6.25	8.3	8.1	8.9		9.7	8.9		7
	VOL - 14	10.63	5.4	10.52	10.83	10.2	10.67	10.5	10.75	7.32	10.5	9.33	10.42	10.02	10.7	10.38	8.23
	VOL - 15	8.3	5.87	1.73	10.22	5.38	10.28	9.48	9.45	7.8	10.3	7.62	5.92	4.93	10.5	8.78	0.2
	VOL - 16	10.13		4.18	2.37	7.87	9.03	8.28	9.1	5.3	9.95	10.4	7	10.78		10.75	5.1
	VOL - 17	10.55		1.27	9.63	10.07	9.6	9.5	5.77	8.88		7.5	8.5	9.7	8.9		4.55
	VOL - 18	9.74	10.05	6.89	10.55	4.9	7.45	9.45	9.71	7.25	8.55	9.99	8.41	10.54		5.25	10.6

Fuente: Propia

Con los casilleros en amarillo son el agregado según la media de producción que se tuvieron con la flota del día y los equipos que generaron horas.

El grafico a continuación que se verifica es de la simulación con la incrementación de la flota de 2 volquetes permanentes.

Figura 28: Inclusión de equipos



Fuente: Propia

El flujo que se verifica es de continuidad y mayor producción con la inclusión de 3 volquetes nos compensa la producción, realizando nuevamente la media de los cálculos se tiene un promedio de 9.3 horas que apoyaran en el turno por volquete.

Entonces:

Promedio de Horas = 9.3 hr

Nº de volquetes agregados = 3

Total de horas / turno = 9.3 * 3

Total de horas / turno = 27.9

Total de horas / día = 55.8 hrs

Total / mes = 55.8 hr * 30

Total / mes = 1674 hr

$$\text{Ton / hr} = 83.2$$

$$\text{Total / hr} = 1674 \text{ hr} * 83.2$$

$$\text{Total} = \mathbf{139,276.8}$$

Aun no tenemos la producción compensada lo aproximado debe ser no mayor de 2000 toneladas de diferencia con la meta mensual, entonces agregaremos 1 volquete más para verificar si compensa la producción diaria con la inclusión de 4 volquetes muy diferente que reemplacen a uno inoperativo.

$$\text{N}^\circ \text{ de volquete} = 1 \text{ unid}$$

$$\text{Tonelaje / Hr} = 83.2 \text{ ton}$$

$$\text{Promedio de hora / equipo} = 9.3$$

$$\text{Promedio / día} = 18.6 \text{ hr}$$

$$\text{Promedio / mes} = 558 \text{ hrs}$$

$$\text{Ton movido / mes} = 558 \text{ hrs} * 83.2 \text{ tn}$$

$$\text{Ton movido / mes} = 46,425.6$$

5.5 Evaluación de incremento de equipos

La inclusión de estos equipos apoyaría a compensar la producción faltante e incrementar para no tener las demoras que se tiene actualmente, el incremento de tonelaje movido es uno de los percances que actualmente se tiene por el costo operativo siendo el siguiente:

$$\text{Costo / tonelada} = \$ 0.87$$

$$\text{Falta de tonelaje} = \mathbf{156, 839.87}$$

$$\text{Total faltante} = \$180,275.71$$

Con la inclusión de los 4 volquetes se tendrá el siguiente resultado

$$\text{Tonelaje Total} = 161,561.08 - 156, 839.87$$

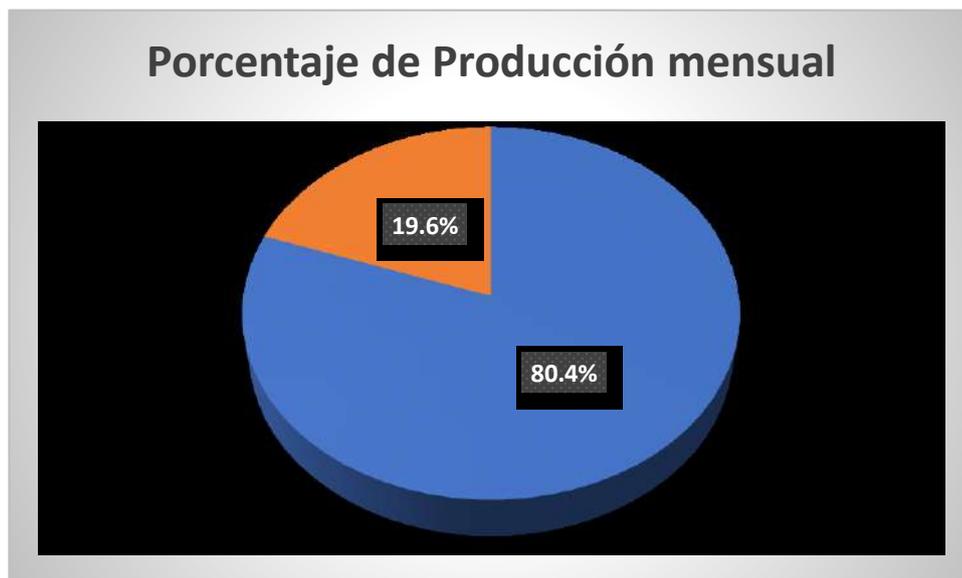
Tonelaje Total = 4,721.21

Se tendrá el incremento de material movido y la compensación está por encima del agregado de la flota de estas 4 unidades, lo cual nos permite indicar que es viable la propuesta del incremento de la flota.

5.6 Comparativo del incremento con respecto a la productividad.

La producción mensual requerida es de **800, 000.00** toneladas acumuladas y en promedio no se alcanza por tener el monto de **643, 160.128** generando una falta de material movido, esto nos indica que la meta mensual no es cubierta, es por eso que se tiene la inclusión de las 4 unidades de camiones adicionales genera un total de **185,702.4** ton movidas, es por eso que con estas unidades se podrá cubrir la producción mensual, la siguiente imagen refleja el porcentaje faltante que cubrirá los equipos adicionales.

Figura 29: Porcentaje de Producción mensual



Fuente: Propia

1. Porcentaje faltante de la producción mensual
2. Producción acumulada promedio mensualmente

Lo faltante de la producción alcanza los 156,839.87tn faltante a la meta mensual, aumentando los 4 camiones la producción llegara a las 804,721.21 tn que sobre pasar la producción, pero compensara su inclusión en la producción generando un total 100.6 % del total con la flota completa, es por eso que se necesita el requerimiento de estas unidades, como se tuvo los cálculos en la parte superior cada camión genera 5.8% para alcanzar la producción mensual.

5.7 Incremento de la producción Mensual

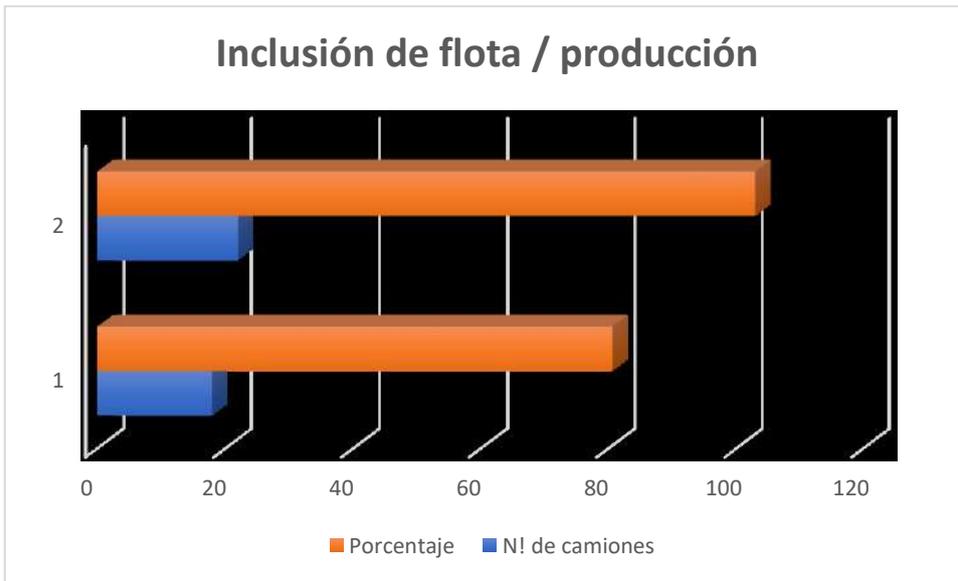
El incremento de la producción mensual será de 804,721.21tn/mes que permite alcanzar lo proyectado sin generar pérdidas económicas por penalidades aplicados por la disponibilidad mecánica, es por eso que permitirá la viabilidad de la inclusión de estas 4 unidades para alcanzar la producción mensual y generar mayor producción en tonelada movida.

Tabla 19: Incremento de la producción Mensual

N° de camiones	Ton/ mes
18	643, 160.128 tn
22	804, 721.21 tn

Fuente: Propia

Figura 30: Inclusión de flota / producción



Fuente: Propia

CONCLUSIONES

1. La inclusión de los 4 camiones permitirá incrementar la producción mensual para no generar pérdidas de producción y de costos operativos, esto no adiciona los costos de inclusión de equipos porque compensará la adición de estas unidades.
2. La producción al incluir los equipos de acarreo será incrementada de 80.4% a 100.6 esto compensará la improducción que cada mes se tiene, es por eso que los costos como se vieron aplican para compensar la producción que se necesita en la U.M Arasi.
3. La producción diaria se logrará cumplir, teniendo unidades adicionales para poder cumplir los 1885 faltantes en la producción mensual planificada de acuerdo a la pérdida de s/ 9518.46 que se tenía mensualmente se podrá implementar para la adquisición de unidades adicionales para poder arrendar y mejorar la producción diaria y mensual.
4. Al incrementar la flota adicional el tonelaje aumentado será de **4,721.21Tn/** mes esto nos permitirá no solo llegar a la producción si no incrementarla y ser más rentable.

RECOMENDACIONES

1. En una operación se recomienda tener equipos adicionales para poder sustituirlos de manera inmediata y no generar tiempos improductivos dentro de una operación minera.
2. Se debe evaluar el costo – beneficio al momento de agregar un costo adicional fuera de lo propuesto de una licitación para poder generar ganancia en el proceso que se viene ejecutando.
3. Los equipos adicionales teniendo una ubicación adecuada y la operatividad inmediata nos ayudaran a mejora una disponibilidad mecánica óptima para poder hacer rentable a una empresa en el rubro minera a Cielo Abierto.
4. La incrementación de equipos para poder generar una buena producción debe ser evaluados en el objetivo que tienen para dar soporte en esos asuntos.
5. El tener una buena disponibilidad mecánica en obras ejecutadas dan mayor aporte a la elección en una licitación al momento de verificar los KPIs de producción.

BIBLIOGRAFIA

- Bernaola, J. (2013). *Perforacion Y Voladura De Rocas En Minería*. Obtenido de https://oa.upm.es/21848/8/20131007_PERFORACION_Y_VOLADURA.pdf
- Chiclla, M., & Zegarra, I. (2019). “*Aplicación De Modelos Matemáticos De Fragmentación Para La Reducción De Costos, En Perforación Y Voladura En El Tajo Jesica, Mina Aruntani S.A.C. – 2016*”. Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac. Obtenido de https://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/731/T_0444.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cubas, S. (2018). *Optimización Del Control De Tiempos En El Carguío Y Descarga De Mineral En El Proyecto Ciénega Norte, Hualgayoc,*. Universidad Alas Peruanas. Obtenido de https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/6724/Tesis_optimizacion_control_de_tiempos_carguio_descarga_mineral_en_proyecto_cienega_norte.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Indeci. (2019). *Escenario De Riesgo Sísmico Y Movimiento En Masa Producido Por La Reactivación De La Falla Tambomachay, Provincia De Cusco (Mayo)*. Obtenido de <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201706290125071-1.pdf>
- Leon, E. (2019). *Análisis De La Implementación De La Transición De Equipos De Transporte “Dumper A Volquete” En Una Mina Subterránea*. Pontificia Universidad Católica Del Perú. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/20340/LEON_

FLORES_ENZO_ANALISIS_IMPLEMENTACION_TRANSICION.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Leon, M. (2018). *Desarrollo Del Sistema De Gestion Ohsas 18001:2007 En La Unidad Minera Acumulación Andrés De Arasi Sac*. Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa. Obtenido de

<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/be692043-e1e7-4e76-9a06-cd167f92579a/content>

Minem. (2018). *Geología Regional*. Obtenido de

<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/dgaam/publicaciones/evats/huaura/huaura3.pdf>

Ministerio de desarrollo Agrario y Riego. (2020). *Línea base ambiental de la cuenca del Lago Titicaca*. Obtenido de

<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4435?show=full>

Ministerio de Energia y Minas. (2016). *Geología de los cuadrángulos de Puno (hojas 32v1, 32v2, 32v3, 32v4) y Ácora (hojas 32x1, 32x2, 32x3 y 32x4) - [Boletín L 2]*.

Obtenido de <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2883>

Nacap. (2021). *Area minera y metalurgica*. NACAP.

Peralta , N., & Vargas , S. (2019). *Propuesta De Un Diseño De Mantenimiento Productivo*

Total Para Incrementar La Productividad Del Carguío Y Acarreo De La Empresa Gold Global Mining S.A.C., Apurímac. Obtenido de

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23020>

Ramos, M. (2021). *Optimización del ciclo de carguío, transporte y descarga de mineral para aumentar la producción de mineral en la Unidad Minera Andaychagua*.

Universidad Continental. Obtenido de

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10193/1/IV_FIN_110
_TE_Ramos_Salomon_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10193/1/IV_FIN_110_TE_Ramos_Salomon_2021.pdf)

Ramos, M., & Salomon, E. (2021). *Optimización del ciclo de carguío, transporte y descarga de mineral para aumentar la producción de mineral en la Unidad Minera Andaychagua*. Universidad Continental. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10193>

Salgado, C. (2020). *Mejora de la productividad en equipos de acarreo y transporte de mineral y desmonte en la veta Gavia – Nivel 100, Unidad Minera Huarón*. Universidad Continental. Obtenido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8430/3/IV_FIN_110_
TE_Salgado_Gaspar_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8430/3/IV_FIN_110_TE_Salgado_Gaspar_2020.pdf)

Segura, G. (2020). *Análisis de flota de equipos de servicios según indicadores de rendimiento en mina Los Bronces*. Universidad de Concepción. Obtenido de <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/459>

Seguridad Minera. (2019). *Cómo se relaciona el carguío y transporte con el resto de actividades para la extracción del mineral*. Obtenido de [https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/el-carguio-y-
transporte-y-su-relacion-con-otras-etapas-de-la-explotacion/](https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/el-carguio-y-transporte-y-su-relacion-con-otras-etapas-de-la-explotacion/)

SUTRAN. (2020). *Reglamento Nacional de Administración de Transporte –*. Obtenido de [https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2020/08/Reglamento-Nacional-de-
Administraci%C3%B3n-de-Transporte-%E2%80%93-DS-N%C2%BA-017-2009-
MTC_modificado.pdf](https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2020/08/Reglamento-Nacional-de-Administraci%C3%B3n-de-Transporte-%E2%80%93-DS-N%C2%BA-017-2009-MTC_modificado.pdf)

ANEXOS

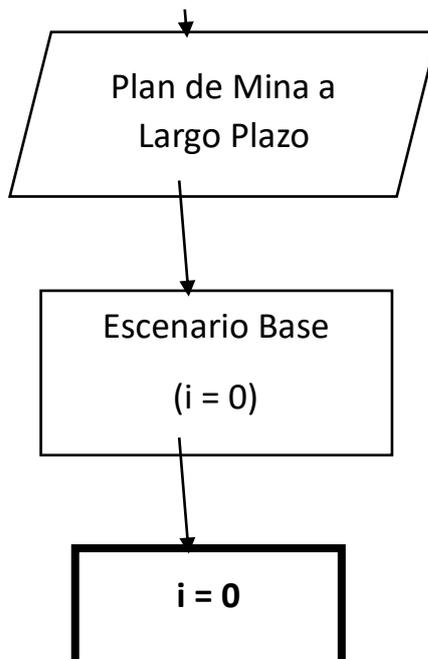
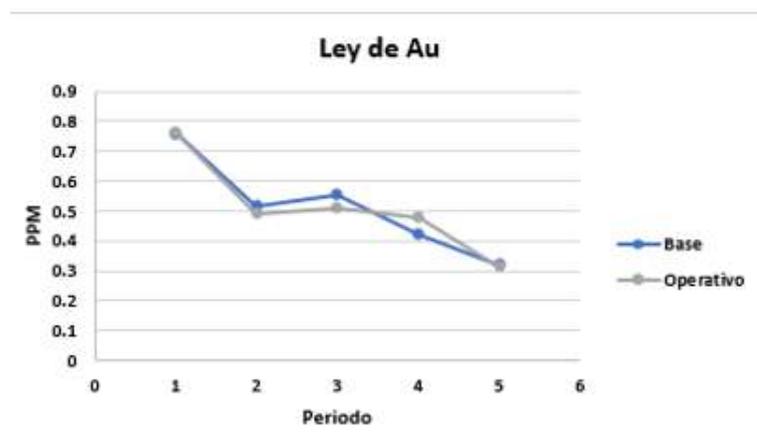
MODELO DE BLOQUES

Un modelo de bloques es una representación simplificada del cuerpo mineral y de sus alrededores, discretizado en un conjunto de bloques.

Cada bloque contiene información asociada tal como la ley, tonelaje, densidad, categorización de reservas, ángulos de talud, tipo de roca, destino, etc.

El proyecto es un depósito metálico que tiene como principal producto cobre (Cu medido en %) y como subproducto oro (Au medido en ppm).

El modelo de bloques se puede descargar en el siguiente enlace: <https://tinyurl.com/yc9tpjeb>





General

Densities (t/m³)
 Field:
 Default value:

Slope angles (degrees)
 Field:
 Default value:

Economic parameters
 Discount rate (%):

Stockpiling (cost/t)
 Fixed mining cost:
 Rehandling cost:

Geometric constraints
 Minimum width (m)
 Mining:
 Bottom:

Vertical rate of advance (m)
 Maximum:

Destinations

Name	Type	Recovery		Economic value (\$)	Stockpile limit (t)
		CU	AU		
1 Process 1	process	0.88	0.6	Process1	<unlimited>
2 Dump 1	dump	0.00	0.00	Waste	<none>

Constraints by period ranges

	Period ranges		Production capacities			Surface mining limits		Process 1 - Average CU		Process 1 - Average AU	
	From	To	Process 1	Dump 1	Total	Force mining	Restrict mining	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
1	1	<end>	70,000,000	<unlimited>	150,000,000	<none>	<none>	<none>	<none>	<none>	<none>