UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS

Aplicación del Scoop Diésel en la mejora del proceso de acarreo del mineral aurífero en la veta Valeria zona integración MARSA – 2016

Presentado por:

Carmen Rosa Avendaño Alarcón

Para optar el título profesional de Ingeniero de Minas

Abancay, Perú

2021

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

"TESIS"

"APLICACIÓN DEL SCOOP DIÉSEL EN LA MEJORA DEL PROCESO DE ACARREO DEL MINERAL AURÍFERO EN LA VETA VALERIA ZONA INTEGRACIÓN MARSA - 2016"

Presentado por **Carmen Rosa Avendaño Alarcón,** para optar el Título de:

INGENIERO DE MINAS

Sustentado y aprobado el 11 de noviembre del 2021, ante el jurado evaluador:

Presidente: _____
Mtro. Darío Dante Sánchez Castillo

Primer Miembro: _____
Dr. Leoncio Teófilo Carnero Carnero

Segundo Miembro: _____
MSc. José Adolfo Cárdenas Catalán

Asesor: _____
Dr. Pablo Rubén Zuloaga Candia

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Agradecimiento

Agradezco a todos mis profesores que me han formado en la UNAMBA, por su dedicación y sus consejos, así como a la empresa MARSA por haberme permitido realizar mis prácticas y desarrollar la presente investigación.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Dedicatoria

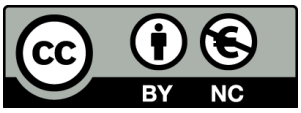
El presente trabajo lo dedico a mis padres y hermanos por todo el apoyo recibido en los momentos más difíciles de mi carrera a quienes les tengo el más grande aprecio y respeto.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Aplicación del Scoop Diésel en la mejora del proceso de acarreo del mineral aurífero en la veta Valeria zona integración MARSA - 2016

Línea de investigación: Minería y Procesamiento de Minerales

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

ÍNDICE

Pág.

INTRODUCCIÓN 1
RESUMEN 2
ABSTRACT 3
CAPÍTULO I 4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4
1.1 Descripción del problema 4
1.2 Enunciado del Problema 5
1.2.1 Problema general 5
1.2.2 Problemas específicos 5
1.3 Justificación de la investigación 6
CAPÍTULO II 7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS 7
2.1 Objetivos de la investigación 7
2.1.1. Objetivo general 7
2.1.2. Objetivos específicos 7
2.2 Hipótesis de la investigación 7
2.2.1. Hipótesis general 7
2.2.2. Hipótesis específicas 8
2.3 Operacionalización de variables 8
CAPÍTULO III 10
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL 10
3.1 Antecedentes 10
3.1.1 Antecedentes internacionales 10
3.1.2 Antecedentes nacionales 11
3.1.3 Antecedente local 11
3.2 Marco Teórico 12
3.2.1 Scoop trams 12
3.2.1.1 Costos de acarreo de mineral aurífero 17
3.2.2 Descripción de la ubicación de la Minera Aurífera Retamas S.A 26
3.2.3 Accesibilidad 27
3.2.4 Clima y vegetación 28
3.2.5 Geología regional 33
3.2.6 Geología estructural 34
3.2.7 Geología y características de la Veta Valeria 35
3.3 Marco conceptual 61

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO IV 70
METODOLOGÍA 70
4.1 Tipo y nivel de investigación 70
4.2 Diseño de investigación 70
4.3 Población y muestra 71
4.3.1 Población 71
4.3.2 Muestra 71
4.4 Procedimiento 72
4.5 Técnicas e instrumentos 73
4.5.1 Técnicas 73
4.5.2 Instrumentos 73
4.6 Análisis estadístico 74
CAPÍTULO V 75
RESULTADOS Y DISCUSIONES 75
5.1 Análisis técnico 75
5.1.1 Análisis técnico operacional 75
5.1.2 Costos operativos 93
5.2 Contrastación de la hipótesis 97
5.3 Discusión 100
CAPITULO VI 102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 102
6.1 Conclusiones 102
6.2 Recomendaciones 104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 105
ANEXOS 109

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 — Operacionalización de Variables 9
Tabla 2 — Comparación de scoop trams por dimensiones y marcas 14
Tabla 3 — Acceso vía ruta terrestre hacia la mina MARSA 27
Tabla 4 — Duración del viaje por aire hacia la mina MARSA 28
Tabla 5 — Aves identificadas en el área de estudio 30
Tabla 6 — Flora identificada en el área de estudio 31
Tabla 7 — Valores de reservas en la veta Valeria mina MARSA 40
Tabla 8 — Etapas de mineralización en la zona de integración MARSA 41
Tabla 9 — Estratigrafía y Litología 44
Tabla 10 — Composición porcentual de los minerales metálicos encontrados en la veta Valeria durante las excavaciones de exploración. 44
Tabla 11 — Clasificación de los métodos mineros en función de la geometría y distribución de las leyes de la veta Valeria. 52
Tabla 12 — Clasificación de los métodos mineros en función a las características geomecánicas de las rocas de la veta Valeria: Zona del mineral 53
Tabla 13 — Clasificación de los métodos mineros en función a las características geomecánicas de las rocas de la veta Valera:Caja techo 54
Tabla 14 — Clasificación de los métodos mineros en función a las características geo mecánicas de las rocas de la veta Valeria: Caja piso. 55
Tabla 15 — Métodos de explotación y cálculo de puntajes totales para la veta Valeria ... 56
Tabla 16 — Métodos de explotación con mayor puntaje elegidos para veta Valeria 56
Tabla 17 — Distribución de rubros de beneficios sociales 68
Tabla 18 — Costos de mano de obra 69
Tabla 19 — Medición del tiempo de cuchareo de maquina realizado por el scoop trams . 76
Tabla 20 — Medición del tiempo de cuchareo de maquina realizado por el scooptrams .. 77
Tabla 21 — Tiempos de traslado de material y velocidades del scoop trams eléctrico, con gradiente promedio de 10° 78
Tabla 22 — Tiempos de traslado de material y velocidades del scoop trams diésel, con gradiente promedio de 10° 79
Tabla 23 — Tiempo de rotura de fragmentos grandes de roca en la veta Valeria I por ciclo de acarreo 80
Tabla 24 — Tiempo de rotura de fragmentos grandes de roca en la veta Valeria II por ciclo de acarreo 80
Tabla 25 — Tiempo de descarga, acomodo, manipuleo y otros tiempos para el scoop trams eléctrico por ciclo de acarreo 82
Tabla 26 — Tiempo de descarga, acomodo, manipuleo y otros tiempos para el scoop trams diésel por ciclo de acarreo 83
Tabla 27 — Tiempos fijos en el proceso de acarreo para el scoop trams eléctrico y el scoop trams diésel 84

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 28 — Tiempos promedio de cuchareo con los tipos de scoop trams en función al grado de fragmentación del material a transportar 85

Tabla 29 — Velocidades promedio de viaje del scoop trams eléctrico y scoop trams diésel con carga y sin carga de material..... 85

Tabla 30 — Tiempos promedio de rotura de fragmentos de roca en las vetas Valeria I y Valeria II por ciclo de acarreo 86

Tabla 31 — Tiempos de ciclo de acarreo considerando, la distancia de recorrido del equipo y el grado de fragmentación de la roca. 87

Tabla 32 — Productividad horaria (TM/h) para los scoop trams eléctrico y diésel en ……función a las distancias recorridas y el grado de fragmentación del material . 90

Tabla 33 — Productividad por guardia (TM/guardia) para los sccop trams eléctrico y diésel en función a distancias recorridas y grado de fragmentación del material..... 91

Tabla 34 — Productividad equivalente por hora (TM/h) para turno de 8 horas para los scoop trams eléctrico y diésel en función a distancias recorridas y grado de fragmentación del material 92

T**abla 35** — Costo por TM acarreada por el scoop trams eléctrico 94

Tabla 36 — Costo por TM acarreada por el scoop trams diésel 96

Tabla 37 — Resumen de principales costos que se generan en las actividades de acarreo utilizando scoop trams eléctrico y scoop trams diésel..... 96

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1 — Scoop trams eléctrico Sandvik LH 202E. 15
Figura 2 — Scoop trams Diesel Toro 151. 16
Figura 3 — Ubicación de la veta Valeria en la distribucion de vetas con vista al norte ... 36
Figura 4 — Vista de la veta Valeria entre la veta Daniela y la Falla EW-2 40
Figura 5 — Estructura de la roca en veta Valeria 46
Figura 7 — Simulación de estabilidad global en veta Valeria con software Phases 58
Figura 8 — Subsidencia controlable donde el relleno es en cada corte (altura de cada corte 2,4 m) en veta Valeria 58
Figura 9 — Presencia de falla a los 45 m de corte en la veta Valeria 59
Figura 10 — Simulación de esfuerzos en chimeneas laterales de la veta Valeria 60

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se realizó en la veta Valeria en la zona Integración, perteneciente a la empresa Minera Aurífera Retamas SA (MARSA), ubicada en el distrito de Parcoy, Provincia de Pataz, departamento de La Libertad, la Empresa Contratista Minera CM Los Andes SAC brinda el servicio de trabajos mineros, y tiene como objetivo mejorar los índices operativos de administración por lo que mejorando los procesos se puede incrementar la productividad. Observando los diferentes problemas que se presentan en la actividad minera, en la contrata se identificó las limitaciones que había con el uso del scoop trams eléctrico por lo que se planteó realizar un estudio comparativo de tiempos y producción horaria utilizando un scoop trams diésel. En la bibliografía consultada se ha encontrado que existen diferentes estudios relacionados al tema y aplicados en otras minas del país, por lo que es importante realizar estudios de mejora continua para mejorar la productividad del acarreo de mineral

El estudio en sus primeros capítulos realiza la formulación del problema, los objetivos, la justificación y establece las variables de estudio y sus relaciones; luego en el capítulo tercero desarrolla el marco teórico presentando todos los aspectos fundamentales de la minería en la que se sustenta la investigación, sus características, el marco conceptual; luego en el capítulo cuarto se presenta la metodología de la investigación indicando paso a paso las diferentes etapas de su desarrollo, desde la parte experimental, los instrumentos utilizados, la toma de datos y su procesamiento; en el capítulo quinto se resume todos los resultados obtenidos en el análisis del estudio de tiempos con el uso de ambos scoop trams, los cálculos de la productividad en el acarreo con cada uno de los equipos para poder comparar sus rendimientos, finalmente se presentan las conclusiones más importantes y las recomendaciones sobre el tema de estudio.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

RESUMEN

El acarreo de la roca fragmentada hasta la zona de descarga se realiza con vehículos de bajo perfil como el scoop trams eléctrico y/o el scoop trams diésel, ambos medios de transporte realizan el trabajo en diferentes tiempos y costos. El objetivo de la investigación fue determinar los indicadores de mejora del proceso de acarreo del mineral aurífero en la veta Valeria Zona Integración MARSA, utilizando el scoop trams diésel. Se desarrolló una investigación de tipo pre experimental, evaluando variables cualitativas y cuantitativas, desarrollándose en varias etapas, como la recolección de datos, el estudio de tiempos, luego la productividad, y finalmente los costos. En los resultados del estudio del tiempo de ciclo por acarreo, utilizando el scoop trams diésel el tiempo se reduce en 6,8% respecto al sccop trams eléctrico, tiempos comparados en un desplazamiento promedio de 30 m, transportando material con grado de fragmentación mayor a 16 pulgadas; contrastando dichos promedios a un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis especifica que afirma el incremento de la productividad conociendo los indicadores tecnológicos del acarreo de mineral utilizando el scoop trams diésel. Respecto a la productividad, el scoop trams eléctrico tubo un rendimiento de 30,31 TM/h, y el sccop trams diésel 32,51 TM/h, comparando resultados, el acarreo de material utilizando scoop trams diésel tiene mayor productividad horaria respecto al scoop trams eléctrico. Respecto al costo por TM acarreado ($/TM) utilizando el scoop trams eléctrico fue de 0,49 y para el scoop trams diésel fue de 0,50, todo ello para un desplazamiento promedio de 30 m y un grado de fragmentación de roca mayor a 16 pulgadas; contrastando dichos promedios a un nivel de significancia del 5% se admite la hipótesis especifica que afirma el incremento de la productividad conociendo los indicadores económicos del acarreo de mineral utilizando el scoop trams diésel.

***Palabras clave**: Acarreo, scoop trams eléctrico, scoop trams diésel*

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

ABSTRACT

The hauling of the fragmented rock to the unloading area is carried out with low profile vehicles such as the electric scoop trams and/or the diesel scoop trams, both means of transport carry out the work at different times and costs. The objective of the research was to determine the indicators of improvement of the gold mineral hauling process in the Valeria MARSA integration zone vein, using the diesel scoop trams. A pre-experimental type investigation was developed, evaluating qualitative and quantitative variables, developing in several stages, such as data collection time study, then productivity, and finally costs. In the results of the study of the cycle time per haul, using the diesel scoop trams the time is reduced by 6,8% compared to the electric scoop trams, times compared in an average displacement of 30 m, transporting material with a degree of fragmentation greater than 16 inches; contrasting these averages at a significance level of 5% the specific hypothesis is accepted that affirms the increase in productivity by knowing the technological indicators of the ore haul using diesel scoop. Regarding productivity, the electric scoop trams produced a performance of 30,31 TM/h, and the 32,51 TM/h diesel sccop trams, om for results, the hauling of material using diesel scoop trams has higher hourly productivity compared to the electric scoop trams. Regarding the cost per TM hauled ($/TM) using the electric scoop trams was 0,49 and for the diesel scoop trams it was 0,50, all for an average displacement of 30 m and a degree of rock fragmentation greater than 16 inches; contrasting these averages at a significance level of 5% the hypothesis specifies that affirms the increase in productivity is admitted, knowing the economic indicators of mineral hauling using diesel scoop trams.

Keywords: *Hauling, electric scoop trams, diesel scoop trams*

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Las labores asignadas a la contrata Los Andes S.A.C pertenecen a la zona Integración III, entre los niveles 2570 y 2620 (Tajo 863 Daniela, Tajo 864 Daniela, Tajo 865 Daniela, Tajo 866 Daniela), para la extracción del mineral por el método corte y relleno ascendente utilizándose en el acarreo un scoop trams eléctrico cautivo, que limitaba el desplazamiento a las demás labores contiguas del proyecto.

Cuando el scoop trams eléctrico se considera que opera en condiciones eficientes, se observa que pierde horas de trabajo por la situación de ser cautivo y no tener la facilidad de desplazamiento para realizar la limpieza de otras labores, lo que afecta negativamente la producción diaria, y la construcción de cámaras de carguío para la acumulación temporal de mineral y el nicho del tablero eléctrico.

La contrata Los Andes S.A.C cumple con un programa mensual promedio de extracción de mineral con scoop trams eléctrico de 1,750 TMS. Durante el primer trimestre se evidencian constantes fallas, como: mecánicas en el tablero eléctrico, tablero de control, toma del equipo, fases invertidas, cable de tambora, falta de energía y cable de alimentación; en lo eléctrico problemas con los frenos, limitador de cable, llantas muy desgastadas, problemas de mando de control, bombas electrohidráulicas, eje de dirección, cambio de aros de goma para sellado, válvula de dirección; en la operación falta extintor, falta operador, autorización desactualizada y parada por seguridad, motivo por el cual no se cumple lo programado. En consecuencia, dichos problemas afectan al ciclo de voladura retrasando de esta manera el cumplimiento del programa mensual de producción del mineral. Por otra parte, los programas de producción optimistas de la minera acrecentaban la brecha del incumplimiento en la producción mensual del mineral aurífero a planta.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En un informe del Comité de Gestión Mina, la Empresa Contratista Minera C.M. Los Andes S.A.C. (2016), en lo correspondiente a Operaciones Mina, menciona sobre los Índices de Gestión los factores limitantes siguientes:

- Demora el relleno hidráulico en los tajos mecanizados
- Mucha rotación de personal, lo cual genera deficiencias en la operación
- Scoop W-29 con problemas de cable eléctricos
- Labor en espera de Aliva Schocreteras

Dentro de los factores que generan limitaciones para alcanzar los programas de trabajo establecidos se encuentra el scoop trams eléctrico (Anexo 1).

En vista de los problemas descritos se propuso un sistema de mejora para el acarreo del mineral aurífero por medio de la construcción de rampas y accesos por niveles e introducir el uso de un scoop trams diésel, teniendo así la facilidad de limpiar varios frentes y no solo dos frentes como era con el scoop trams eléctrico. La alternativa planteada es una de las tantas que puede haber para tratar de mejorar los sistemas de acarreo de roca fragmentada, donde el análisis y solución del problema debe tener un enfoque sistémico.

1.2. Enunciado del Problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles serán los indicadores de mejora del proceso de acarreo de mineral aurífero utilizando el scoop trams diésel en la veta Valeria Zona Integración MARSA- 2016?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué indicadores tecnológicos de mejora se identificará, utilizando el scoop trams diésel en el proceso de acarreo de mineral aurífero en la veta Valeria Zona Integración MARSA - 2016?

- ¿Qué indicadores económicos de mejora se identificará, utilizando el scoop trams diésel en el proceso de acarreo de mineral aurífero en la veta Valeria Zona Integración MARSA - 2016?

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

1.3. Justificación de la investigación

La investigación se justifica desde el punto de vista tecnológico y económico. En el ámbito tecnológico al utilizar un scoop trams eléctrico para el acarreo de mineral se ve limitado por la distancia del cable que alimenta de energía al equipo. El hecho de ser cautivo su recorrido para el acarreo es limitado a dos alas y según el avance de labor se debe construir un refugio o cámara de carguío para almacenar provisionalmente el mineral, lo cual afecta negativamente la productividad

Observándose además que el scoop trams eléctrico tiene constantes paradas por fallas mecánicas como la bomba de inyección, rápido desgaste de cable por condiciones de labor en curvatura, generando mordeduras del cable y tensión, entre otras; teniendo como consecuencia que no se cumple el ciclo de voladura programado afectando negativamente la productividad de la labor. Los informes emitidos por geología indican que, en la Zona Integración, la potencia de veta representativa es de 1,50 m con leyes de 27,67grAu/TM. Debido a estas dos causas se plantea la necesidad de reemplazar el scoop trams eléctrico por un scoop trams diésel de mayor capacidad y maniobrabilidad, y de esta manera el scoop trams tendría más frentes para acarrear mineral, mejorando la productividad.

En el ámbito económico el reemplazo del sccop trams eléctrico por el scoop trams diésel trae una disminución en los gastos operativos y como consecuencia el incremento de la productividad.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos de la investigación

2.1.1. Objetivo general

Conocer los indicadores de mejora del proceso de acarreo de mineral aurífero utilizando el scoop trams diésel en la veta Valeria Zona Integración MARSA – 2016

2.1.2. Objetivos específicos

- Comprobar los indicadores tecnológicos que mejoran el proceso de acarreo de mineral aurífero utilizando el scoop trams diésel en la veta Valeria Zona Integración MARSA – 2016

- Determinar los indicadores económicos que mejoran el proceso de acarreo de mineral aurífero utilizando el scoop trams diésel en la veta Valeria Zona Integración MARSA – 2016

2.2. Hipótesis de la investigación

El planteamiento de la hipótesis requiere ciertos criterios y fundamentos para lo cual se ha revisado la formulación de otros autores, donde cada uno de ellos tiene sus particularidades; en función a los objetivos del estudio y teniendo en cuenta los antecedentes, se plantea la siguiente hipótesis general y las hipótesis específicas.

2.2.1. Hipótesis general

Reconocidos los indicadores operativos del proceso de acarreo de mineral aurífero con el uso del scoop trams diésel en la veta Valeria Zona Integración MARSA, se incrementa la productividad.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

2.2.2. Hipótesis específicas

- Identificados los indicadores tecnológicos del proceso de acarreo de mineral aurífero con el uso del scoop trams diésel en la veta Valeria Zona Integración MARSA, se incrementa la productividad

- Identificados los indicadores económicos del proceso de acarreo de mineral aurífero con el uso del scoop trams diésel en la veta Valeria Zona Integración MARSA, se incrementa la productividad

2.3. Operacionalización de variables

A continuación, se presenta la operacionalización de variables, donde se identifican y definen las variables de estudio que son la variable dependiente y la variable independiente, ambas variables se descomponen en dimensiones, y estas a su vez en indicadores con sus respectivas escalas de medición para poder medirlas, describirlas, y relacionarlas entre ellas.

Del análisis realizado a las variables se estable la siguiente relación:
La mejora en el acarreo de mineral depende del empleo del scoop trams diésel.
La mejora en el acarreo de mineral está en función al empleo del scoop trams diésel

En función a la relación planteada, se identifican las siguientes variables:
Variable independiente: Aplicación del scoop trams diésel

Definición:
Es la utilización del scoop trams diésel en el proceso de acarreo de mineral aurífero en la labor de mina para determinar su eficiencia para lo cual se estudiarán los diferentes tiempos de las actividades de trabajo, así como la productividad medida entre la producción por unidad de tiempo
La variable independiente tiene dos dimensiones: tiempo y productividad

Variable dependiente: Mejora del acarreo de mineral (fragmento de roca)
Definición:

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Es el incremento en cantidad de peso del mineral aurífero en el proceso de acarreo durante las labores de mina, lo cual será medido mediante el tiempo de ciclo de acarreo y los diferentes costeos determinados durante las actividades
La variable dependiente tiene dos dimensiones: ciclo de acarreo y costos

En la tabla 1 se presenta las variables dependiente e independiente, con sus respectivas dimensiones, indicadores y escalas de medición respectivamente, las cuales fueron desarrolladas durante el estudio

Tabla 1 — Operacionalización de Variables

Variable	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Variable Independiente: Aplicación del scoop trams diésel	Tiempo	Tiempo de cuchareo	Segundos
		Tiempo de viaje	Segundos
		Tiempo de desmenuzado	Segundos
		Tiempo de descarga	Segundos
		Tiempo de acomodo	Segundos
		Tiempo de manipuleo	Segundos
		Otros tiempos	Segundos
	Productividad	Rendimiento horario de equipos	TM/h
		Productividad por guardia	TM/Guardia
		Productividad horaria equivalente	TM/h
Variable dependiente: Mejora del acarreo de mineral (fragmentos de roca)	Ciclo de acarreo	Ciclo de acarreo	Segundos
	Costos	Costo horario del equipo	($/h)
		Costo del equipo por guardia	($/h)
		Costo horario equivalente	($/h)
		Costo de acarreo	($/h)
		Costo de TM acarreada	($/TM)

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1. Antecedentes

3.1.1. Antecedentes internacionales

a) Escobar (2017), estudio los tiempos y movimientos del proceso de acarreo en la mina Pinos Altos ubicada en el estado de Chihuahua - México. Tuvo como objetivo identificar las deficiencias en el sistema de acarreo para posteriormente hacer la propuesta de mejora. La mina presenta una operación aceptable con lo cual cumple la producción programada todos los días, pero se quiere hacerla más eficiente en todas sus operaciones, y dentro de ello uno de los factores principales que interviene es el acarreo, el cual consiste en transportar el mineral y material estéril obtenido de la mina. Dentro de los principales problemas identificados en el proceso de acarreo se encuentran los tiempos muertos, características del terreno por donde se van a movilizar los vehículos, limitada capacidad de planeamiento de los trabajos a realizar; y para disminuir el efecto de los problemas se plantea realizar supervisiones permanentes, control de todas las operaciones mineras, minimización de tiempos ociosos, y una programación de equipos acorde con los planes de producción establecidos.

b) Rojas (2017), determinó las posibilidades del mercado para el nuevo LHD hibrido diésel eléctrico para la industria minera en Chile. En la minería chilena predominan los equipos accionados por el diésel, sin embargo, se considera como muy contaminante por la alta emisión de material particulado al medio ambiente. El equipo hibrido se caracteriza por su recuperación de energía de frenado, mayor aceleración, menores costos de

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

mantenimiento, menor uso de combustible y requerimiento de mantenimiento, aumento de la disponibilidad mecánica, entre otros. En Chile predominan los proveedores transnacionales, donde los equipos híbridos pueden tener aceptación en proyectos mineros, destacando por su precio, servicios y ventajas que tiene frente a un equipo eléctrico, el cual esta restringió su uso debido a sus limitaciones operacionales.

3.1.2. Antecedentes nacionales

- Baldeón (2011), realizó un estudio en gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en CIA. Minera Condestable S.A. El objetivo de la investigación fue la implementación de métodos de control, mediante alternativas de solución para mejorar la productividad, en base al análisis de las operaciones en función del tiempo ya que el acarreo y transporte que influyen en forma prioritaria en la reducción de costos, los resultados demostraron que era factible mejorar la productividad, y de esta manera la empresa mejora su rendimiento operativo y económico.

- Giraldo (1990), realizó una investigación sobre aplicación de Equipos de Acarreo en vetas angostas en las minas Huarón, Arcate y Raura. El objetivo fue demostrar con datos técnico – económicos el sistema más conveniente de equipos de acarreo (limpieza) en vetas angostas y delinear sus alcances entre equipos convencionales y mecanizados que puedan utilizarse en las actividades mineras. Recopilo información de varias minas para procesar y evaluar las observaciones y mediciones realizadas, con los cuales verificó que el uso de los equipos mecanizados tiene mayor rendimiento que los convencionales

3.1.3. Antecedente local

a) Alva (2009), realizó una investigación sobre la optimización de costos de operación de una flota de scoop trams en una mina subterránea. El objetivo del estudio fue optimizar el costo total de la flota de scoop trams de la empresa Consorcio Minero Horizonte S.A. formada por 16 unidades con

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

una potencia entre 47 y 147 HP, elaborando un programa, con los costos de operación, mantenimiento, repotenciación y reemplazo.

b) Ramos (2013), realizó una investigación titulada: "Sistema Informático C.A.R. Aplicado a los costos de laboreo minero en la Empresa contratista los Andes: U.P Retamas", para reducir perdidas y optimizar las ganancias, en los trabajos mineros que realiza la contrata.

3.2. Marco Teórico

3.2.1. Scoop trams

Los primeros scoop trams (LHD) que se utilizaron en el Perú fueron las llamadas palas Cavo (autocargardoras) desarrolladas por Atlas Copco en la década de 1960. Eran máquinas sobre llantas accionadas por aire comprimido que trabajaban cautivas en los tajeos y poseían una cuchara y una tolva. Ya en la década de 1970 empezaron a popularizarse los scoop trams desarrollados por la firma Wagner (posteriormente adquirida por Atlas Copco) introducidos en el país por Sermac, empresa liderada por el Ing. Robert Dickson de los cuales se derivan los actuales cargadores subterráneos. Además de Wagner, se tuvieron otras marcas como Jarvis Clark, Eimco, France Loader, Toro, hoy todas ellas integradas y de propiedad del gigante sueco Sandvik (2019).

Según Sandvik (2019) los equipos scoop trams se pueden definir del siguiente modo: Cargadores frontales de bajo perfil que realizan la operación de Carga-Acarreo-Descarga (LHD), diseñadas para trabajar en la explotación de minas subterráneas, son pequeños y diseñados para resistir la carga y descarga de rocas.

Existen en el mercado de dos tipos de scoop trams, los eléctricos (cautivos) y los diéseles (no cautivos que trabajan con petróleo). La empresa Sanvick. (2019), considera que cada máquina viene identificada con un número de modelo y serie, que se diferencia por sus características técnicas diferentes. Los principales componentes: chasis, cabina del operador, motor, sistema hidráulico, sistema de diferenciales y mandos finales, sistema

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

electromecánico y sistema de transmisión, especialmente diseñados para realizar trabajos de grandes cantidades de volumen y pesos para uso en la industria de la construcción. Los scoop trams son equipos mecanizados para la industria minera, y varían según la marca y características siendo de tipo eléctrico y diésel, existiendo también híbridos que operan a electricidad y petróleo a la vez.

En la tabla 2 se presenta un resumen de las principales características de los dos tipos de scoop trams eléctrico y diésel, donde en algunos casos tienen una diferencia que puede variar en función al fabricante del equipo y al modelo

En la figura 1 se muestra el modelo de un scoop trams eléctrico, indicando sus partes más importantes, sus características técnicas, así como sus capacidades de operación para la actividad minera. Este vehículo funciona con energía eléctrica.

En la figura 2 se muestra un modelo de scoop trams diésel, siendo su principal característica el uso de combustible diésel para su funcionamiento, la figura muestra sus principales partes de montaje, sus características técnicas de funcionamiento que permite programar el trabajo, el cual varía de acuerdo al fabricante y al modelo ensamblado.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 2 — Comparación de scoop trams por dimensiones y marcas

Marca	**Tipo**	**Modelo**	**Dimensiones (mm)**			**Capacidad de cuchara (m3)**	**Capacidad de acarreo (kg)**	**Peso operacional (kg)**	**Fuerza de arrancamiento (kg)**	**Torque (Nm) –(rpm)**
			Ancho	Largo	Alto					
Sandvik	Eléctrico	LH202E	1 448	5 842	3 048	1,5	3 000	7 130	3 791	245 - 1600
Sandvik	Diésel	TORO151	1 480	6 970	3 500	1,5	3 500	8 700	6 220	277 - 1550

Nota: Se puede observar que la marca Sandvik tipo diésel tiene mayores dimensiones, mayor peso de operación, mayor fuerza de arranque y un ligero mayor rango de torque. Tomado de MARSA (2016a)

Características:

- Son de dimensiones pequeñas Figuras 1 y 2, relativamente angostos y de baja altura para poder ingresar a los túneles (bajo perfil), siendo ello una ventaja comparativa frente a otros equipos de mayor volumen y capacidad operativa
- Tienen un cucharón articulado para recoger y cargar una cantidad relativamente grande de material.
- Pueden desplazarse en reversa con la misma facilidad con la que avanzan.
- Tienen ruedas con neumáticos lo que les permite desplazarse a cualquier dirección

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

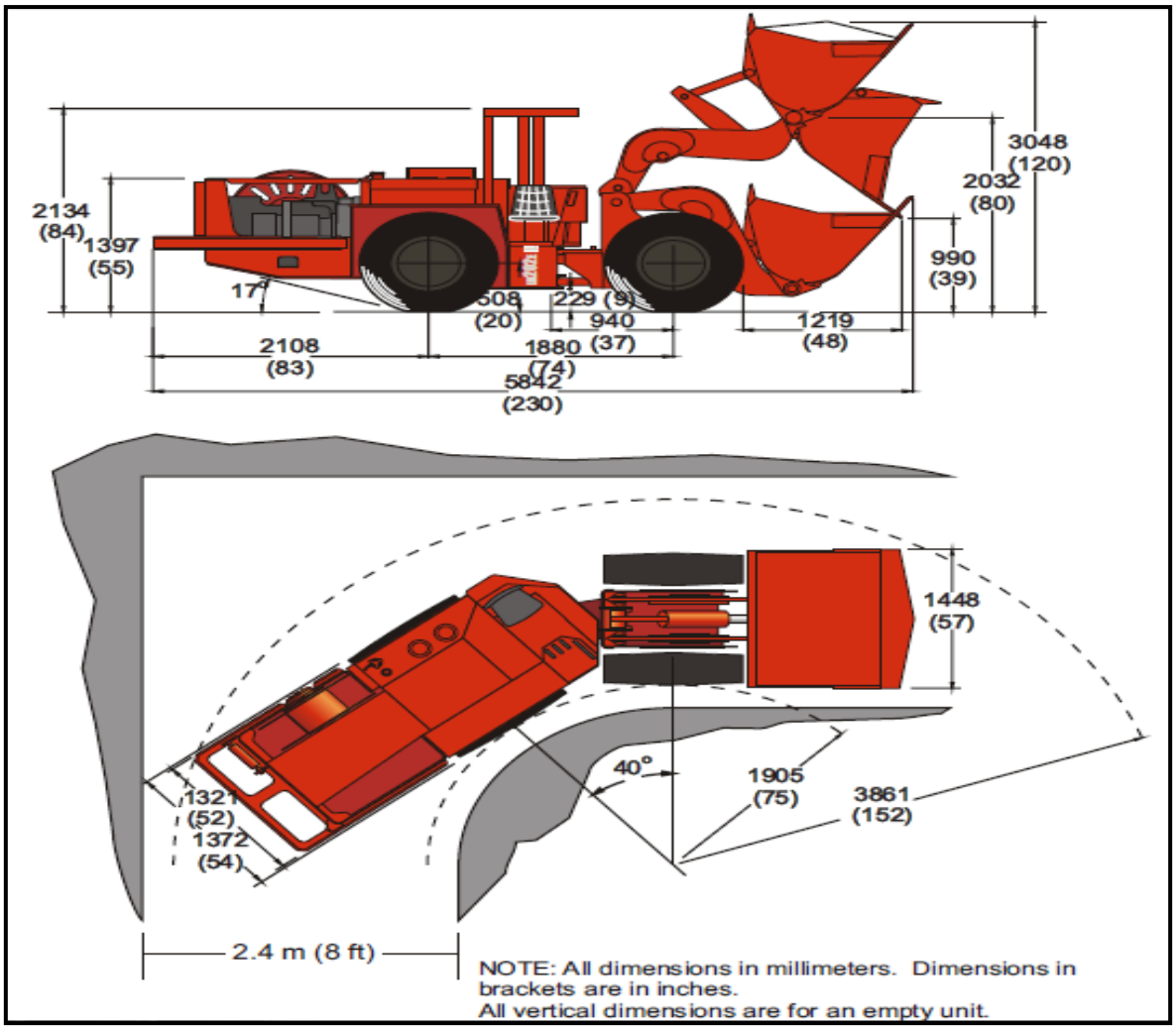


Figura 1 — Scoop trams eléctrico Sandvik LH 202E

Extraido de Sandvik (2019)

Capacidad:

Cuchara= 1,5 m^3

Carga transportada = 3 000 Kg

Peso operacional = 7 130 Kg,

Fuerza de arrancamiento = 3 791 Kg

Motor:

Eléctrico de 37 KW - 600V - 60/50 Hz

Transmisión = Hidrostática una velocidad delante y atrás

Frenos = Uno de servicio y otro de estacionamiento

Neumáticos = Estándar 9,00 x 20, 18 PLY

Articulaciones = Radio de giro 40°, Oscilaciones = 16°

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

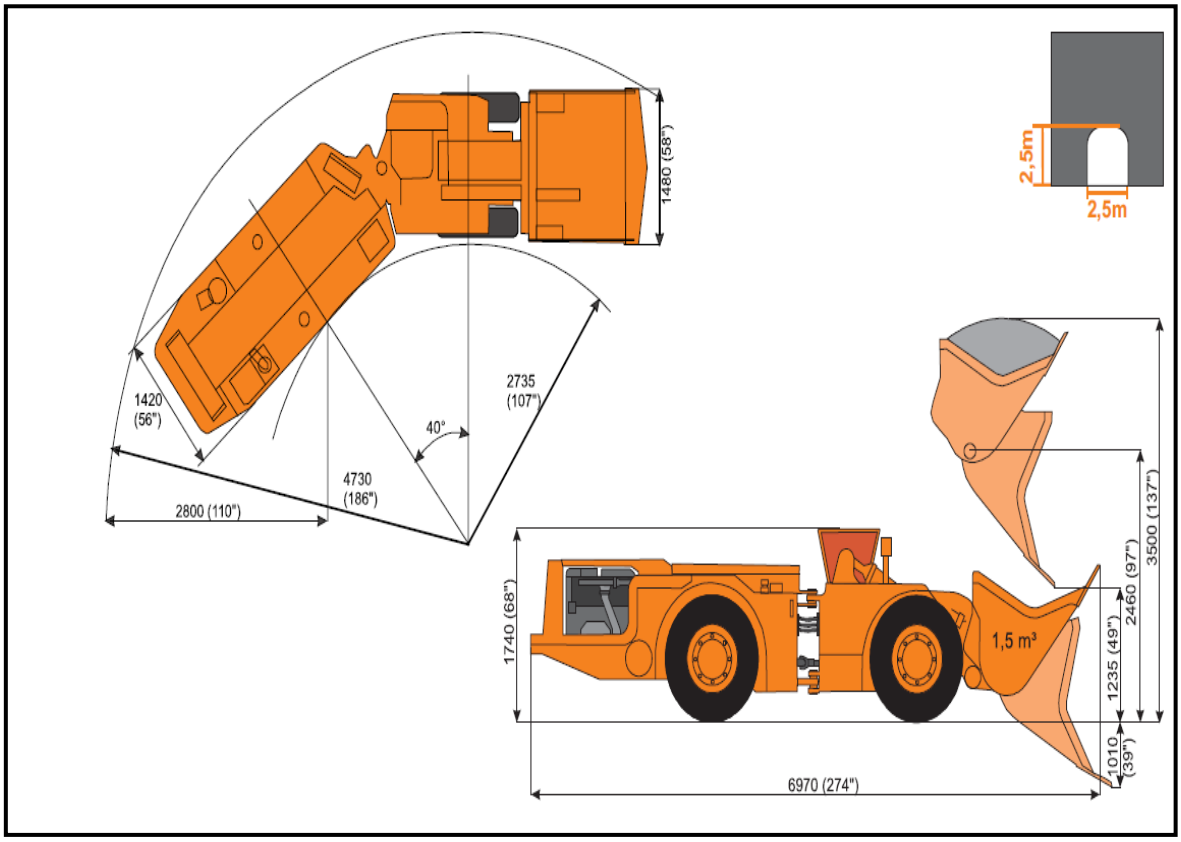


Figura 2 — Scoop trams Diesel Toro 151

Extraido de Sandvik (2018)

Capacidad:

Cuchara= 1,5 m^3

Carga transportada = 3,500 Kg

Peso operacional = 8,700 Kg,

Fuerza de arrancamiento = 6,220 Kg

Motor = Deutz F6L 912W de 63 KW (84hp) / 2,300 rpm

Trasmisión = Hidrostática una velocidad delante y atrás

Frenos = Uno de servicio y otro de estacionamiento

Neumáticos = Estándar 12.00 x 20 L5S, Nokia

Articulaciones = Radio de giro 40°, Oscilaciones = 10°

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

3.2.1.1. Costos de acarreo de mineral aurífero

Mantenimiento

Nava (2004), lo define como: "La combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene, o se restablece a un estado en el que puede realizar las funciones designadas. El conjunto de estas labores de mantenimiento es conocido como proceso de mantenimiento, en el cual la entrada está representada por el equipo o sistema cuyo funcionamiento debe ser conservado por el usuario, y las salidas por el equipo o sistema en estado de funcionamiento". El mantenimiento es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa.

Objetivos del mantenimiento

Nava (2004), sostiene que: "En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos: Mejora de la disponibilidad del equipo productivo, disminución de los costos de mantenimiento, aprovechamiento del recurso humano, maximización de la vida de la máquina, asegurar que el proceso opere dentro de control estadístico, reparar y restaurar la capacidad productiva que se haya deteriorado, reemplazar o reconstruir la capacidad productiva agotada.

Mantenibilidad

Es la probabilidad de que un componente o equipo pueda ser restaurado a una condición operacional satisfactoria dentro de un periodo de tiempo dado, cuando su mantenimiento es realizado de acuerdo a procedimientos establecidos (Nava, 2004).

Mantenibilidad es, la función de eficiencia que mide la capacidad de un componente o equipo de cambiar de un estado inoperante a un estado de operación satisfactorio. La mantenibilidad viene dada por el cálculo del TPPR (Tiempo promedio para reparar).

Según Nava (204), la ecuación de mantenibilidad es la siguiente:

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

$$TPPR = \frac{Total\ de\ horas\ fuera\ de\ servicio}{Numero\ de\ intervenciones\ de\ mantenimiento}$$

Acarreo

Luego de producido el arranque de la roca en el interior de la mina, el material será destinado a la planta de tratamiento o al depósito de desmonte, procediéndose a la etapa de acarreo. MARSA, es una empresa que utiliza equipos mecanizados y/o combina equipos mecanizados y convencionales, los cuales se describen de manera general a continuación.

Equipos mecanizados

Son aquellos equipos que para realizar trabajo requieren de presión hidráulica la que a su vez pueden ser impulsados por motores eléctricos o diésel y tienen desplazamiento propio; pueden ser cautivos (caso de los eléctricos) y no cautivos (caso del diésel). Estos equipos se caracterizan por su velocidad y productividad. (Ver Tabla 2).

Equipos convencionales

Son equipos que trabajan con aire comprimido, electricidad o motores de combustión interna (ocasionalmente), pudiendo ser estáticos (caso de los scrapers), móviles (caso de las palas neumáticas y autocargardores), o portátiles (caso de las perforadoras manuales).

Método de explotación

Corte y relleno ascendente (cut & fill stoping)

Consiste en la rotura del techo de un tajo a partir del subnivel preparado previamente, en forma ascendente. Se aplica a filones de potencia de 0,8 a 1,50 m, cuyas cajas son medianamente competentes según lo establecido por el área de geo mecánica. Este método tiene una serie de variantes, dentro de los cuales se puede citar el Método de Circado, que consiste en romper por separado ya sea primero el mineral, después las cajas o viceversa, practicándose así la selectividad. Cuando el mineral es dejado en los tajeos como piso para

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

el trabajo se denomina explotación por gradientes invertidos, corte y relleno descendente, etc. Se utiliza relleno detrítico o relleno hidráulico se aplica en franjas horizontales.

Ventajas:

- Alto porcentaje de recuperación.
- Posibilidad de explotación selectiva
- Buena seguridad
- Permite buena ventilación
- Facilita cambiar a otro método
- Posibilidad de explotación selectiva.
- Bajo costo de relleno hidráulico
- Existe poca dilución

Desventajas:

- Alto costo del mantenimiento de chimeneas.
- Equipo cautivo (scoop trams eléctrico).
- Alto consumo de madera para sostenimiento.

Este método es el más popular en nuestro medio, ya que casi el 80% de nuestras minas se explotan con este método. Aspectos considerados para el uso de scoop trams diésel

Explotación por corte y relleno ascendente

Para la limpieza de los tajeos de mineral aurífero se hacía uso de los scoop trams eléctricos de 1,5 yd^3, limitado por un cable eléctrico que solo permitía la limpieza de dos frentes, había que tener mucho cuidado con el cable eléctrico ubicando estratégicamente al scoop trams para evitar su deterioro prematuro y la inconstante disponibilidad mecánica limitaba completar el ciclo de extracción del mineral. En vista de las dificultades se realizó el estudio para extraer el mineral por medio de la construcción de una rampa comunicados por accesos a los tajos del Nv. 2670 zona Integración e introduciendo de esta manera al scoop trams diésel para trabajar de manera libre y

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

con posibilidad de poder limpiar de tres a cinco frentes, lo que permite su aplicación a ciclos largos, resultando uno de los métodos más óptimos para la aplicación de los scoop trams diésel.

Buen control de la perforación y voladura

Es también uno de los aspectos más importantes para obtener un buen rendimiento del equipo, ya que las dimensione de la cuchara son relativamente reducidas al igual que el mismo equipo, requiriendo una buena fragmentación del material a acarrear lo cual se consigue haciendo una buena malla de perforación, adecuada distribución de carga, uso adecuado de retardos, para el buen control de la secuencia de salida, entre otros (Marcañaupa, 2008)

Disponibilidad de personal capacitado

Estos equipos por lo sofisticado que son requieren operadores con cierto grado de instrucción y capacitación mecánica para la adecuada utilización de los mismos, ya que se tratan de equipos costosos por lo que no pueden estar paralizados mucho tiempo durante la operación por desperfectos, en ese sentido el operador puede solucionar, sin espera de mecánicos o electricistas; así mismo, el operador debe tener suficiente criterio para manipular adecuadamente sin forzar el equipo y capte correcta y rápidamente las instrucciones que se le imparta durante el trabajo; en tal sentido el operador de maquina debe ser capacitado constantemente con un criterio de mejora continua

Costo Horario Total

El Costo Horario Total estará determinado por la sumatoria del Costo Horario de Posesión más el Costo Horario de Operación (CIP, 2015). Dentro de los procesos para evaluar una inversión se debe buscar que los costos horarios sean siempre los menores posibles.

$$Costo\ Horario\ Total = Costo\ Posesión + Costo\ Operación$$

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Costo de Posesión

El Costo de Posesión se refiere al costo de inversión de una maquinaria. El Costo de Posesión representa un costo continuo para el propietario. Para determinar el Costo de Posesión se deberán sumar los siguientes rubros:

El costo de Posesión es el resultado de la siguiente fórmula:

$$Costo\ de\ Posesión = D + CF + Seguros, Impuestos\ y\ Almacenaje$$

Donde:

D = Costo de depreciación

CF = Costo financiero

Depreciación (D)

Es el costo que resulta de la disminución en el valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica.

La ecuación de cálculo de la depreciación se presenta en la siguiente formula:

$$D = \frac{Va - Vr}{vh}$$

Va = es el valor inicial de adquisición del equipo puesto en operación.

Vr = es el valor de rescate del mismo.

vh = es la vida útil del equipo (según manual de fabricante) expresado en horas.

El *valor de rescate* (Vr), también llamado valor de recuperación o valor de salvataje, se define como el valor de reventa del equipo, al finalizar su vida económica. En el caso de maquinaria pesada el valor fluctúa entre el 20 o 25% del valor de adquisición del equipo y para el caso de maquinaria liviana está entre el 10 a 20% del valor del bien, considerando que dichos valores pueden cambiar según política de la

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

empresa, en algunos casos pueden ser más elevados o estar por debajo de los indicado.

Costos de financiamiento (CF)

Al comprar una maquinaria de considerable envergadura, las empresas financian los fondos necesarios en los bancos o mercados de capitales, pagando por ello los intereses correspondientes. Puede darse el caso, que, si el empresario dispone de fondos suficientes de capital propio, hace la inversión directamente esperando que la máquina reditúe en proporción con la inversión efectuada. Por tanto, este rubro será equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en la maquinaria.

A pesar de que el empresario pague su equipo al contado, debe cargársele los intereses de esa inversión ya que ese dinero bien pudo haberse invertido en otro negocio que produzca dividendos a su propietario.

Según ESAN (1981), la fórmula genérica para el cálculo del (CF) es:

$$CF = Ima\ x \frac{\%i}{vh}$$

Dónde:

Ima es la Inversión Media Anual expresada como:

$$Ima = \frac{Va(n+1)+Vr(n-1)}{2n}$$

Considerando a “n” como tiempo de vida útil expresado en años. Por otro lado “i” es la tasa de interés anual vigente.

Costo del Seguro, Impuestos y Almacenaje

Las primas de seguro varían de acuerdo al tipo de maquinaria y a los riesgos que debe cubrir durante su vida económica. Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria se asegure con una Compañía de Seguros, como en el caso de que la empresa constructora decida hacer

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria (auto aseguramiento). El tipo de seguros a considerar es el TREC (Todo Riesgo Equipo Contratista) que como promedio se puede asumir en 5,5%. Los impuestos se aplican sobre el bien adquirido. Su porcentaje se deberá de calcular de acuerdo a la legislación vigente y pueden variar en el orden del 1 al 2%.

Respecto al almacenaje, se refiere al costo ocasionado por la permanencia de la maquinaria en talleres (por inactividad). Este costo se estima que es del orden del 1 al 1,5% de la Inversión Media Anual.

Según ESAN (1981), el costo por Seguros, Impuestos y Almacenaje se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$Seguros, Impuestos\ y\ Almacenaje = \frac{Ima\ x\ (\sum tasas\ anuales)}{vh}$$

Donde las tasas anuales representan el total de tasas de impuestos, seguros y almacenaje.

Costo de Operación

El Costo de Operación se refiere al costo que demanda la operación y mantenimiento de una maquinaria. Para determinar el Costo de Operación se deberá sumar los siguientes rubros (CIP, 2015):

- Mantenimiento y reparación
- Combustibles
- Lubricantes
- Grasas
- Filtros
- Llantas o neumáticos
- Piezas de desgaste
- Herramientas de corte
- Operador especializado

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Mantenimiento y reparación (C.M.R.)

El costo de Mantenimiento y Reparación (C.M.R.) de una maquinaria es la sumatoria del Costo de la Mano de Obra (C.M.O.) y del Costo de los Repuestos (C.R.):

$$C.M.R. = C.M.O. + C.R.$$

Para obtener el Costo de la Mano de Obra (C.M.O.) y el Costo de los Repuestos (C.R.), se debe calcular previamente el Costo de Mantenimiento (C.M.) de una maquinaria durante su vida útil. Este se considera referencialmente como un porcentaje del Valor de Adquisición:

$$C.M.O. = 25\% \frac{C.M.}{vh}$$

Costo de Mantenimiento para Trabajo Duro = 80 a 100% del Valor de Adquisición

Costo de Mantenimiento para Trabajo Normal = 70 a 90% del Valor de Adquisición

Costo de Mantenimiento para Trabajo Suave = 50 a 80% del Valor de Adquisición.

El Costo de la Mano de Obra (C.M.O.) representa el 25 % del Costo de Mantenimiento (C.M.) sobre el número de horas de la Vida Económica Útil en horas, valor que lo establece el fabricante como un parámetro de fabricación.

El Costo de los Repuestos (C.R.) representa el 75% del Costo de Mantenimiento (C.M.) sobre el número de horas de la Vida Económica Útil.

No se incluye las Piezas de Desgaste ni Herramientas de Corte.

$$C.R. = 75\% \frac{C.M.}{vh}$$

Combustibles

La cantidad y precio de los combustibles consumidos variará con la potencia, ubicación, clase de trabajo y tipo de maquinaria a utilizarse.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

La forma más exacta de conocer el valor del consumo del combustible es tomar el dato directamente de la obra. Se utilizan valores iniciales que son proporcionados por los manuales técnicos de los equipos los que deberán ser comparados con los valores que se van dando en el desarrollo del proyecto, lo que permitirá tener valores reales de consumo de combustible en obra.

Lubricantes

El método más exacto para averiguar el costo hora del consumo de cada uno de los aceites consiste en tomar el dato de la capacidad del depósito en galones (motores, carter, depósitos para aceites hidráulicos y de transmisión), multiplicar este dato por el valor del galón de aceite respectivo y dividir todo entre las horas recomendadas para cada cambio correspondiente.

$$Costo\ lubricantes\ (\$/h). = \frac{Costo\ Galon\ x\ Capacidad\ Depósito}{Período\ en\ horas\ de\ cambio\ de\ aceite}$$

Grasas

La cantidad grasa que se va a usar depende del tipo y tamaño de la máquina. Para tener un dato más exacto se debe recurrir a los datos que suministra el fabricante para cada máquina específica.

$$Costo\ hora\ de\ grasa\ (\$/h). = \frac{Costo\ de\ la\ grasa\ por\ equipo}{Período\ en\ horas\ de\ engrase}$$

Filtros

Se puede considerar que el valor de los filtros es igual al 20% de la suma de los combustibles y lubricantes.

$$Costo\ hora\ filtro\ (\$/h). = 20\%\ (combustible + lubricantes)$$

Llantas o neumáticos

El costo hora de los neumáticos es muy difícil de determinar, en la medida de que su vida útil depende de muchas variables tales como el mantenimiento, presiones de inflado, estado de la vía, velocidad de desplazamiento, curvas y pendientes de la vía, posición de la llanta en la máquina (delantera, trasera, dirección o de tracción), carga, etc. Lo

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

que sí debemos tener en cuenta es que el costo por hora de las llantas es alto y merece un cálculo aparte.

El costo hora (US$/ h) se determina de la siguiente fórmula:

$$Costo\ hora\ de\ llantas\ (\$/h). = \frac{Costo\ de\ la\ llanta}{Vida\ útil\ de\ la\ llanta}$$

Piezas de desgaste

Son aquellas piezas sujetas a desgaste rápido, pero de fácil reemplazo. Entre estas piezas podemos citar a tolvas, mandíbulas, cucharones, tren de rodamiento, entre otros.

$$Costo\ hora\ de\ piezas\ de\ desgaste\ (\$/h). = \frac{Costo\ de\ las\ piezas\ de\ desgaste}{Vida\ útil\ de\ las\ piezas\ de\ desgaste}$$

Herramientas de corte

Son herramientas de costo variable y dependen de las condiciones de trabajo, tipo de material, etc. Entre estas herramientas podemos citar a las cuchillas, cantoneras, brocas, dientes de cucharón, puntas de los escarificadores, punta de martillos, etc.

$$Costo\ hora\ herramientas\ de\ corte\ (\$/h). = \frac{Costo\ de\ herramientas\ de\ corte}{Vida\ útil\ de\ herramientas\ de\ corte}$$

Operador especializado

El costo de hora hombre (H-H) de los operadores va a estar en función de las escalas salariales que estos tengan por el equipo que van a utilizar, lo cual va depender de la política de la empresa y de sus tarifas respectivas acorde a los turnos de trabajo, que generalmente pueden ser de 8 horas por turno.

3.2.2. Descripción de la ubicación de la Minera Aurífera Retamas S.A

Ubicación y acceso

Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA) es una empresa de minería subterránea de capital íntegramente peruano, MARSA fundado en el año

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

1981 por Don Andrés Marsano Porras, está ubicada a 3 900 m.s.n.m, en el flanco oeste de la Cordillera de los Andes, y localizada en:

Anexo: Llacuabamba,

Distrito: Parcoy,

Provincia: Pataz,

Departamento: La Libertad

País: Perú

Sus coordenadas UTM WGS 84 son:

E = 227022,13 m

N = 9113334,90 m

El plano de localización de la minera MARSA se presenta en el Anexo 2.

3.2.3. Accesibilidad

La zona es accesible por vía terrestre, desde la ciudad de Lima hasta el campamento Chilcas, que se encuentra 785 Kilómetros de la capital peruana; las características del acceso se presentan en la tabla 3

Tabla 3 — Acceso vía ruta terrestre hacia la mina MARSA

Ruta	Distancia (Km)	Tipo de vía
Lima-Trujillo	350	Asfaltada
Trujillo-Huamachuco	185	Asfaltada
Huamachuco-Chagual	162	Asfaltada
Chagual-Retamas	58	Asfaltada
Retamas-Desvío Gigante	30	Asfaltada

En la tabla 3 se tienen las distancias de los recorridos hasta llegar a MARSA que se encuentra en la Cordillera de los Andes del Perú.

La zona también es accesible por servicio aéreo, mediante la empresa aérea Atsa, con avionetas privadas al servicio de las Minas, Poderosa, Horizonte y MARSA, conforme la siguiente información que se detalla en la tabla 4.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 4 — Duración del viaje por aire hacia la mina MARSA

Ruta	Horas
Lima-Pías	1h 15min
Trujillo-Pías	0h 45min

Según la tabla 4 el vuelo desde Lima hasta Pias tiene una duración de 75 minutos, sumamente rápido comparado con el viaje vía terrestre que tiene una duración aproximada de 12 horas

MARSA, cuenta con 30 000 hectáreas de propiedades mineras ubicadas en el entorno de la zona operativa, para los que vienen estructurando programas de exploración y evaluación. Las concesiones mineras se ubican en la Carta Geológica Nacional N°17-I según el Instituto Geológico, Minero Metalúrgico (INGEMMET)

3.2.4. Clima y vegetación

Según MARSA (2011a), en su boletín de recursos humanos, considera que el clima de la región es variado, debiéndose a lo accidentado de la topografía y a la cantidad y tipo de la precipitación, que varía según la posición geográfica y la altura; como no se cuenta con estación meteorológica, los datos de identificación climática son aproximados y referenciales a zonas cercanas de perfil similar. Así se ha determinado que la temperatura sufre mucha variabilidad, entre 2°C y 20°C, con un promedio anual de 11°C, todo ello debido a su ubicación en la región sierra de la cordillera de los andes, donde en las noches la temperatura alcanza niveles muy bajos cercanos a cero, mientras que en día sube la temperatura por la presencia del sol. El flanco oriental de la cordillera central recibe abundantes lluvias, a partir de los vientos húmedos provenientes de la cuenca amazónica.

Por debajo de los 3 000 m.s.n.m. aparece una vegetación tupida, del tipo “montaña”. Por encima de esa altitud, las temperaturas bajas, solamente permiten el desarrollo de arbustos y hierbas. Los pobladores de la zona se dedican principalmente a la agricultura, ganadería y minería. Se cultivan en la parte baja árboles frutales (naranjas, mangos, limas, limones, etc.). En las

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

partes altas se siembra trigo, maíz, lentejas, papas y alfalfa. Debajo de los 3 600 m.s.n.m. hay condiciones adecuadas para una variedad de arbustos y hierbas: por encima de ello crece solo ichu.

Duración de la radiación solar y nubosidad

La cuenca se encuentra expuesta a una fuerte radiación solar. Hasta alturas inferiores a 3 000 m.s.n.m. la duración media diaria de la radiación solar es de aproximadamente 10 horas desde abril hasta diciembre, mientras que a mayores alturas los valores son más bajos

Recursos

Dentro de los principales recursos que se observa en la zona de estudio tenemos de tipo energético, fauna integrada por diversos animales propios de la región, y una flora abundante conformada por diversos vegetales

Energético

Actualmente la energía eléctrica en MARSA, unidad Parcoy es provista por la central Hidroeléctrica Pías 1, propiedad de MARSA, con una capacidad instalada de 12, 67 mw. Como también cuenta con una fuerza propia en donde se tienen instalados 5 compresoras eléctricas (4 Atlas Copco y 1 Sullair) de 1780 hp de potencia que generan 7,846 cfm, también hay otras 6 compresoras ubicadas en distintos puntos de la mina que suman 1,750 hp y generan 5,665 cfm.

Fauna

A pesar que el paisaje cuenta con cobertura vegetal es bastante rala, se pudo identificar 11 especies de aves presentes en el área de estudio (tabla 5), también se identificó crianza de animales de corral (gallinas, patos, cuyes, conejos) para autoconsumo y ventas menores a los turistas y visitantes de la región, algunos vacunos, cerdos, caballos los cuales son criados para el uso doméstico.

Las lagunas de la zona también presentan fauna, y dentro de ellas la especie que se identificó fue Cyprinus carpio “carpa”, esta especie es utilizada para la alimentación y fuente de ingresos para los pobladores de la zona, que pesca

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

y los comercializa, la especie carpa es un recurso hidrobiológico de valor comercial y sabor agradable que puede comercializarse con bastante facilidad en la zona, donde algunos pobladores vienen cultivando para fines de consumo.

Tabla 5 — Aves identificadas en el área de estudio

Familia	Nombre científico	Nombre común
Cothartidac	Coragyps atratus	Gallinazo
Laridae	Larus serranus	Gaviota serrana
Ardeidae	Egretta alba	Garza blanca
Trochilidae	Aglaectis cupripermis	Picaflor
Tyrannidae	Camptostoma obsoletum	Mosqueta silbadora
Cuculidae	Crotofafgo sulcirotis	Guarda caballos
Turdidae	Turdus chiguanco	Chiguanco
Tyrannidae	Pyrocephalus tubinus	Turtupilia
Mimidae	Mimus longicausales	Chisco
Icteridae	Molothrus bonariensis	Negros
Ploceidae	Passer domésticos	Gorrión

Extraido de MARSA (2010a).

Flora

La presencia de vida en las zonas descritas permite el crecimiento de vegetación tanto en climas templados y cálidos. Las áreas con mayor cobertura y estratos vegetales se presentan en las quebradas, donde existen un bosque seco en el estrato vegetal más alto, dominado por el Huarango (*Acacia macracantha)*.

En la Tabla 6 se presenta la flora principal identificada en la zona de influencia de la mina, dentro de los cuales se encuentran importantes vegetales de uso comercial.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 6 — Flora identificada en el área de estudio

Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**
Asteracia	Bacharis latifolia	Chilca
Poaceae	Cortaderea selloana	Cortadora, plumilla
Agavaceae	Agave americano	Penca
Catáceas	Opuntia ficus indica	Tuna
Scophulariaceae	Buddleja incana	
Bromeliaceae	Tillandsia	Achupalla
Anacardiaceae	Schinus molle	Molle
Fabaceae	Acacia macracantha	Huarango
Myrtaceae	Eucaliptus globulus	Eucalipto
Euphorbiaceae	Recinus cimuis	Higuerilla
Piperaceae	Piper hispidum	Matico
Lauraceae	Laurus nobilis	Laurel
Sapindaceae	Dodonaea viscosa	Chamana
Poaceae	Cemchrus equimatus	Cadillo
Pteridiaceae	Adiatum sp.	Helecho
Blechnaceae	Blencherum	Helecho

Extraido de MARSA (2010a)

Es precisamente en las quebradas donde se alcanzó a la mayor biodiversidad Florística por atravesar mayor cantidad de pisos altitudinales y recibir en forma regular agua desde las partes altas, sobre todo en épocas de lluvias. La flora situada en los márgenes del rio Parcoy y Llacuabamba se caracteriza por presentar arbustos y malezas propias del monte ribereño, hacia las partes altas la vegetación se hace más rala y da paso a árboles y arbustos dispersos a gramíneas propias de la zona alto andina. En los estratos inferiores se encuentran especies herbáceas como el cadillo y la chamana, también se observó la presencia de la especie introducida eucalipto la cual es empleada como leña y uso doméstico, además existen sembríos como el maíz, papa, trigo, cebada, pacae, plátano entre otros productos, los cuales son para autoconsumo y ventas minoristas que realizan los productores en los mercados de la ciudad. Existen también algunos agricultores que cultivan productos como el maíz, o la para para su comercialización por mayor.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Hídrico

Según MARSA (2011b), en el boletín de medio ambiente-Parcoy, gran parte de la provincia de Pataz cuenta con agua, para satisfacer los requerimientos agrícolas y domésticos de las poblaciones aledañas. El rio Parcoy aledaño a la unidad minera tiene un caudal de 300 m^3/min, además se tiene ciertos tributarios del rio Marañón, como los ríos Carrizal, Parcoy y Tayabamba, que registran un caudal casi constante durante el año, parte de ese caudal se utiliza en la actividad minera.

En las caídas naturales que se tiene en su recorrido, se instaló una pequeña central hidroeléctrica de Tayabamba, propiedad de Hidrandina Sur, que actualmente abastece a MARSA, con un ahorro de 30 000 $/mes. Actualmente la fuerza motriz en mina es a base de compresoras suministradas con petróleo, con un consumo promedio de 80 000 galones/mes.

Recursos humanos

En esta zona abunda la mano de obra no calificada, pues el poblador tiene cierta experiencia en trabajos mineros. La mano de obra calificada es llevada de otros lugares como: Trujillo, Cajamarca, Piura y Lima, dentro de este grupo existen técnicos de mando medio y profesionales de nivel universitario.

Entre los centros poblados más cercanos se encuentra el pueblo de Retamas – Parcoy, Llacuabamba, Niñabamba, Niñobambaba, Pataz, Antapita. Cada uno de ellos tiene su propia autoridad que la representa (presidente y/o alcalde). Además, cuenta con servicios básicos como: carreteras afirmadas, alumbrado público, agua, desagüe y centro de salud.

MARSA cuenta con una fuerza laboral de 4 000 trabajadores entre empleados y colaboradores (mano de obra) de los cuales 200 personas pertenecen a la propia compañía que están en las áreas de la planta de procesamiento, seguridad, recursos humanos, perforación y voladura, planeamiento mina, geología, costos, topografía, y los 3 800 trabajadores están distribuidos en las contratas mineras, que es la fuerza laboral de la unidad productiva.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Topografía

Según MARSA (2011c), en el Boletín Geología Parcoy, el relieve topográfico que presenta esta región es sumamente abrupto, pues el río Marañón ha formado un valle profundo en forma de "V" así mismo presenta esta forma sus tributarios por su margen derecha como es la quebrada El Molino, Lanchis, Talpito, que han formado valles profundos con rumbos casi perpendiculares a la trayectoria del río Marañón, de rumbo N-S, en este sector el resto de su trayectoria hacia el Norte como hacia el Sur su rumbo predominante es NO-SE paralelo al anticlinal andino. A 12 km al este del río Marañón discurre el río Parcoy que tiene rumbo SE-NO formando un valle interandino con taludes laterales de fuertes ángulos desemboca en la laguna Pías.

Geología de las vetas

La veta Valeria es una estructura mineralizada lentiforme de primer orden, limitado por las vetas Daniela y Cabana 3, inicialmente reconocido con sondajes largos, posteriormente explorado horizontalmente por más de 325 m con labores convencionales en los niveles 2 770, 2 670 y 2 620. Su rumbo promedio es de N 27° W y buzamiento de 45° a 85° NE. Presenta sinuosidades tanto en rumbo como en buzamiento con estrangulamientos locales tipo rosario. Acompaña a la estructura una falla longitudinal al techo y/o piso de la veta, que debe tenerse en cuenta para la explotación (figura 4).

3.2.5. Geología regional

Estratigrafía

La columna estratigráfica de la zona minera está formada interiormente por rocas del complejo metamórfico, sobre la cual se posicionan en Angulo discordante sedimentos continentales y marinos del periodo paleozoico y mesozoico. Un intrusivo granodiorítico secciona las rocas sedimentarias y alcanza la parte inferior volcánica. En la región donde se ubica la explotación minera de MARSA existen diferentes formaciones rocosas, entre las principales se tiene el Complejo Marañón, Grupo Ambo, Grupo Copacabana,

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Grupo Goyllarisquizga, Formación Crisnejas, Grupo Mito y Grupo Pucara (Benavides, 1956).

3.2.6. Geología estructural

Para Benavides (1956) existen dos unidades principales el Batolito de Patáz y el Batolito de Parcoy, donde la secuencia sedimentaria ha sido alterada por rocas intrusivas en la mayor parte de la zona en estudio.

El batolito de Patáz se encuentra en la zona norte, y se extiende desde Vista Florida (al Sur de Patáz) hacia el norte, abarcando hasta la provincia de Bolívar, con una cobertura de área aproximada de 30 km * 20 km, en ella se han observado e identificado rocas intrusivas: adamellita, granodiorita y tonalita, en variaciones locales poco diferenciadas.

El batolito de Parcoy se ubica al centro y sur de la región, se extiende desde Suyubamba por el norte hasta Buldibuyo por el sur, con un área aproximada de 50 km de largo por 8 km de ancho.

Este afloramiento presenta constantes variaciones. Según los estudios realizados se han identificado tres tipos de rocas intrusivas: Granitos rojos, Granorioritas y Dioritas. Los granitos rojos afloran a lo largo del valle del Marañón. Estos se encuentran gneissificados y se les identifica fácilmente por la presencia de ortosa rosada. Estos granitos cortan las filitas del complejo del Marañón y están cubiertos discordantemente por el Grupo Ambo del Missisipiano.

Según la tabla tectónica descrita por Wilson, *et al* (1967), para la zona existen tres unidades tectónicas: un área de pliegues, un área imbricada y una zona de bloques fallados, siendo esta última la que corresponde al área de estudio. El área de bloques fallados se caracteriza por haber sufrido movimientos predominantemente verticales a lo largo de fallas, que tienen rumbo aproximado NE-SE.
Uno de los ejes principales de fallamiento, correspondería al valle del Marañón, donde es común hallar rocas del Complejo Marañón en contacto -

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

fallado con las formaciones mesozoicas. Los desplazamientos verticales producidos por las fallas son generalmente muy considerables y han originado un desnivel de hasta 2 000 m.

La estructura general de los bloques muestra un predominio de pliegues anchos y abiertos en los sedimentos del Paleozoico Superior y Mesozoico a pesar de que las fallas regionales produjeron cierto desplazamiento horizontal; sus movimientos principales fueron verticales.

3.2.7. Geología y características de la Veta Valeria

En la zona de Valeria I se ejecutan trabajos desde el nivel 2 770 a niveles superiores. En las exploraciones e interpretaciones geológicas realizadas mediante sondajes diamantinos se han reinterpretado las fallas, secciones y se hay determinado el comportamiento geo-económico de las vetas que existen en la zona, y de esta manera dar mayor importancia para la exploración en los extremos norte y sur y ver la continuidad de las alturas en las vetas.

La explotación de esta veta se realiza sobre una estructura angosta, lenticular afectado por fuerte fallamiento del sistema NW 2N compuesta por bandas de cuarzo blanco lechoso, pirita grano medio en parches, arsenopirita en trazas e incrustaciones de galena y zinc marmatítico en cajas graníticas y granodioríticas. Se ha inferido que el recurso mineral es de 982 000 TM con una ley de 11,06 g Au/TM y una potencia de 0,95 m.

En la zona de Valeria II la exploración se realiza desde un nivel de 2770 a niveles inferiores y toda la profundización de la Rampa Patrick 3, las vetas Valeria H (Nv 2 720, 2 670, 2 620 y 2 570), Valeria F (Nv 2 720), Daniela (Nv 2 720, 2 670, 2 620, 2 570), y Cachaco (Nv 2 570). El recurso mineral ha sido estimado en 2 076 500 TM con una ley de 12,22 g Au/TM con una potencia de 0,71 m.

En la figura 3 se presenta la vista norte que contiene de ubicación y distribución de las vetas, así como las fallas, donde se encuentra la veta

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Valeria entre los niveles de 2 570 a 2 880 aproximadamente. La vista de corte de la veta Valeria se presenta en el Anexo 5.

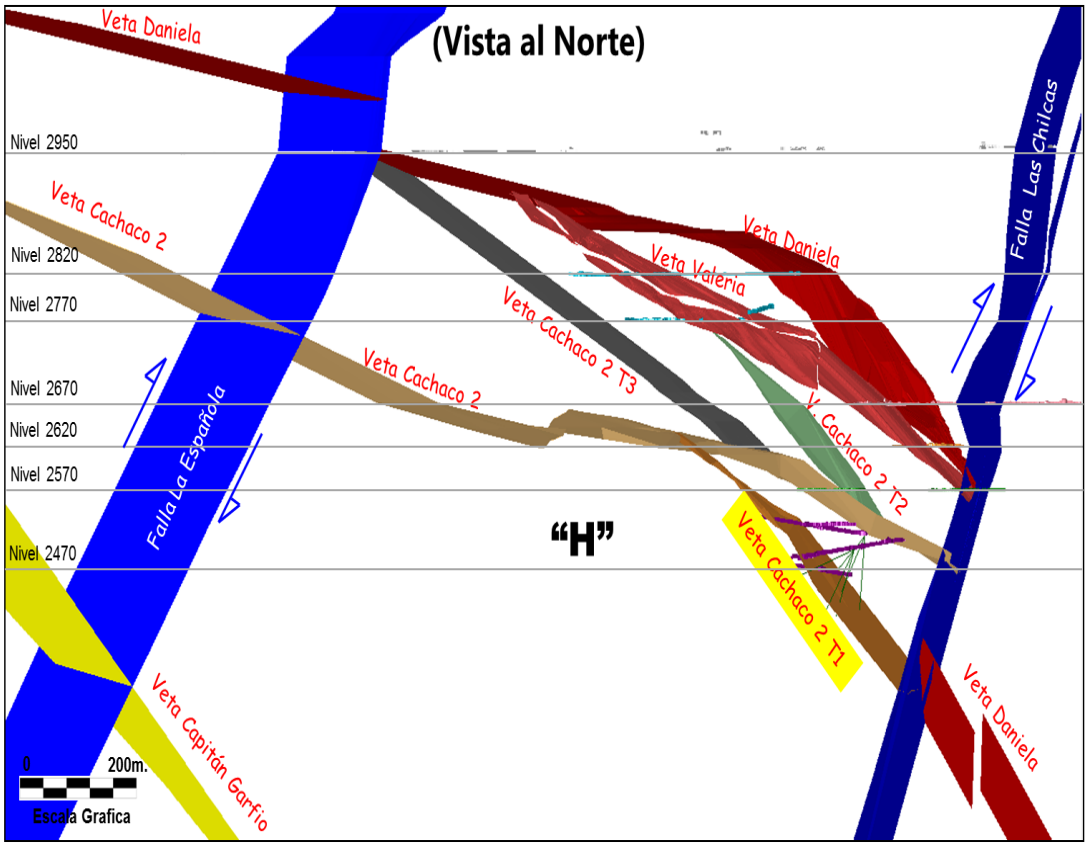


Figura 3 — Ubicación de la veta Valeria en la distribucion de vetas con vista al norte

Extraido de Tomado de MARSA (2012b)

Afloramiento de la estructura mineralizada

Los afloramientos de las estructuras mineralizadas en el yacimiento de integración MARSA no son muy nítidos por la fuerte alteración hipogénica de sus cajas y la fractura superior de la formación de la veta, que permitieron una erosión, las cuales hacen imposible la observación de rasgos geológicos; a continuación, se describe una de las vetas más importantes:

El afloramiento de la veta Valeria se localiza entre las cotas 2 975 y 3 000 a 3 150 m.s.n.m. con potencias de 10 m., 4 m., 0,40 m respectivamente, tiene cuarzo y limonita, con rumbo N 20° W45°-50° NE de buzamiento, tiene una longitud horizontal de 1 150 m aproximadamente.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Alteraciones

Las estructuras mineralizadas estudiadas en rocas intrusivas, en las filitas de la zona y en el contacto del intrusivo, todas ellas han sufrido alteraciones hidrotermales. Esta alteración se ha producido cerca de los depósitos y no tienen gran alcance. En el mejor caso llega a tener hasta 20 m desde la estructura hacia fuera. En las rocas intrusivas, la alteración se evidencia por los minerales característicos como la sericita, clorita, cuarzo y calcita. En las filitas del Complejo Marañón, la alteración se manifiesta por una fuerte silicificación y piritización.

En los depósitos estudiados se han producido alteraciones supérgenas, originándose así las especies secundarias que ocupan la zona de oxidación de las vetas. Esta zona de oxidación en la mayoría de los depósitos auríferos tiene poca profundidad, alcanza solo 30 a 40 m por debajo de la superficie. En ella aparecen con mayor frecuencia los siguientes minerales limonita, goethita, novelita, por tal razón no es posible tener con certeza la estructura de la zona.

Geología económica

La mineralogía aurífera asociada al Batolito de Pataz, ocurre con mayor incidencia en la zona central del Batolito, lo cual se debe al fuerte tectonismo que sufrió esta zona en lo que se refiere a fallamientos, fracturamientos y las buenas condiciones físico químico favorables para una mineralización como sucede en las diferentes vetas, observándose en la superficie potencias de veta angostas y a medida que se profundiza ocurre un incremento en la potencia de veta llegando hasta 20 m. Así mismo las leyes de oro que presentan estas vetas y el ancho de sus potencias no han sido las mismas desde sus orígenes puesto que estas vetas se han ido ensanchando y enriqueciendo con los flujos mineralizantes que han ocurrido en diferentes eventos geológicos.

Quizá esto explique porque las rocas más antiguas tienen mejores leyes que las rocas más modernas. En las diferentes vetas se han realizado estudios microscópicos de la mineralización, teniendo como mineral principal pirita

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

con gran contenido de oro, galena, esfalerita también con presencia de oro y calcopirita en menor proporción.

Mineralogía

Mineralógicamente está compuesto por cuarzo blanco lechoso y gris, fracturado en mayor proporción, bandas de pirita masiva de tipo afanítico con presencia de marmatita, en menor proporción arsenopirita y galena. La concentración de los sulfuros es variable en rumbo, buzamiento y por presencia de fallas que dislocan la veta. Las alteraciones de la roca encajonante son: silificación, sericitación, cloritización, caolinizaión. Su potencia varía de 0,15 m a 1,80 m y llegando a 2,40 m en el Nivel (Nv) 2620.

Clasificación de minerales

En MARSA la clasificación de los minerales está de acuerdo a su importancia económica, y se clasifican en dos grupos bien diferenciados que se describen a continuación:

Minerales de mena. Son los minerales cuya explotación producen ganancias monetarias, y dentro de los más importantes están el oro y la plata, con cuyo valor se respaldan muchas monedas a nivel mundial. Minerales de ganga. Son los minerales que se encuentran junto a los minerales de mena durante la explotación cuyos valores económicos no conducen a beneficios, ellos son el cuarzo, pirita, esfalerita, galena, arsenopirita, calcopirita, y la pirrotina.

Tipo y forma del yacimiento

La veta Valeria es un yacimiento tipo relleno de fisuras cuyos afloramientos se presentan en cuerpos granodioríticos. Las vetas presentan oxidación hasta una profundidad de 20 a 30 m; las rocas de las cajas están cloritizadas, caolinizadas y cericitizadas; algunos de ellos muestran signos de reavivamiento. La composición del relleno mineral es bastante homogénea en sentido vertical y horizontal. Es de tipo primario, por precipitarse a partir de soluciones mineralizantes que se originaron durante la diferenciación magmática. Las vetas son de enriquecimiento secundario por el valor de su composición mineral.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

La veta Valeria es hipógeno, porque los minerales proceden de aguas ascendentes de derivación magmática, en donde las rocas encajonantes se formaron antes de las estructuras mineralizadas, y se formó por la fractura de las rocas encajonantes, ubicándose las soluciones mineralizantes en algunas de estas fracturas. Es mesotermal a epitermal, por sus características de temperatura intermedia baja por lo que se formó bajo presión, temperatura moderada y profundidad.

Características de la veta Valeria

La veta Valeria se encuentra en una estructura de rellenos de fracturas, por efecto de factores mineralizantes hidrotermales, epigenético de tipo primario, origen hipógeno, que se inició con temperaturas de facies mesotermal, a epitermal. La veta Valeria se encuentra en una posición NE, se inicia en la veta Daniela y se intercepta con la Falla EW-2 que se encuentra en posición EO. Las proyecciones de exploración para los próximos cinco años están centradas en las vetas Valeria, Daniela, Esperanza, Cabana y Cachaco.

En el caso de la veta Valeria se tiene previsto en el corto plazo realizar las perforaciones diamantinas de largo alcance en el nivel 2820 en tres coordenadas diferentes en la labor CAM 14 de longitudes 550, 390 y 620 m donde se observarán las intersecciones de la veta Valeria en las cotas 28.63.19, 28.60.26 y 28.59.52 respectivamente.

En la figura 4 se presenta la veta Valeria que tiene inicio en la veta Daniela y se extiende longitudinalmente con dirección NE intersectándose con la Falla EW-2

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

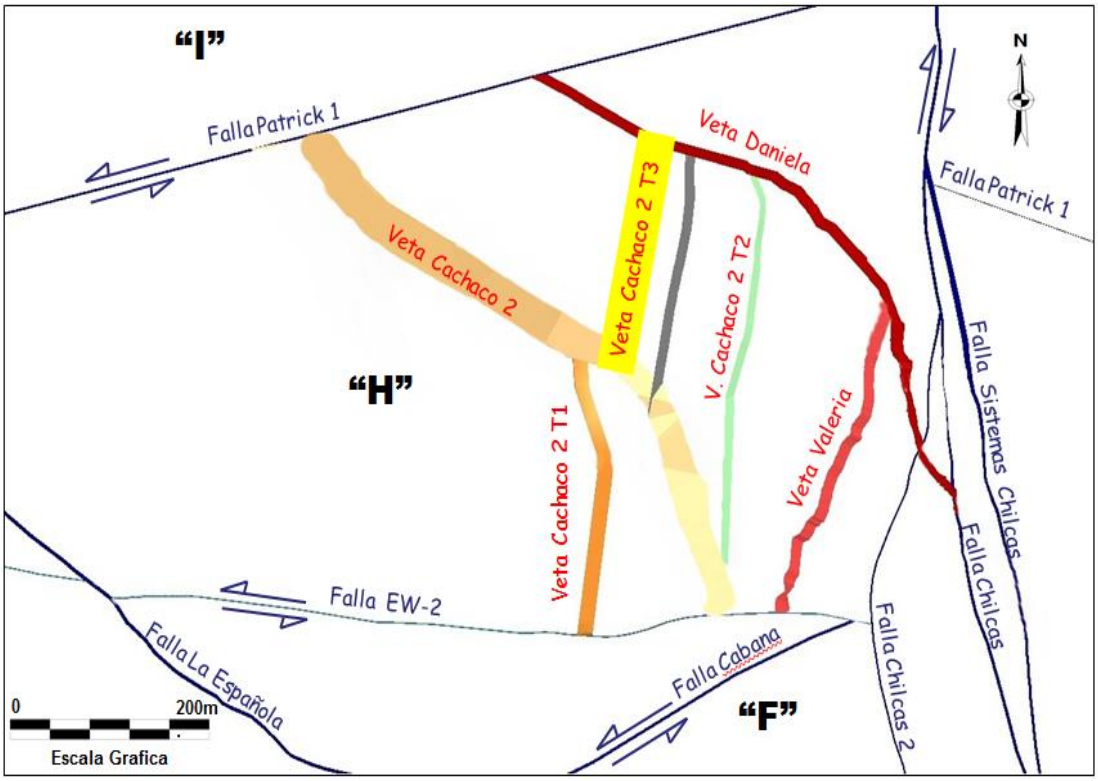


Figura 4 — Vista de la veta Valeria entre la veta Daniela y la Falla EW-2

Extraido de Tomado de MARSA (2012b)

Estimaciones de reservas

En la veta Valeria actualmente las labores están en los niveles 2770, 2720, 2670 2620 y 2570; en junio del 2016 la reserva estimada fue de 110 295 TM con 13,87 Au gr/TM y una potencia promedio de 1,02 m. El acarreo y traslado de las rocas se realizan en corredores angostos dentro de las vetas con scoop trams eléctrico, el cual se paraliza siempre por diversas razones.

Tabla 7 — Valores de reservas en la veta Valeria mina MARSA

Nivel	TM	Potencia Promedio (m)	Ley (Au gr./TM)
2570	6,409	1,09	23,47
2620	35,739	1,12	18,20
2670	59,130	1,02	11,25
2720	2,866	0,76	6,31
2770	6,151	0,91	7,49
Total	110,295	1,02	13,87

Nota: Se observa que las mayores reservas se encuentran en los niveles de 2620 y 2670 con buena ley y potencia promedio. Tomado de MARSA (2012a).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Génesis de la veta Valeria

Los depósitos minerales en la zona de integración, son depósitos epigenéticos, debido a soluciones hidrotermales. La mineralogía existente y su estructura corresponden a temperaturas moderadas, de 200 a 300 °C del tipo "Mesotermal"

Paragénesis y zoneamiento

El depósito mineral ocurrió primero cerca de las cajas y luego continuó hacia el centro obedeciendo a una secuencia paragenética.

Etapa de alteración hidrotermal

Se inicia con la silicificación, luego la sericitización y concluye con la cloritización**, e**sta última asociada al oro libre. El grado y ancho de alteración algunas veces guarda relación con la potencia de las vetas y decrece al profundizarse

Tabla 8 — Etapas de mineralización en la zona de integración MARSA

Etapas de mineralización	**Composición**	**Imagen del mineral**
Mineralización primaria	-----	
Calcita	$Ca\ CO_3$	
Cuarzo	$Si\ O_2$	
Pirita	$Fe\ S_2$	
Arsenopirita	Fe As S	
Pirrotita	$Fe_{(1-x)}\ S$	

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Calcopirita	Cu Fe S_2	
Esfalerita	Zn S	
Galena	Pb S	
Oro	Au	

Extraido de Tomado de MARSA (2012a)

El oro que se encuentra en la veta Valeria, en mayor proporción esta físicamente mezclado con sulfuros y no está en forma de combinación química, encontrándose comúnmente al estado nativo, rellenando las micro fracturas y porosidades de los sulfuros, en forma libre en zonas de oxidación y en menor proporción en forma de electrón. Los tamaños normales del mineral oro, están en el orden de 0,01 mm a 0,15 mm, esporádicamente sobrepasan de 0,15 mm.

Controles de mineralización

Controles estructurales

Las estructuras mineralizadas de la zona de estudio son algo conspicuas en sus afloramientos. Mayormente tienen una depresión en el terreno, a manera de trincheras, modificando sustancialmente en muchos sitios la topografía local. Esto se debe principalmente a que el relleno de la estructura posee una dureza diferente a la roca de caja y en este caso el relleno es más suave que el intrusivo alterado, todo este estudio debe realizarse con anticipación para desarrollar una explotación minera.

Controles litológicos

El control litológico está dado por las rocas intrusivas que son las más favorables para la formación de estructuras bien definidas. Así tenemos que los mejores yacimientos se encuentran en las partes críticas de los Batolitos de Pataz y Parcoy, mientras que hacia los bordes y en el contacto con dicho

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

batolito (con las filitas), los yacimientos ofrecen valores más bajos en Oro. Esto se puede observar en el borde SE del Batolito de Parcoy. Más al sur Tayabamba, la roca de la caja predominantemente es la filita. Aquí los valores de Oro son bastante bajos, en cambio se incrementan las leyes de Cobre.

Las perforaciones que se han realizado en las diferentes vetas han permitido estimar sus longitudes, volúmenes de reserva, como la composición de los minerales metálicos, para un periodo de largo plazo de explotación.

En la tabla 9 se presenta la litología del Batolito de Pataz, del Batolito de Parcoy, así como de las rocas metamórficas del complejo Marañón, con sus respectivos minerales metálicos que se encuentran dentro de ellos en mayor abundancia; dicha estructura existente tiene escasa variación a lo largo y ancho de su posición, por tanto a la fecha se mantienen las características de la veta, encontrándose a la vez, el cuarzo, la pirita y la galena como principales minerales metálicos que siempre acompañan al oro.

Etapa de mineralización

El proceso de mineralización ocurrido en la veta Valeria es tan similar a otras vetas de la zona en lo que corresponde a tipos de mineral encontrados.

En la Tabla 8 se presentan los minerales más comunes que se encuentran junto al oro en las vetas de explotación, los cuales son parte del proceso de mineralización que se producen dentro de las rocas como producto de la acción de diversos factores naturales internos dentro de las rocas. Así mismo en la figura se presenta la formula química de cada una de ellas, donde algunas contienen calcio, silicio, hierro, azufre, cobre, zinc y plomo bajo la forma de carbonatos, óxidos y sulfuros.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 9 — Estratigrafía y Litología

Estratigrafía y Litología	Minerales metálicos
Batolito de Patáz: adamelita, granodiorita, tonalita.	Pirita, galena, esfalerita, tetraedrita, oro nativo, cuarzo
Batolito de Parcoy: granitos rojos, granodiorita, diorita.	Pirita, galena, cuarzo, calcopirita, marmatita.
Rocas metamórficas y otros: filitas del complejo Marañón.	Calcopirita, malaquita, covelina, cuarzo

Extraido de MARSA (2012b)

En los estudios realizados a las muestras obtenidas en la veta Valeria se pudo apreciar su composición de los minerales, que se presenta a continuación, sobresaliendo el cuarzo blanco y la pirita que llegan alcanzar hasta un 40%

En la tabla 10 se muestra los resultados de los análisis respecto a la composición porcentual de los minerales existentes en la veta Valeria, sin embargo, estos porcentajes pueden variar según diversos factores geológicos bajo los cuales se encuentre la veta.

Tabla 10 — Composición porcentual de los minerales metálicos encontrados en la veta Valeria durante las excavaciones de exploración

Mineral metálico	(%)
Cuarzo blanco	40
Pirita	25 – 40
Arsenopirita	3
Marmatita	5 – 15
Galena	5

Extraido de MARSA (2012c).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Control mineralógico

Según el control mineralógico observado, la pirita es el mineral más importante y abundante de la zona. Esta contiene gran porcentaje de oro. El cuarzo en su variedad lechosa es muy frecuente como mineral de ganga, pero no siempre contiene minerales de mena, cuando la estructura es potente (2,0 a 5,0 m); en cambio las vetas angostas llegan a contener buenos valores. También existen en la zona diques de cuarzo de 6 a 10 m de potencia y estos contienen estructuras más angostas con minerales metálicos de oro y cobre de gran valor comercial y económico.

Según el análisis estructural de la zona de estudio y de los filones de la región se establece que la mayoría se han formado por las fuerzas compresivas provenientes del lado E y S que han originado fracturas de cizallamiento; dentro de las cuales se encuentra la mayoría de las vetas, como las de Parcoy y el Gigante que tienen orientaciones NS – SE.

Criterios utilizados para la cubicación de reserva de mineral

La estimación de la cubicación requiere utilizar diferentes criterios tales como la toma de muestras, categorías de mineral, nomenclatura de blocks, delimitación de blocks, cálculo de áreas, cálculo de volumen, cálculo de peso específico, cálculo de tonelaje, ley del block, determinación de la dilución, ancho de minado, área minada, volumen de minado, tonelaje de minado, ley de minado, y ley económica o rentable. La cubicación se establece en la medida de toneladas métricas (TM).

Características del macizo rocoso de la veta Valeria

La composición de la roca intrusiva de la veta Valeria es variable, predominando la granodiorita y el cuarzo. Es común encontrar en el batolito donde se emplaza la veta Valeria presencia de diques aplíticos, andesíticos y xenolitos. Conforme al estudio del comportamiento de los diferentes dominios localizados en el trazo de vetas sub horizontales en MARSA, se ha determinado tres dominios estructurales - geotécnicas las cuales controlan el diseño de sostenimiento y secuencia de minado.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En la figura 5 se presenta la estructura vertical de la roca en la veta Valeria con un buzamiento mayor a 45º.

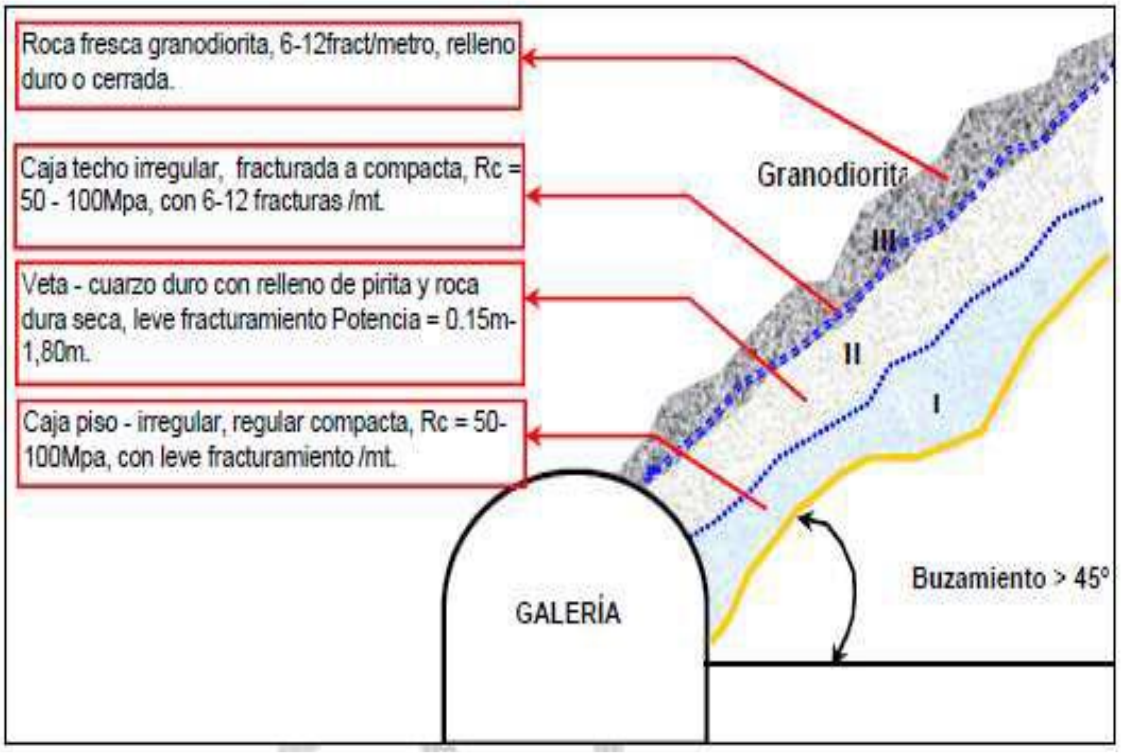


Figura 5 — Estructura de la roca en veta Valeria

Extraido de MARSA (2012b)

En la figura 5 se observa la roca fresca granodiorita, seguida de la caja techo irregular, en cuyo interior se encuentra la veta que contiene cuarzo duro con relleno de pitita y roca dura seca, y en la base se ubica la caja piso irregular.

Geomecánica

Conocer la estructura del macizo rocoso, permite escoger el método correcto para los trabajos de excavación subterráneo y poder concluidos con éxito.

Pérez (2008), sostiene que un proyecto de esfuerzo minero requiere información sobre la estructura geológica del macizo, propiedades de las discontinuidades y de la roca intacta, la magnitud y dirección de la redistribución de tensiones en torno de la excavación y del grado de deformación aceptable.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Pérez (2008), manifiesta que escoger un sistema de soporte, depende de los siguientes factores: caracterización del macizo rocoso y tensiones de campo. Cuando una empresa realiza un proyecto de excavación subterráneo deberán considerarse los siguientes factores: la estructura geológica del macizo rocoso, esfuerzos presentes in situ, técnicas de excavación y el tamaño de la excavación, donde a la vez para cada uno de ellos debe conocerse su costo de aplicación.

Caracterización geomecánica de la veta Valeria

Según el estudio de la geo mecánica del macizo rocoso de la zona Valeria en los niveles Nv. 2570 y 2620, el Rock Mass Rating **(**RMR), y mapeos geo mecánicos a cada tramo de avance por voladura en una longitud aproximada de 100 m, se consideraron 6 parámetros y a la vez se utilizó la cartilla geo mecánica por celdas.

El tipo de roca que predomina en la veta Valeria es la granodiorita, diorita, granito, y tonalita donde presenta alteraciones con presencia de fallas, la sección típica de la labor minera de explotación es de 3,00 m x 3,00 m con pendiente de 12%.

Parámetros hallados en el mapeo geo mecánico:

Resistencia a la compresión

La medición de la resistencia a la compresión de la roca se determinó con el martillo geológico: la muestra se rompe con (1) un golpe de martillo geólogo.

Resistencia Compresión: 80 – 270 mPa

Valoración: 15, se obtiene indicador de la veta Valeria según (Bienawski, 1989).

En una longitud de 100 m lineales se identificaron 800 discontinuidades.

λ = 800/100 = 8 disccontinuidades/metro

RQD (%) = $(100 * e^{-0,1x8}) * ((0,1 * 8) + 1) = 80,87$ %

Valoración: 17, se obtiene indicador de la veta Valeria según (Bienawski, 1989)

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Espaciamiento de las discontinuidades

El espaciamiento entre discontinuidades presenta un promedio de: 0,6 – 2,0 m Valoración: 20, se obtiene indicador de la veta Valeria según (Bienawski. 1989)

Condiciones de las discontinuidades

- Persistencia
- Apertura
- Rugosidad, ligeramente rugoso.
- Relleno duro mayor a 6mm.
- Intemperismo, muy intemperada.

Valoración: 6 + 4 + 1 + 8 + 1 = 20, se obtiene indicador de la veta Valeria, según (Bienawski, 1989)

Orientación de las fracturas

Roca masiva.

Valoración: 6, se obtiene indicador de la veta Valeria según (Bienawski, 1989).

Agua subterránea

Excavaciones secas.

Valoración: 5, se obtiene indicador de la veta Valeria según (Bienawski.1989). Como resultado del mapeo geo mecánico realizado en la veta Valeria, la profundización arroja una valorización del RMR de 83 (sumando todas las valorizaciones anteriores), el cual indica que el tipo de macizo rocoso en lo que corresponde a la veta Valeria es de tipo II que se califica como buena.

Labores mineras

Labores mineras de desarrollo

Las labores de desarrollo se preparan en terreno estéril y es paralelo a los cuerpos mineralizados en rumbo para su fácil acceso.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Las rampas principales cumplen el propósito para el traslado de equipos, personal, instalación de servicios auxiliares, futuras exploraciones, etc. El crucero principal se está desarrollando con el fin de llegar al yacimiento Patrick, Chilcas, este crucero tendrá una longitud de 3 km con gradiente positiva de 15%.

Labores mineras de preparación

Las labores de preparación se realizan desde las labores de desarrollo, rampas principales y/o cruceros según el requerimiento de la producción, estas labores pueden ser inclinadas y horizontales dentro de las especificaciones técnicas.

- Subniveles
- Rampas auxiliares
- Chimeneas, con el propósito de utilizarlos como coladores de mineral, relleno o ventilación (también se puede utilizar como chimenea de servicios), su longitud es variable. Se tiene: chimeneas de desmonte (WR), Chimenea de mineral (OR) y chimenea de ventilación (VR) (López y López, 2003)

Labores mineras de explotación

Estas labores realizan tajeos en Breasting para extraer blocks de mineral. También se realiza acceso a la veta, ya sea a los extremos o por medio del cuerpo mineralizado, con una gradiente de 15% para una vez accesado al mineral rebatirlo (EXSA, 2009) (Cámara Venezolana de la Construcción, 2017)

- Accesos: Son de sección 3,00 x 3,00 m con una gradiente negativa de 15%.
- Tajeos: Son de sección 3,00 x 3,00 m con cara libre de 0,50 m.

Descripción del método de minado corte y relleno ascendente en breasting.

Para la explotación de la veta Valeria con el método corte y relleno ascendente en breasting se usará máquinas perforadoras neumáticas tipo Jacklegs. El acceso a la labor se realizará por la chimenea intermedia de triple

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

compartimiento (tolva – camino – canal de izaje) que también servirá para servicios (agua, aire y ventilación y el uso para cualquier situación de emergencia dentro de la mina. Realizar la perforación en breasting con bancos de 2 m de altura por 5 pies de longitud a partir de la chimenea central. Antes de la voladura se recomienda cubrir el material detrítico con el uso de telas artilleras a fin de evitar la contaminación y/o pérdida de mineral fino. Realizar el sostenimiento con entubado de madera y/o perno y malla según recomendación geomecánica. Completar el avance del corte hasta las chimeneas laterales. La etapa de limpieza del mineral roto/guardia se realizará con scoop trams eléctrico y diésel hacia ambas alas del tajeo (N y S) con una longitud de 40 m de ala.

Para el relleno con material detrítico se hace uso del desmonte proveniente de las exploraciones del nivel superior, el cuál es abastecido mediante una locomotora y carros mineros por las chimeneas laterales y estas esparcidas en el tajeo hasta solo dejar una luz de 0,50m (cara libre-uso de cara libre). Si fuese necesario se hará uso del relleno hidráulico para encajonar y tener un piso uniforme. El relleno cumplirá 2 funciones: proporcionar un nuevo piso para la perforación y de sostenimiento de la labor. Terminado un corte completo, se acondiciona el chute-camino-canal de izaje con entibado de madera a manera de anillado y/o anillos metálicos para el chute y la instalación correspondiente del winche.

Secuencia de minado en la explotación CRAB de la veta Valeria

En la figura 6, se presenta el método que la empresa realiza para explotar la veta Valeria que comprende el corte y relleno ascendente en breasting, en tres etapas:

Etapa I: Minado

Consiste en fragmentar la roca utilizando explosivos de alta potencia (dinamita)

Etapa II: Corte

Proceso en el cual se reduce el tamaño de todo el material minado

Etapa III: Relleno

Operación que consiste en rellenar los espacios generados en la labor

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

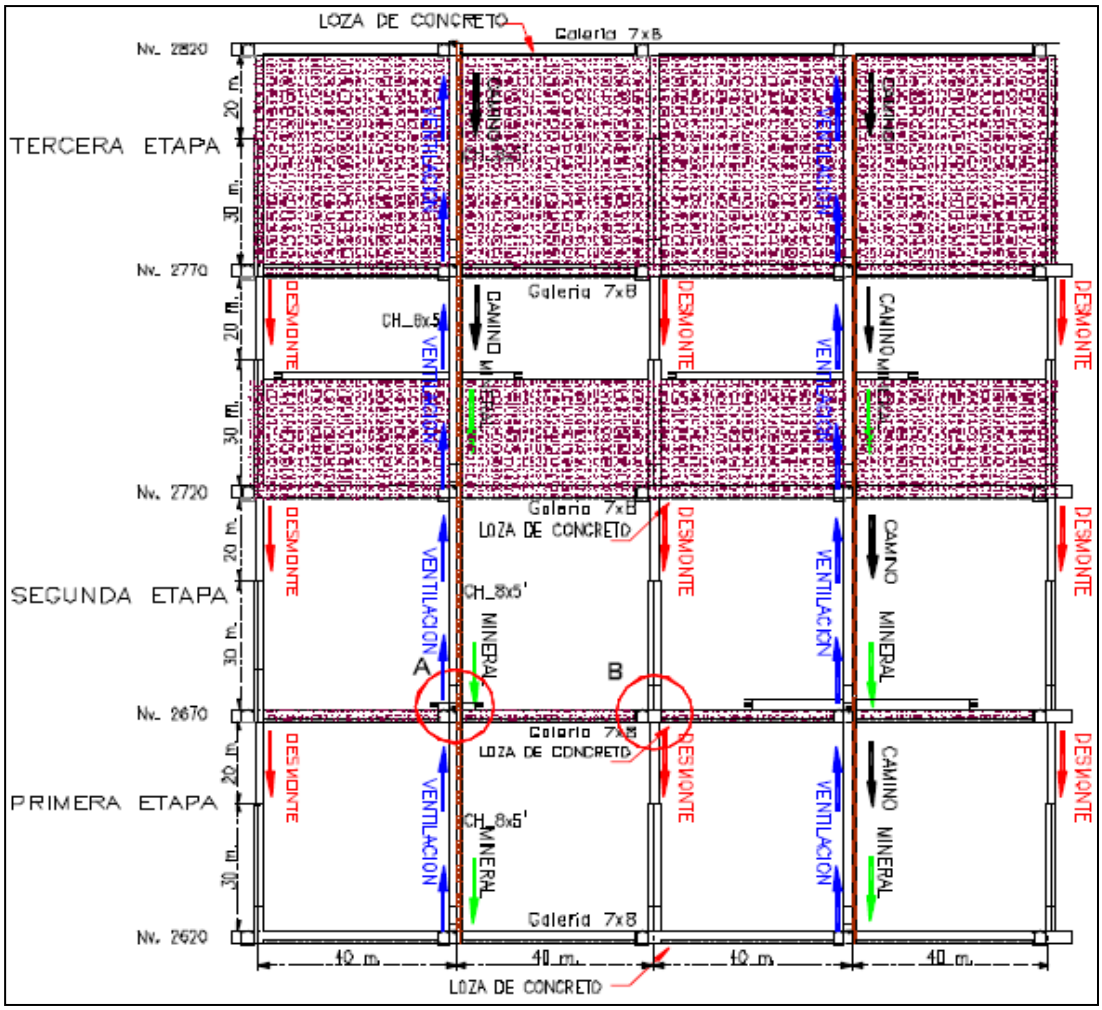


Figura 6 — Método de explotación de la veta Valeria, corte y relleno ascendente en breasting

Extraido de MARSA (2012c)

Criterios para explotar con corte y relleno ascendente en breasting. CRAB

El buzamiento de la estructura debe ser mayor a 50°. La calidad de la estructura mineralizada y las rocas encajonantes deben ser de regular a mala. Potencia de estructura moderada (1-3). La estructura mineralizada puede ser regular y/o irregular. Validación del método por aproximación numérica (tablas 8, 9, 10, 11, 12 y 13)

Preparación del método de explotación CRAB en veta Valeria.

La dimensión de los blocks será de 40 m de longitud por 50 m de altura entre niveles, las cuales serán delimitadas por galerías principales de sección 7´x 8´ y chimeneas laterales de sección 8´x 5´. No se considera sub nivel de

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

preparación entre chimeneas laterales, la explotación se realizará desde el nivel inferior sin dejar puentes. Los blocks a explotar serán de 80 m de longitud (40 m para cada ala).

Se ejecutará un by pass estéril de sección 8´x 9´ al piso de la veta dejando un pilar mínimo de 14 m, respecto a las galerías según recomendación geo mecánica, y a partir de este se construirán ventanas de extracción de 35 m de longitud perpendiculares a la veta, cada 40m dirigidas a un hastial de las chimeneas.

Validación de la selección del método de explotación por aproximación numérica de acuerdo a los planos geológicos y geo mecánicos de la veta Valeria.

En las tablas 11, 12, 13, 14, 15 y 16 se presentan la secuencia para seleccionar los mejores métodos de explotación, los cuales están en función a diversos factores como las características geo mecánicas de las rocas, la distribución de leyes, entre otras.

Tabla 11 — Clasificación de los métodos mineros en función de la geometría y distribución de las leyes de la veta Valeria

Métodos de Explotación	Forma del yacimiento			Potencia del mineral				Inclinación			Distribución de leyes		
	M	T	I	E	I	P	MP	T	IT	IN	U	D	E
Cielo abierto													
Hundimiento por bloques	4	2	0	-49	0	2	4	3	2	4	4	2	0
Cámaras por subniveles	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	3	1
Hundimiento por subniveles	3	4	1	-49	0	4	4	1	1	4	4	2	0
Tajo largo	-49	0	-49	4	0	-49	-49	4	0	-49	4	2	0
Cámaras y pilares	0	4	2	4	2	-49	-49	4	1	0	3	3	3
Reducción dinámica	2	2	1	1	2	4	3	2	1	4	3	2	1
Corte y relleno ascendente	0	4	2	4	4	0	0	0	3	4	3	3	3
Entibación con marcos	0	2	4	4	4	1	1	2	3	3	3	3	3

Extraido de MARSA (2012b)

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

A continuación, se detalla la nomenclatura utilizada en la Tablas 10.

Para forma del yacimiento:

M = Masivo o equidimensional. Dimensiones iguales en cualquier dirección.

T = Tabular. Dos de las dimensiones son mucho mayor que la tercera

I = Irregular. Las dimensiones varían a distancia muy pequeñas

Para potencia del mineral:

E = Estrecho (<10 m).

I = Intermedio (10-30 m).

P = Potente (30-100 m)

MP = Muy potente (> 100 m)

Para inclinación:

T = Tumbado (< 20°). IT = Intermedio (20 – 55°). IN = Inclinado (> 55°)

Para distribución de leyes:

U = Uniforme. La ley media del yacimiento se mantiene prácticamente constante en cualquier punto de este.

D = Diseminado o Gradual. Las leyes tienen una distribución zonal, identificándose cambios graduales de unos puntos a otros

E = Errático. No existe una relación espacial entre las leyes, ya que estas cambian radicalmente de unos puntos a otros en distancias muy pequeñas.

Tabla 12 — Clasificación de los métodos mineros en función a las características geomecánicas de las rocas de la veta Valeria Zona del mineral

Métodos de Explotación	**Resistencia de las rocas**			**Espaciamiento entre Fracturas**				**Resistencia de las discontinuidades**		
	P	M	A	MP	P	G	M	P	M	G
Cielo abierto										
Hundimiento por bloques	4	1	1	4	4	3	0	4	3	0
Cámaras por subniveles	-49	3	4	0	0	1	4	0	2	4
Hundimiento por subniveles	0	3	3	0	2	4	4	0	2	2
Tajo largo	4	1	0	4	4	0	0	4	3	0
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Reducción dinámica	1	3	4	0	1	3	4	0	2	4
Corte y relleno ascendente	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
Entibación con marcos	4	1	1	4	4	2	1	4	3	2

Extraido de MARSA (2012b).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

La nomenclatura utilizada en las tablas 12, 13 y 14 se detalla a continuación:

Para resistencia de las rocas: (Resistencia a compresión simple) / (Presión del recubrimiento)

P = Pequeña (< 8). M = Media (8 – 15). A = Alta (> 15)

Para espaciamiento entre fracturas:

MP = Muy pequeño. Con fracturas/m (> 16) y RQD de (0 - 20) %

P = Pequeño. Con fracturas/m (10 - 16) y RQD de (20 - 40) %

G = Grande. Con fracturas/m (3 - 10) y RQD de (40 - 70) %

M = Muy grande. Con fracturas/m (3) y RQD de (70 - 100) %

Para resistencia a las discontinuidades:

P = Pequeña. Discontinuidades limpias, suave o con material de relleno blando

M = Media. Discontinuidades limpias con una superficie rugosa

G = Grande. Discontinuidades rellenas con material resistente = > a roca intacta

Tabla 13 — Clasificación de los métodos mineros en función a las características geomecánicas de las rocas de la veta Valera: Caja techo

Métodos de Explotación	**Resistencia de las rocas**			**Espaciamiento entre fracturas**				**Resistencia de las discontinuidades**		
	P	M	A	MP	P	G	M	P	M	G
Cielo abierto										
Hundimiento por bloques	4	2	1	3	4	3	0	4	2	0
Cámaras por subniveles	-49	3	4	-49	0	1	4	0	2	4
Hundimiento por subniveles	3	2	1	3	4	3	1	4	2	0
Tajo largo	4	2	0	4	4	3	0	4	2	0
Cámaras y pilares	0	3	4	0	1	2	4	0	2	4
Reducción dinámica	4	2	1	4	4	3	0	4	2	0
Corte y relleno ascendente	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2
Entibación con marcos	3	2	2	3	3	2	2	4	3	2

Extraido de MARSA (2012b)

La técnica de elección del método de explotación se basa en asignar a cada uno de los factores una calificación individual en función a las características y parámetros que presenta la veta Valeria. En las tablas 11, 12, 13 y 14 se dan las puntuaciones para cada uno de los métodos mineros, en funciona a las

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

propiedades geo mecánicas del mineral y de las rocas ubicadas en el techo y piso de la veta Valeria, con lo cual se pueden estimar los indicadores respectivos.

Tabla 14 — Clasificación de los métodos mineros en función a las características geo mecánicas de las rocas de la veta Valeria: Caja piso

Métodos de Explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas				Resistencia de las discontinuidades		
	P	M	A	MP	P	G	M	P	M	G
Cielo abierto										
Hundimiento por bloques	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3
Cámaras por subniveles	0	2	4	0	0	2	4	0	1	4
Hundimiento por subniveles	0	2	4	0	1	3	4	0	2	4
Tajo largo	2	3	3	1	2	4	3	1	3	3
Cámaras y pilares	0	2	4	0	1	3	3	0	3	3
Reducción dinámica	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3
Corte y relleno ascendente	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2
Entibación con marcos	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2

Extraido de MARSA (2012b)

Totalizando las puntuaciones, los métodos de explotación con mayores puntajes serán los que tienen mayor opción de ser elegidos

La valoración numérica (puntos) para la selección del método minero es la siguiente:

Preferido: De 3 a 4. Probable: De 1 a 2. Improbable: 0. Desechado: - 49

En la tabla 15 el puntaje total se obtiene sumando el puntaje de (Geometría y distribución de leyes) con la sumatoria de las (características geo mecánica de las rocas) que son tres: mineral, techo y piso.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 15 — Métodos de explotación y cálculo de puntajes totales para la veta Valeria

Método de Explotación	**Geometría y distribución Leyes**	**Características geo mecánicas de las rocas**				**Total**
		Mineral	**Techo**	**Piso**	**Subtotal**	
Cielo abierto						
Hundimiento por bloques	**4**	8	10	9	**27**	**31**
Cámaras por subniveles	**7**	5	-47	3	**-39**	**-32**
Hundimiento por subniveles	**4**	7	9	5	**21**	**25**
Tajo largo	**-47**	8	10	8	**26**	**-21**
Cámaras y pilares	**8**	6	3	6	**15**	**23**
Reducción dinámica	**6**	6	10	8	**24**	**30**
Corte y relleno ascendente	**12**	8	9	10	**27**	**39**
Entibación con marcos	**14**	8	9	10	**27**	**41**

Extraido de MARSA (2012b)

Tabla 16 — Métodos de explotación con mayor puntaje elegidos para veta Valeria

Método de Explotación	**Geometría y distribución**	**Características geo mecánicas de las rocas**				**Total**
	Leyes	**Mineral**	**Techo**	**Piso**	**Subtotal**	
Entibación con marcos	**14**	8	9	10	**27**	**41**
Corte y relleno ascendente	**12**	8	9	10	**27**	**39**

Extraido de MARSA (2012b)

Según la tabla 16 de acuerdo al análisis numérico - geo mecánico, el método más apropiado para la veta Valeria es el corte y relleno ascendente, teniendo en cuenta que en algunas estructuras rocosas de RMR 41 - 50 podría alternarse pernos + mallas según recomendación geo mecánica. Cabe mencionar que este análisis sólo contempla el método de explotación mas no así el tipo de sostenimiento a emplearse, sección de labor y el tiempo de explotación.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Estabilidad del tajo (block) de acuerdo a la secuencia de minado y relleno detrítico estimado con el software Phases 2 en la veta Valeria

El plan de minado para la veta Valeria, tendrá blocks de 40 m x 40 m, delimitados por chimeneas de 8´x 5´y 5´x 5´. Se aplicará la siguiente secuencia de minado:

- Rellenar las galerías hasta dejar una luz de 0,50 m (cara libre)
- Realizar la perforación en "breasting" con bancos de 2 m de altura por 5 pies a partir de CHI central (acopio de mineral), hacia las CHs laterales (acopio de desmonte).
- Realizar el sostenimiento con cuadros cónicos cuando el RMR es igual o menor de 31 – 40. Luego en RMR > 41 con perno + malla según recomendación del área especializada de geo mecánica.
- Completar corte hasta las chimeneas laterales.
- Rellenar corte completo, dejando luz de 0,50 m (detrítico).
- Acondicionar camino – chute – canal de izaje madera.

Relleno detrítico

El relleno como sostenimiento definitivo es detrítico (desmonte), gravas de granodiorita con alto porcentaje de cuarzo la cual tiene una propiedad geotécnica de dispersión granular (cohesión pobre). Sin embargo, se somete este tipo de relleno vs al área de minado al "software Phases", con la finalidad de ver la estabilidad global de varios pisos ya minados y su efecto de los esfuerzos estructurales de manifiesto.

En la figura 7 se presenta una simulación de estabilidad global de la veta Valeria utilizando el software "Phases" y a la vez se evalúa los esfuerzos estructurales que aún se mantienen en el ámbito rocoso.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

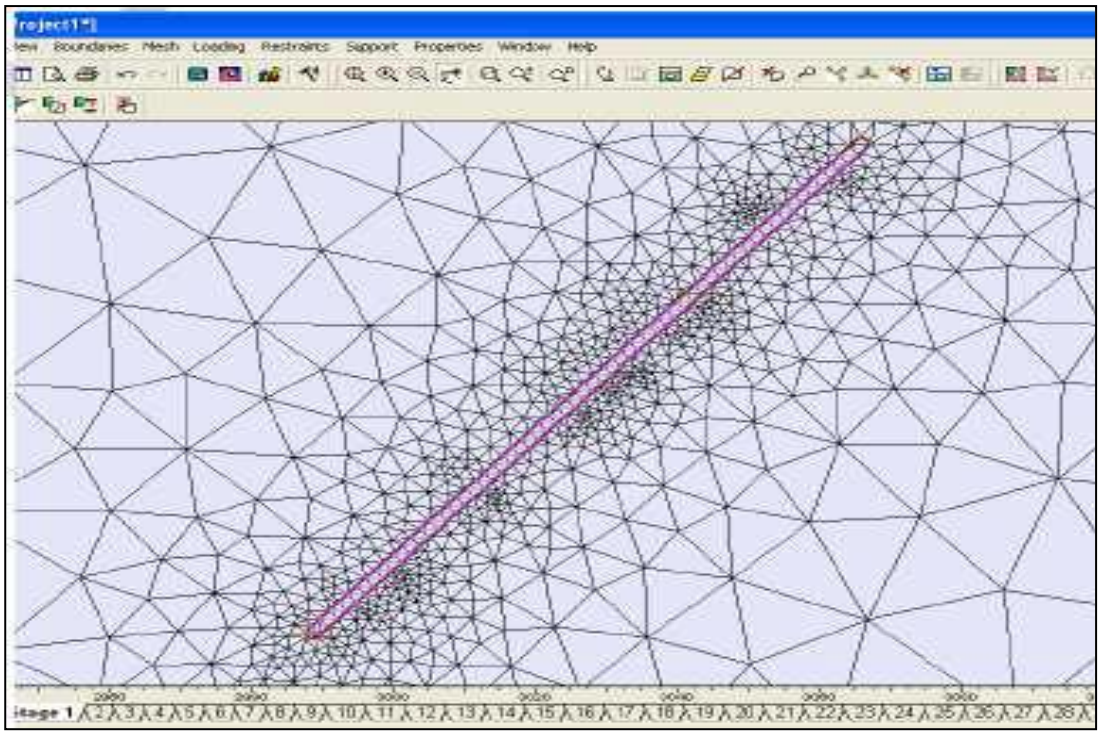


Figura 7 — Simulación de estabilidad global en veta Valeria con software Phases
Extraido de MARSA (2012b)

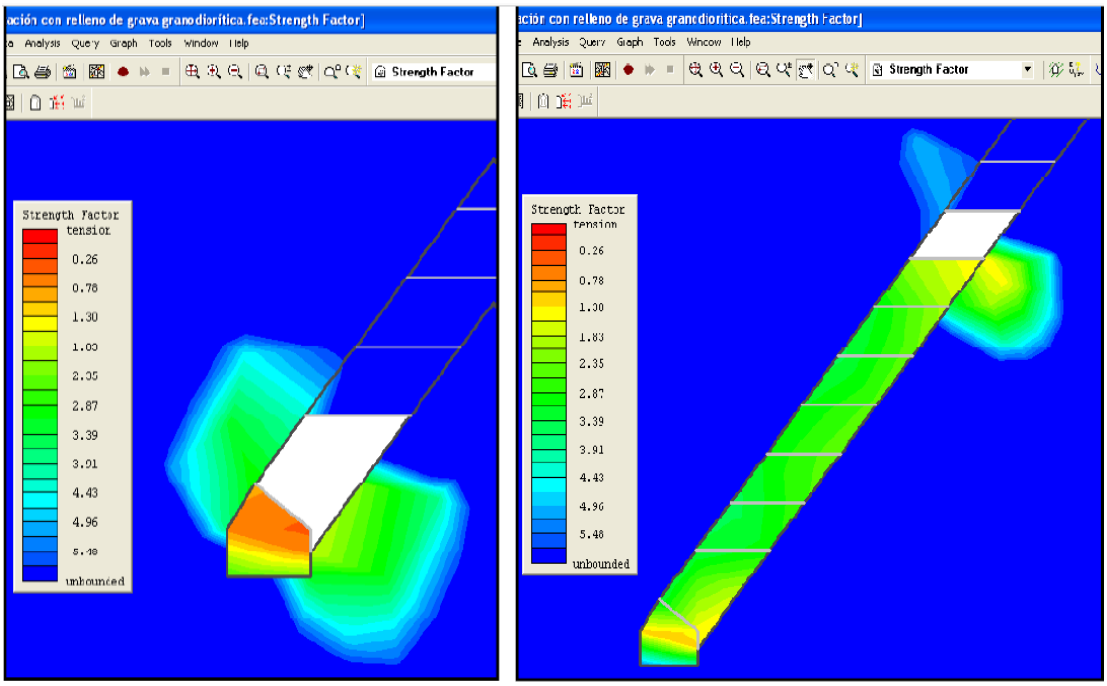


Figura 8 — Subsidencia controlable donde el relleno es en cada corte (altura de cada corte 2,4 m) en veta Valeria

Extraido de MARSA (2012b)

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

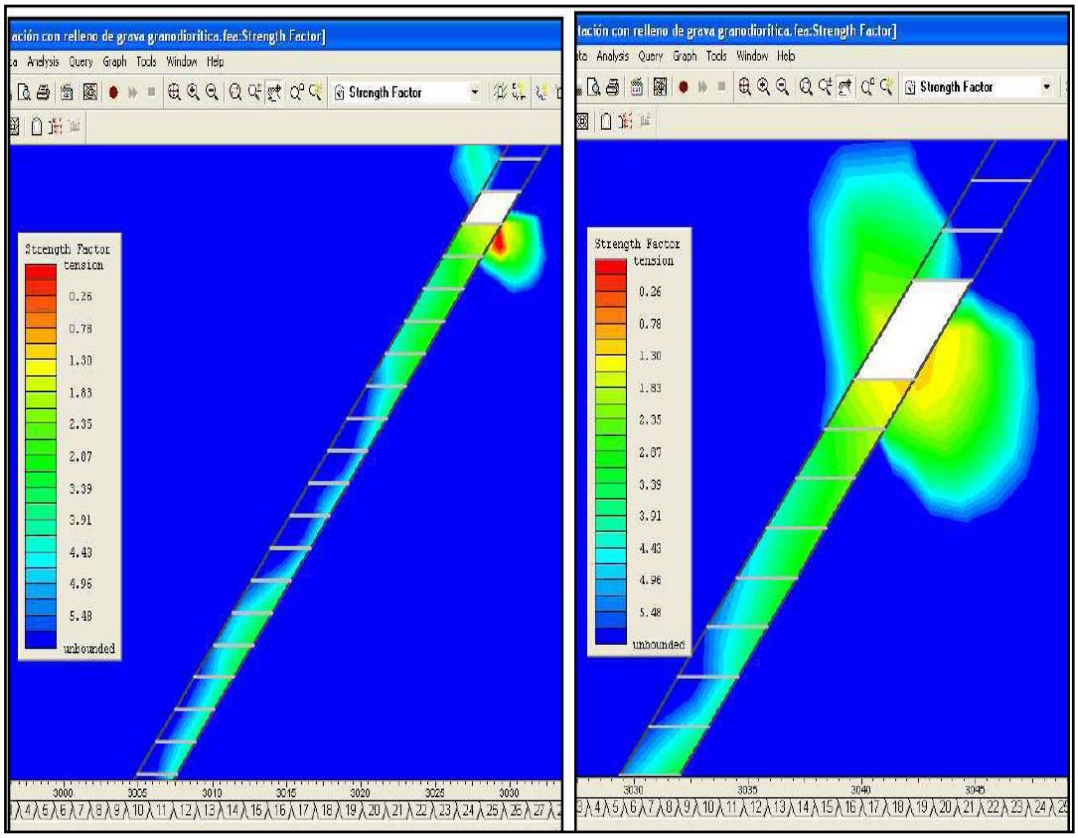


Figura 9 — Presencia de falla a los 45 m de corte en la veta Valeria
Extraido de MARSA (2012b)

En las figuras 8 y 9 se evidencian fallas de relleno y aumento de la zona de subsidencia a diferentes niveles de corte, por lo tanto, el relleno debe ser de origen hidráulico para poder sellar todos los espacios vacíos.

De acuerdo al desplazamiento (convergencia del techo) es necesario un sostenimiento de entibados de cuadro en las chimeneas cada 40 m de longitud, es muy probable que las chimeneas tengan problemas de estabilidad por las altas presiones de descarga y convergencias.

En la figura 10 se presenta una simulación de esfuerzos en chimeneas laterales de la veta Valeria, las cuales tienen una importancia fundamental en las minas para poder extraer las cargas de partículas y polvo resultado del proceso de extracción, así como del minado que se realiza para extraer el material. La interpretación se realiza con la escala de colores que se obtiene como reporte del sistema aplicativo que se está usando. La coloración va desde un azul

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

intenso que representa una mínima tensión hasta un color rojo que representa alta presión.

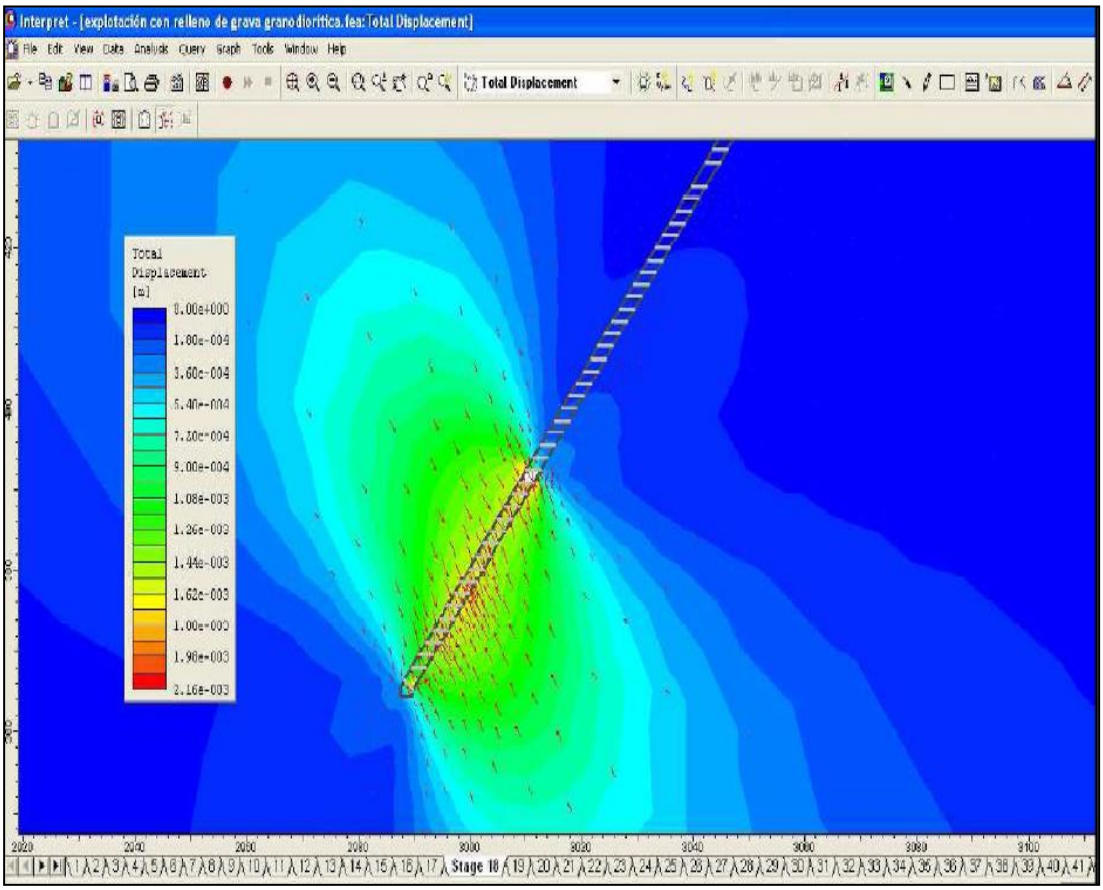


Figura 10 — Simulación de esfuerzos en chimeneas laterales de la veta .Valeria

Extraido de MARSA (2012b)

Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional (SGSSO)

El SGSSO de MARSA se asegura que el sistema de gestión sea establecido, implementado y mantenido cumpliendo la norma, los reportes de desempeño sean presentados a la alta gerencia para revisión, aprobación y sirve de base para el mejoramiento de la misma. Es importante el respaldo de la alta gerencia al SGSSO para generar un mayor compromiso en la mejora continua de todos los trabajadores.

El adecuado sistema de gestión conduce a un buen clima laboral en la empresa

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

3.3. Marco conceptual

La determinación de los costos operativos de acarreo comparativos de un scoop trams eléctrico con un scoop trams diésel es importante a fin de disponer de un índice representativo para la evaluación y contraste de la eficiencia de una operación minera y cuantifica la participación de los parámetros técnico-económico en el costo total de acarreo de mineral en un block de explotación. Por lo tanto, una administración efectiva es motivo de estudio para su implementación.

- **Costo**

  Es el valor sacrificado o esfuerzo emocional que se realiza para adquirir bienes, toda empresa a la hora de producir su producto o servicio debe asumir ciertos costos que le tomara llevarlo a cabo. Normalmente estos costos dependerán de la materia prima que se utilice, la mano de obra que se necesite, el alquiler del local, el pago de impuestos y servicios como agua, electricidad, teléfono, sueldos, materiales, entre otros, es básicamente un concepto económico que influye en el resultado de la empresa (Ponce, 2008).

  Son desembolsos de valores que reportan beneficios futuros; son capitalizables e inventariables y hacen parte del balance general. Los valores de los materiales, mano de obra y costos indirectos de fabricación y todo lo relacionado a la producción, es considerado como costos, en los cuales también se consideran los gastos de ventas, gastos administrativos, gastos financieros entre otros siempre y cuando estén relacionados al producto o servicio que oferta el fabricante (Furlan y Provenzali, 1977).

  Es el valor monetario de los consumos de los factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien o servicio, todo proceso de producción de un bien supone un consumo de factores productivos, el concepto de costo está íntimamente ligado al sacrificio incurrido para producir ese bien, en el sector público se habla de costos sociales para recoger aquellos consumos de factores por ejemplo naturales o ambientales (Prado, 2005).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

- **Precio**

  Costo total más utilidad, es el valor monetario que se le asigna a algo. Todos los productos y servicios que se ofrecen en el mercado tienen un precio, que es el dinero que el comprador o cliente debe alcanzar para concretar la operación, el precio de cada producto también consiste en la cantidad de riqueza necesaria para compensar los gastos hechos en su formación y retribuir al productor con el beneficio que le corresponde, generalmente en forma monetaria (Ponce, 2008).

  Para Philip Kotler y Garay Armstrong, (2003) autores del libro "Fundamentos de Marketing", y también según Prado (2005) el precio es "en el sentido más estricto) la cantidad de dinero que se cobra por un producto o servicio".

  El diccionario de marketing de Cultural S.A., define el precio como el "valor de intercambio de bienes y servicio en marketing el precio es el único elemento del mix de marketing que produce ingresos, ya que el resto de los componentes producen costos" (Prado, 2005).

- **Pérdida**

  Según Ponce (2008) la evaluación de las pérdidas debe tener presente también ciertos factores (sistema de producción, tiempos y métodos de trabajo, infraestructuras, modelos de organización, mecanismos de crédito, etc). Si no se logra el objetivo deseado tenemos una pérdida, la mala planificación de tiempos en perforación y voladura representa una pérdida al no cumplir con el ciclo de operación.

  Son desembolsos que no representan ningún beneficio y descapitalizan la empresa, se muestran en el estado de ganancias y pérdidas; como ejemplo de pérdidas pueden citarse los robos, destrucciones o incendios. (Prado, 2005).

  Son reducciones en las participaciones de la empresa por las que no se ha recibido ningún valor compensatorio, sin incluir los retiros de capital. (Furlan, y Provenzali, 1977).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

- **Depreciación**

  Consiste en reconocer de una manera racional y ordenada el valor de los bienes a lo largo de su vida útil estimada con anterioridad con el fin de obtener los recursos necesarios para la reposición de los bienes, de manera que se conserve la capacidad operativa o productiva del ente público. La distribución de dicho valor a lo largo de la vida, se establece mediante el estudio de la productividad y el tiempo mediante diferentes métodos. La empresa contratista tiene dos scoops eléctricos a los cuales se les aplica la depreciación relacionada con su vida útil, desgaste, obsolescencia, etc. Ponce, 2008).

  Es el mecanismo mediante el cual se reconoce el desgaste que sufre un bien por el uso que se haga de él, cuando un activo se utiliza para generar ingresos, este sufre un desgaste normal durante su vida útil que al final lo lleva a ser inutilizable. El ingreso generado por el activo usado se debe incorporar como desgaste que ese activo ha sufrido para poder generar el ingreso, puesto que como según señala un elemental principio económico, un ingreso sin haber incurrido en un gasto y el desgaste de un activo por su uso. (Furlan y Provenzali, 1977).

  Otra connotación tiene la depreciación vista desde el punto económico y financiero consiste que, al reconocer el desgaste del activo por su uso se va creando una especie de provisión o reserva que al final permite ser reemplazado sin afectar la liquidez y el capital de trabajo de la empresa (Osorio, 1991).

  Los costos según la función que cumplen

  Costos de producción

  Es el valor del conjunto de bienes y esfuerzos en que se incurren para obtener el recurso económicamente rentable (Ponce, 2008).

  El autor considera que los costos que se generan en el proceso de transformar la materia prima en productos terminados: se clasifican en material directo, mano de obra directa, costos indirectos de fabricación y contrato de servicios, es decir son los costos directos de fabricación.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Valoración monetaria de los gastos incurridos y aplicados a la obtención de un bien. Incluye el costo de los materiales, mano de obra y los gastos indirectos de fabricación cargados a los trabajos en su proceso (Fernández, 2004).

Se define como el valor de los insumos que requiere las unidades económicas para realizar su producción de bienes y servicios, se consideran aquí los pagos a los factores de la producción: al capital constituido como los pagos al empresario (intereses, utilidades, etc), al trabajo como los pagos de sueldos, salarios y prestaciones a obreros y empleados; así como también los bienes y servicios asumidos en el proceso productivo como materias primas, combustible, energía eléctrica, servicios, entre otros (Prado, 2005).

- **Costos de administración**

  En la empresa C.M. Los Andes es conocido como gastos generales, estos costos son asumidos directamente por cuenta de la compañía de MARSA. Son los gastos generados en las áreas administrativas de la empresa dentro de los cuales se puede considerar los gastos en servicios, alquileres, pago de seguros contra incendios entre otros. Se denominan Gastos de Administración (Ponce, 2008).

  Los costos que provienen para realizar función de administración en la empresa tomados en un sentido amplio no solo significa los sueldos del gerente o director general y de contadores, auxiliares, secretarios así como los gastos de oficina en general, una empresa de cierta envergadura puede contar con direcciones o gerencias de planta, investigación y desarrollo, recursos humanos y selección del personal, relaciones públicas, finanzas o ingeniería, aunque este costo podría encargarse a producción esto implica que fuera de las dos grandes áreas de una empresa que son producción y ventas, los gastos de los demás departamentos o áreas como los mencionados que pudiera existir en una empresa se encargan de administrar los costos generales también deben incluirse los correspondientes cargos por depreciación y amortización. Por tanto, los costos de administración son los gastos que incurren al administrar una empresa de un determinado rubro (Osorio, 1991).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Por su asignación los costos pueden ser de dos tipos

- **Costos directos**

  Son aquellos que están involucrados en el proceso productivo. Entre ellos tenemos los costos de materiales directos y de mano de obra directa (Ponce, 2008).

  Los cargos por concepto de material, de mano de obra y de gastos, correspondientes directamente a la producción o fabricación de un artículo determinado o de una serie de artículos o de un proceso de manufactura. No incluye el caso de administración o de comercialización (Fernández, 2004).

  Son costos que pueden identificarse fácilmente con el producto, servicio, proceso. Son costos directos el material directo y la mano de obra directa (Osorio, 1991).

- **Costos indirectos**

  Son aquellos que no se identifican directamente con el proceso productivo, pero que son necesarios para que el producto sea terminado, por lo tanto requiere un tratamiento especial para poder ser determinado correctamente (Ponce, 2008).

  Desembolso que no se puede identificar con la producción de mercancías o servicios específicos, pero que si constituyen un costo aplicable a la producción en general. Se conoce como gastos indirectos de manufactura; todos los costos indirectos en general son costos fijos (Fernández, 2004). Su monto global se conoce para toda la empresa o para un conjunto de productos. Es difícil asociarlos con un producto o servicio específico. Para su asignación se requieren bases de distribución tales como metros cuadrados, número de personas, entre otros indicadores (Schneider, 1967).

Según su grado de variabilidad

- **Costos fijos**

  Los costos fijos son aquellos cuyo monto total no se modifica de acuerdo con la actividad de producción. En otras palabras, se puede decir que los costos fijos varían con el tiempo más que con la actividad; es decir, se presentan durante un periodo de tiempo aun cuando no haya alguna actividad de producción. Es aquella

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

que es constantes en el corto plazo. Ejemplo: inmuebles, vehículos, personal nombrado de la empresa, arbitrios municipales, entre otros (Ponce, 2008).

Costos que permanecen constantes o casi fijos en diferentes niveles de producción y ventas, dentro de ciertos límites de capacidad y tiempo. Costo de una actividad independientemente de su volumen de producción: salarios administrativos, depreciación, intereses, seguros. El costo fijo existe, aun si no producimos (Fernández, 2004).

Son aquellos que permanecen constantes durante un periodo de tiempo determinado, sin importar el volumen de producción, no se incrementan y tiene la característica que es poco probable poder reducirlo, los más comunes son, el consumo de servicios básicos como agua, electricidad, alquiler de local, pago de seguros, entre otros (Schneider, 1967).

- **Costos variables**

  Corresponde a los costos de producción que varían dependiendo del nivel de producción, todo aquel costo que aumenta o disminuye según aumente o disminuya la producción, se conoce como costo variable, este costo es modificable en corto plazo (Ponce, 2008).

  Costos y gastos que varían más o menos en forma proporcional a la producción y ventas, dentro de ciertos límites de capacidad y tiempo. Costos directamente ligados a la cantidad o volumen producido. Si no se produce no hay costo variable; por ejemplo, en la agricultura la alimentación agricultura: la alimentación, semillas, fertilizantes, combustible e insumos de depreciación de equipos directamente ligados a la producción (Fernández, 2004).

  Son aquellos que se modifican de acuerdo con el volumen de producción, es decir, si no hay producción no hay costo variable y se producen muchas unidades el costo variable es alto. Unitariamente el costo variable se considera fijo, mientras que en forma total se considera variable en los sistemas productivos a gran escala el costo variable disminuye cuando la cantidad producida aumenta (Osorio, 1991).

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Según su comportamiento

- **Costo unitario**

  Es el costo en el que incurres para producir una unidad de un bien. Es decir, se suman todos los costos fijos y variables como mano de obra, habitación, teléfono, sueldos administrativos, compra de materiales, capacitación, entre otros; y dicho valor se divide entre las unidades producidas dando como resultado el costo unitario. El costo unitario es la base para poder comparar sistemas de producción (Ponce, 2008).

  El costo unitario de un producto es el costo de cada unidad. El precio unitario se puede calcular por distintas razones. Permitirá una fácil comparación del costo de la misma cantidad de productos que vienen en distintos tamaños. Se puede utilizar para encontrar el costo de un producto individual cuando se compran muchos productos juntos. Esto puede ser necesario si los productos se van a revender o si se van a distribuir entre distintas personas y cada una de ellas va a pagar su parte proporcional del costo basado en la cantidad de productos que hayan recibido. El costo de producción sirve para el cálculo del precio de venta, incluyendo el margen de utilidad que debe tener el fabricante, y en algunos casos hay que incluir la utilidad que corresponde a los intermediarios de nivel mayorista y minorista (Osorio, 1991).

- **Costo total**

  Es aquel que se incurre para obtener el producto final, está constituido por el gasto en materia prima, mano de obra directa y gastos generales de fabricación Gastos totales en los que se incurre en la nueva inversión. Está compuesto por el capital o activos fijos más el capital de explotación (Fernández, 2004).

  Es la suma de los costos fijos y de los costos variables en corto plazo, costos variables recoge a todos aquellos costos de la empresa asociados a nivel de producción. También es definido como la sumatoria del costo de la materia prima e insumos, más la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación que lo constituyen los gastos tales como la de energía eléctrica, el consumo de agua, telefonía así cono el pago de primas o seguros; estos gastos se tienen que distribuir en los productos utilizando diferentes criterios tales como el prorrateo u otros factores de distribución, de tal manera que los gastos de fabricación se pueda

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

distribuir de la forma más aproximada posible para no distorsionar el costo real de producción (Schneider, 1967).

- **Mano de obra directa**

  Importante porción del costo total para la producción. Es importante, que la administración de la empresa propicie un ambiente que conduzca a una eficiente actuación de trabajo. Así mismo que establezca los controles adecuados para las actividades laborables. En este ámbito es importante mantener un clima laboral saludable donde el personal se sienta cómodo en todas las áreas del trabajo, para que la producción tenga buena calidad y mejore en forma progresiva a voluntad de los trabajadores.

  Elementos que intervienen en el costo:

  a) Beneficios sociales son diversos costos como los siguientes:

  b) Vacaciones y gratificaciones

  c) Dominicales y feriados

  d) Sobre tiempo y enfermedad

  e) Compensación por tiempo de servicios

  f) Asignación familiar o asignación escolar

  g) Otros beneficios según sea el caso.

  h) Administradora de Fondo de Pensiones (AFP)

  i) Oficina de Normalización Previsional (ONP)

  j) Seguro contra trabajo de alto riesgo es un aporte mensual de todos los trabajadores que ingresan al interior de la mina, el descuento se realiza de la planilla el porcentaje establecido.

En la tabla 17 se detallan los beneficios sociales para el personal de la empresa

Tabla 17 — Distribución de rubros de beneficios sociales

Beneficios sociales	**Obreros**	**Empleados**
S.S.P.	9,00%	9,00%
S.C.T.R.	2,44%	2,44%
Accidente de trabajo y enfermedades profes.	1,55%	1,55%
Salud impuesto extraordinario de solidaridad	5,00%	5,00%
Total	17,99%	17,99%

Extraido de MARSA (2016b)

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 18 — Costos de mano de obra

Personal de trabajo	**Jornal básico (S/.)**
Operario que conduce scoop trams	80
Ayudante del operario	60
Mecánico de scoop trams	70

Extraido de MARSA (2016b)

En la tabla 17, se presentan los porcentajes de aplicación de los beneficios sociales al personal de la empresa MARSA correspondiente al año 2016, alcanzando un valor del 17,99% sobre la remuneración que perciben.

En la tabla 18 se presentan los jornales básicos que percibe el operario que conduce el scoop trams, el ayudante del operario y el mecánico especializado en reparar y dar mantenimiento a los scoop trams.

Materiales directos

Son todos aquellos elementos físicos que son indispensables durante el proceso de acarreo y que pueden ser medidos y cargados al costo de este servicio. Son los principales recursos que se usan en la producción del servicio con la ayuda de la mano de obra y los costos indirectos de fabricación.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Tipo y nivel de investigación

Para la realización de este proyecto se aplicó el tipo de investigación Aplicada Pre experimental, ya que durante la aplicación de un caso piloto se sabrá si es conveniente o no su implementación en el corto y mediano plazo para mejorar el rendimiento productivo.

La investigación también es de tipo correlacional porque relaciona las variables de estudio, considerando las variables dependientes e independientes formuladas en la matriz de operacionalización de variables.

El estudio se ha realizado con un nivel de investigación de detalle, analizando todas las características cuantitativas y cualitativas de las actividades evaluadas durante la observación de las operaciones con las maquinas respectivas.

4.2. Diseño de investigación

4.2.1. Método de investigación

Para la investigación respectiva se utilizará el método inductivo-deductivo.

4.2.2. Diseño de investigación

Por las características de los tipos de datos recopilados, se utilizó el diseño cuantitativo. En base a los resultados recogidos del pre experimento se realizará un análisis sistemático del problema, recogiendo datos de observación directa de campo. Estos datos son necesarios para analizar los factores que resultan determinantes para lograr los objetivos de la investigación. En este sentido Sabino (1992), expresa: “en los diseños de campo los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo”, dicho principio se

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

ha aplicado en el estudio realizado, bajo la premisa de recopilación de información de campo o estudio de gabinete.

El desarrollo de la presente tesis se realizó con la siguiente metodología:

- Recopilación de información necesaria relacionada a los scoop trams eléctrico y sccop trams diésel en forma individual
- Estudio operacional de los trabajos realizados por los scoop trams eléctrico y diésel en el tajo, con el objetivo de la toma de datos reales en campo.
- Análisis de los costos operacionales relacionados al acarreo de material con los scoop trams eléctrico y diésel
- Comparación de indicadores tecnológicos y económicos de los scoop trams
- Contrastación de las hipótesis planteadas
- Conclusiones del estudio y recomendaciones sobre el tema.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

La población está representada por la minera MARSA, el yacimiento conocido como el gigante, en el cual se estudió el uso del sccop trams diésel como herramientas para mejorar la productividad en el acarreo de mineral aurífero, frente al scoop trams eléctrico, que se presume no contribuye a incrementar el rendimiento productivo. La población de estudio entre los tiempos de trabajo que realiza el scoop trams y el material aurífero que acarrea se considera una población infinita.

Al respecto Balestrini (2006), señala: “la población es cualquier conjunto de elementos de los que se quiere conocer o investigar alguna o algunas de sus características”.

4.3.2. Muestra

Se realizó en la zona Integración NV.2670 con el uso del scoop trams diésel perteneciente a la contrata Los Andes S.A.C, en la cual se realizaron las

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

observaciones y cuantificaciones de las variables en estudio. Para poder estimar los parámetros de confiabilidad y disponibilidad, se tomaron muestra de tiempos del scoop trams eléctrico ya que el objetivo de este estudio se enfoca en el reemplazo de este equipo por un scoop trams diésel.

El muestreo realizado fue de juicio el cual se caracteriza por el esfuerzo de obtener muestras representativas en grupos supuestamente típicos, estas muestras se basan en el criterio del investigador, y se aplican cuando el interés del estudio se centra en comparar las características diferenciadoras de acciones u objetos que han presentado cierta insatisfacción en el servicio respecto a aquellos otros que no, se determina a juicio del investigador un numero pre determinado de muestras de ambos casos (Pérez, 2005).

4.4. Procedimiento

La presente investigación se desarrolló en varias etapas tal como se detalla a continuación:

Paso 1. Recolección de datos a través de las técnicas e instrumentos y cumplimiento de las condiciones.

Avance de limpieza por disparo.

Paso 2. Estudio de tiempos y movimientos en los procesos de cuchareo, traslado, descarga y adecuación de carga en función al grado de fragmentación del mineral aurífero.

Paso 3. Cálculo de los costos de posesión y operación para el scoop trams eléctrico y scoop trams diésel, considerando todos los elementos que intervienen en la estructura de costos a precios de mercado dolarizados.

Paso 4. Cálculo de la productividad horaria, por guardia y horaria equivalente

Paso 5. Cálculo del acarreo según el planeamiento programado, el grado de fragmentación del material y las distancias recorridas, obteniéndose los indicadores:

Costo horario

Costo por TM

Los procedimientos tomados en cuenta para la aplicación del scoop trams diésel en la mejora del proceso de acarreo del mineral aurífero en la veta Valeria zona integración minera MARSA-2016, se detalla a continuación:

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

- Se recopilo información mediante la selección de textos, revistas, informes científicos, informes técnicos de la empresa MARSA y tesis para dar soporte a la presente investigación.
- Dentro de los costos de acarreo se toma en cuenta el costo del equipo, como un elemento base de análisis.
- Una vez obtenido el costo del equipo se calculan los costos de posesión del scoop trams y para ello se calculan previamente los precios del equipo puesto en mina, su depreciación aplicando el tiempo de vida útil establecido por el fabricante, costo financiero y stock de repuestos
- Estos costos se desarrollan individualmente para los datos que se tiene para cada tipo de scoop trams.
- Paralelo al cálculo del costo de posesión se desarrolla el costo de operación que contiene el costo de energía y/o combustible, lubricantes, (aceite, grasa), operador, ayudante, supervisión y los insumos de operación.
- Con los datos obtenidos anteriormente se calcula la productividad horaria, por guardia y horario equivalente a 8 horas de cada equipo.
- Se consideran los aspectos geológicos y mineros para el acarreo, tales como el grado de fragmentación de las rocas y los desplazamientos del scoop trams
- Con estos parámetros se realizó el análisis para la mejora del proceso de acarreo.

4.5. Técnicas e instrumentos

4.5.1. Técnicas

Las técnicas usadas en la investigación se basaron en los formatos de horas de trabajo del scoop trams, los cuales son registrados por el operador de manera diaria con ayuda del horómetro del equipo, en este formato se registra también el número de cucharas de recojo de mineral, desmonte y otros trabajos adicionales.

4.5.2. Instrumentos

Los instrumentos usados en la presente investigación fueron las tablas de registro de horas de trabajo, datos tomados por la empresa para conocimiento de sus estándares de trabajo operativo, así mismo también se consideran como

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

instrumentos las demás tablas utilizadas para el registro de los costos y consumos de suministros y materiales.

4.6. Análisis estadístico

La información recopilada se llevó a una base de datos en la hoja de cálculo MS Excel V.16.0 en la cual se procesó la información en forma cualitativa y cuantitativa, obteniéndose tablas de distribución de tiempos, costos diversos y otros indicadores, así mismo se determinó promedios dentro de las variables estudiadas.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Análisis técnico

5.1.1. Análisis técnico operacional

El estudio consiste en determinar los tiempos y movimientos que están relacionadas la máquina y el hombre que los opera. A continuación, se detallan los valores de los tiempos estándar experimentales que se han obtenido durante la investigación, los cuales están conformados por el tiempo de cuchareo que realiza la máquina, el tiempo de viaje que la maquina realiza a su destino con y sin carga, tiempo de triturado de material para lograr un grado de fragmentación adecuado, tiempo de descarga de material, tiempo de acomodo de material, y otros tiempos complementarios del proceso operativo, los cuales se presentan a continuación así como los cálculos para su cuantificación y valoración según el caso.

a) Tiempo de cuchareo de la maquina (T1)

- Se define como el tiempo que utiliza la máquina para movilizarse en un espacio relativamente corto y angosto hasta conseguir cargar suficiente material, para luego trasladarlo a su destino. Los factores que afectan el mencionado tiempo son los siguientes:
- Grado de fragmentación de las rocas
- Habilidad del maquinista
- Maquina utilizada (scoop trams eléctrico o scoop trams diésel)
- Condiciones del terreno

En las tablas 18 y 19 se presentan los promedios de los tiempos observados medidos en segundos para ambos tipos de maquina respectivamente, considerando que dicho tiempo es afectado por el grado de fragmentación, en forma inversamente proporcional, es decir cuando el material tiene menor

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

grado de fragmentación, el tiempo utilizado para el cuchareo es mayor; así mismo cuando es mayor el factor de esponjamiento, incide en la capacidad de carga de transporte por mayor volumen de vacíos, es decir que a mayor esponjamiento del material se tendrá como resultado menor cantidad de material acarreado, por lo tanto existe una relación inversa entre el esponjamiento del material y la cantidad acarreada de material.

Tabla 19 — Medición del tiempo de cuchareo de maquina realizado por el scoop trams

N° de muestras	**Fragmentación de la roca**			
	< 8"	**[8 – 12)"**	**[12 – 16)"**	**> =16"**
	Tiempo de cuchareo de máquina (s)			
32	4	12	14	17
34	3	13	15	17
30	3	13	16	18
28	4	12	16	19
Promedio	3,5	12,5	15,3	17,8

En la tabla 19 se puede apreciar que cuando el grado de fragmentación de la roca es < 8” el tiempo promedio del cuchareo del scoop trams eléctrico es de 3,5 segundos; cuando el grado de fragmentación de la roca esta entre 8 a menos de 12”, el tiempo promedio del cuchareo es de 12,5 segundos; y cuando el grado de fragmentación es mayor a mayor o igual a 16” el tiempo promedio de cuchareo es de 17,8 segundos; estos valores afirman que a menor fragmentación de roca, el scoop trams eléctrico utiliza más horas máquina de trabajo en el proceso de cuchareo del material aurífero.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 20 — Medición del tiempo de cuchareo de maquina realizado por el scooptrams

N° de muestras	Fragmentación de la roca			
	< 8"	[8 – 12)"	[12 – 16)"	> =16"
	Tiempo de cuchareo de máquina (s)			
33	4	12	15	17
30	3	13	15	17
35	4	11	14	18
25	3	10	15	18
27	4	11	14	16
Promedio	3,6	11,4	14,6	17,2

En la tabla 20 se puede apreciar que cuando el grado de fragmentación de la roca es menor a 8” el tiempo promedio del cuchareo del scoop trams diésel es de 3,6 segundos; cuando el grado de fragmentación de la roca esta entre 8 a menos de 12”, el tiempo promedio del cuchareo es de 11,4 segundos; y cuando el grado de fragmentación de la roca es mayor o igual a 16” el tiempo promedio de cuchareo es de 17,2 segundos; estos valores permite afirmar que cuando la roca esta menos fragmentada el scoop trams diésel tendrá que utilizar más horas máquina de trabajo en el proceso de cuchareo del material aurífero.

b) Tiempo de viaje de la maquina con y sin carga

c) Tiempo de viaje con carga: T2

d) Tiempo de viaje sin carga: T3

Las tablas 21 y 22 presentan los tiempos de viaje promedio que realiza los scoop trams eléctrico y diésel respectivamente cargando material de ida y sin carga de regreso para diferentes distancias de recorrido.

Cuando las maquinas se desplazan con carga van a menor velocidad comparado cuando viajan sin carga; así mismo las velocidades también son diferentes, dichos valores se han obtenido para cada uno de los equipos scoop trams.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 21 — Tiempos de traslado de material y velocidades del scoop trams eléctrico, con gradiente promedio de 10°

N° de muestras	Distancia de recorrido (m)	Tiempo de viaje (s)		Velocidades (m/min)	
		Con material	Sin material	Con material	Sin material
21	19	35	25	33,6	46,2
28	20	39	24	31,3	51,5
32	20	38	25	32,5	49,7
30	20	40	26	29,1	46,8
31	19	36	24	32,7	48,9
33	18	36	23	31,2	47,6
30	19	32	26	36,8	42,6
Promedio	19,3	36,8	24,7	32,4	47,7

En la tabla 21 se tiene información de tiempos y velocidades de traslado de material con el scoop trams eléctrico, considerando un recorrido promedio de 19,3 m, el tiempo promedio de viaje con carga es de 36.8 segundos, y cuando regresa sin carga lo desarrolla en 24,7 segundos, es decir más rápido; así mismo en lo correspondiente a velocidad, cuando el scoop trams eléctrico está con carga se desplaza a 38,5 m/min en promedio, y cuando regresa sin carga a 51,7 m/min en promedio, es decir más rápido.

En la tabla 22 se tienen los tiempos y velocidades de traslado de material con el scoop trams diésel, considerando un recorrido promedio de 19,8 m, el tiempo promedio de viaje con carga es de 30.9 segundos, y cuando regresa sin carga lo desarrolla en 23,5 segundos, es decir más rápido; así mismo en lo correspondiente a velocidad, cuando el scoop trams diésel está con carga se desplaza a 37,5 m/min en promedio, y cuando regresa sin carga a 53,2 m/min en promedio, es decir más rápido

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 22 — Tiempos de traslado de material y velocidades del scoop trams diésel, con gradiente promedio de 10°

N° de muestras	Distancia de recorrido (m)	Tiempo de viaje (s)		Velocidades (m/min)	
		Con material	Sin material	Con material	Sin material
24	22	30	22	43,4	59,3
29	18	29	23	36,3	47.6
34	18	32	25	34,2	44,7
30	19	31	25	36,4	46,2
25	22	29	24	45,2	54,5
32	21	34	24	36,2	53,1
34	20	32	23	38,6	53,4
29	18	30	22	37,5	50,7
Promedio	19.8	30,9	23,5	39,5	51,2

e) Tiempo de reducción de partícula de material (T4)

Corresponde al tiempo que utiliza el operario y/o ayudante controlar el grado de fragmentación, rompiendo los fragmentos mayores en más pequeños de tal manera que el material pueda acomodarse a la tolva para que la chancadora pueda triturar la roca. En este proceso el tiempo utilizado es directamente proporcional al tamaño de los fragmentos y la dureza de la roca, a mayor tamaño de los bancos y a mayor dureza, se necesitará mayor tiempo de proceso, a esto hay que sumarle si el proceso se ejecuta en vetas angostas donde hay mínimo espacio de trabajo.

En las tablas 23 y 24 se presentan los tiempos promedios de quebrantado de bancos (fragmentos de rocas grandes) utilizando maquinas chancadoras primarias, obtenidas de las vetas Valeria I y Valeria II de la zona de trabajo de integración MARSA.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 23 — Tiempo de rotura de fragmentos grandes de roca en la veta Valeria I por ciclo de acarreo

N° de muestras	Fragmentación			
	< 8"	**[8 – 12)"**	[12 – 16)"	>= 16"
	Tiempo de rotura de fragmentos grandes de roca (s)			
22	0	3	5	8
29	1	4	6	9
30	0	3	5	8
32	0	4	5	9
31	1	3	5	9
28	1	3	6	9
33	1	4	4	8
32	0	3	4	7
26	0	4	5	8
Promedio	0,4	3,4	5,0	8,3

En la tabla 23 se observa que para la veta Valeria I, a medida que la fragmentación de las rocas es menor, se requiere más tiempo de fragmentado

Tabla 24 — Tiempo de rotura de fragmentos grandes de roca en la veta Valeria II por ciclo de acarreo

N° de muestras	Fragmentación			
	< 8"	**[8 - 12)"**	**[12 - 16)"**	**> = 16"**
	Tiempo de rotura de fragmentos grandes de roca (s)			
27	0	4	6	10
32	1	3	5	11
29	1	4	5	10
25	1	4	6	9
31	0	3	7	10
Promedio	0,6	3,6	5,8	10

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En la tabla 24 se observa que para la veta Valeria II, a medida que la fragmentación de las rocas es menor, se requiere más tiempo de fragmentación, por lo que existe una relación inversamente proporcional entre el grado de fragmentación y el tiempo de rotura de fragmentos grandes de roca.

f) Tiempo de descarga de material (T5)

Corresponde al tiempo que utiliza el operario para dejar caer el material de la tolva del equipo e iniciar su regreso. Este tiempo es directamente proporcional al grado de fragmentación del material movilizado, ya que si existe un material muy grande es decir poco fragmentado, la descarga tendrá una duración mayor por los problemas de trabado y atoro del material para ser descargado, y en el caso que el material está fragmentado en tamaños pequeños la descarga será rápida y tendrá menor duración y por lo tanto menor costo de operación.

En las tablas 24 y 25 se presentan los tiempos de descarga para ambos tipos de equipos, para el scoop trams eléctrico y el scoop trams diésel.

g) Tiempo de acomodo de carga (T6)

Corresponde al tiempo que utiliza el operario y/o ayudante para remover y colocar el material a la zona de rastrillaje, utilizando picos, lampas o barretas. Este trabajo está en función a la disponibilidad y estado en que se encuentra el material al momento que los equipos van carga el material.

En las tablas 25 y 26 se presentan los tiempos de acomodo de la carga para cada uno de los equipos de transporte de material.

h) Tiempo de manipuleo (T7)

Corresponde al tiempo que el operario utiliza para colocar el puntal y el cambio de ubicación luego del barrido al sector respectivo. Los cambios se realizan hasta terminar de recoger todo el material en la zona de labor, lo cual va estar en función al espacio que existe para el movimiento de máquina y las condiciones del piso. En las tablas 25 y 26 se presentan los

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

tiempos de manipuleo promedios obtenidos para ambos equipos de transporte.

i) Otros tiempos complementarios (T8)

Corresponde a tiempos que se utilizan en la labor, los más importantes son: tiempo para limpieza del echadero, tiempo de visita del supervisor, descansos de personal, pase de otro personal, entre otros, los cuales son descritos en las tablas respectivas. Los tiempos considerados para todos ellos se presentan en las tablas 25 y 26.

Tabla 25 — Tiempo de descarga, acomodo, manipuleo y otros tiempos para el scoop trams eléctrico por ciclo de acarreo

N° de muestras	Tiempo de descarga (s)	Tiempo de acomodo de carga (s)	Tiempo de manipuleo (s)	Otros tiempos (s)
28	1	12	9	6
22	1	26	15	5
30	1	18	16	10
30	2	12	7	9
20	2	15	11	7
21	1	20	18	8
Promedio	1,3	17,2	12,7	7,5

En la Tabla 25 se presenta los tiempos de las actividades que comprende al ciclo de acarreo utilizando el scoop trams eléctrico, donde el tiempo promedio de descarga es de 1,3 segundos, el tiempo promedio de acomodo de carga es de 17,2 segundos, el tiempo promedio de manipuleo es de 12,7 segundos y el tiempo promedio aplicado para otros tiempos es de 7,5 segundos.

En la Tabla 26, al igual que en la anterior se presenta los tiempos de las actividades que corresponde al ciclo de acarreo utilizando el scoop trams diésel, donde el tiempo promedio de descarga es de 2,5 segundos, el tiempo promedio de acomodo de carga es de 18,4 segundos, el tiempo promedio de manipuleo es de 16 segundos y el tiempo promedio aplicado para otros tiempos es de 4,2 segundos.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En la tabla 26 se presenta los resúmenes de los tiempos fijo de los scoop trams eléctrico y diésel para poder compararlos.

Tabla 26 — Tiempo de descarga, acomodo, manipuleo y otros tiempos para el scoop trams diésel por ciclo de acarreo

N° de muestras	Tiempo de descarga (s)	Tiempo de acomodo de carga (s)	Tiempo de manipuleo (s)	Otros tiempos (s)
22	2	15	16	5
32	2	20	20	2
34	3	25	14	8
27	2	12	11	1
20	3	23	16	4
25	3	16	23	6
33	2	28	15	2
29	3	13	17	3
25	2	20	12	5
23	3	12	16	6
Promedio	2,5	18,4	16	4,2

j) Tiempo de ciclo de acarreo (T9)

El tiempo de ciclo de acarreo es la suma de tiempos fijos y tiempos variables

Tiempos fijos: T9a

Tiempos variables: T9b

T9 = T9a + T9b

Los tiempos fijos, son aquellos tiempos cuyas cantidades siempre se van a necesitar para el proceso de acarreo, dentro de los cuales están el tiempo de descarga, de acomodo, de manipuleo y otros tiempos, los cuales se presentan en la tabla 26 para ambos equipos de transporte. Estos tiempos son los que van generar en parte los costos fijos de operación.

Los tiempos variables son aquellos cuyas cantidades están en función al volumen de material, y al estado de su fragmentación, siendo el tiempo de

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

cuchareo, el tiempo de viaje con y sin carga, y el tiempo de triturado. Estos tiempos son los que van a generar en parte los costos variables de la operación. Estos tiempos pueden tener cierta variabilidad durante las actividades operativas.

Tabla 27 — Tiempos fijos en el proceso de acarreo para el scoop trams eléctrico y el scoop trams diésel

Tiempos fijos	Scoop trams	
	Eléctrico	Diésel
Tiempo de descarga	1,3	2,5
Tiempo de acomodo de carga	17,2	18,4
Tiempo de manipuleo	12,7	16
Otros tiempos	7,5	4,2
Total, Tiempo Fijo (s)	38,7	41,1

En la tabla 27, observando los tiempos fijos en el proceso de acarreo se observa que el scoop trams diésel utiliza mayor tiempo que el scoop trams eléctrico, sin embargo, para poder inferir su ventaja se requiere sumarle el tiempo variable.

En lo que corresponde a tiempos variables se tiene el análisis individual de cada uno de sus componentes que se detalla a continuación:

- El tiempo de cuchareo que realiza la maquina se presenta en la tabla 27 el cual está en función al grado de fragmentación de las rocas, por lo tanto, se utilizará más tiempo si la roca esta menos fragmentado.

- Las velocidades de viaje del scoop trams eléctrico y scoop trams diésel con carga y sin carga de material, se presenta en la tabla 27.

En la tabla 29 se presentan los tiempos promedio de rotura de fragmentos de roca en la veta Valeria I y Valeria II por ciclo de acarreo.

Se deducen las siguientes relaciones:

Tiempo de viaje con carga de material = Distancia/velocidad con carga

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tiempo de viaje sin carga de material = Distancia/Velocidad sin carga

El tiempo promedio de rotura de fragmentos de roca se presenta en la tabla 29, cuyos valores observados corresponden a las vetas Valeria I y Valeria II de la mina Integración MARSA, este proceso se relaciona con el tamaño de los fragmentos de rocas que se quiere romper, usando una chancadora primaria.

Tabla 28 — Tiempos promedio de cuchareo con los tipos de scoop trams en función al grado de fragmentación del material a transportar

Tipo de scoop trams	**Fragmentación de la roca**			
	< 8"	**[8 – 12)"**	**[12 – 16)"**	**> = 16"**
	Tiempo de cuchareo (s)			
Eléctrico	3.5	12.5	15.3	17.8
Diésel	3.6	11.4	14.6	17.2

En la tabla 28 se observa que el tiempo de cuchareo del scoop trams diésel es ligeramente menor que para el scoop trams eléctrico, para los diferentes grados de fragmentación de la roca, observándose a la vez que cuando la fragmentación es mayor el tiempo de cuchareo es menor.

Tabla 29 — Velocidades promedio de viaje del scoop trams eléctrico y scoop trams diésel con carga y sin carga de material

Tipo de scoop trams	**Velocidad de la maquina (m/min)**	
	Cargado (con material)	**Vacío (sin material)**
Eléctrico	38.5	51.7
Diésel	37.5	53.2

En la tabla 29, la velocidad promedio del scoop trams eléctrico con carga es ligeramente mayor que el scoop trams diésel; así mismo comparando la velocidad promedio de las maquinas cuando retornan sin carga, el scoop trams diésel alcanza mayor velocidad respecto al scoop trams eléctrico

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 30 — Tiempos promedio de rotura de fragmentos de roca en las vetas Valeria I y Valeria II por ciclo de acarreo

Zona de labor	**Fragmentación de rocas en pulgadas**			
	< 8 "	**[8 - 12)”**	**[12 – 16)”**	**> = 16”**
	Tiempo de rotura de fragmentos grandes de roca (s)			
Veta Valeria I	0,4	3,4	5	8,3
Veta Valeria II	0,6	3,6	5,8	10

En la tabla 30 los tiempos de fragmentado de roca en la veta Valeria I son menores respecto a los tiempos de la veta Valeria II, para todos los grados de fragmentación. La resistencia de las rocas a la rotura conduce a mayor uso de horas hombre y horas maquina lo cual depende de las propiedades y composición de las rocas. Por lo tanto, el tiempo de ciclo de acarreo total será el siguiente:

T9 = Tiempos fijos + tiempos variables = T9a + T9b

En la tabla 31 se presentan los tiempos de ciclo de acarreo para diferentes distancias recorridas para el scoop trams eléctrico y scoop trams diésel considerando el grado de fragmentación del material.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 31 — Tiempos de ciclo de acarreo considerando, la distancia de recorrido del equipo y el grado de fragmentación de la roca

Distancia de acarreo (m)	Fragmentación (pulg)	Tiempo de ciclo de acarreo	
		Scoop trams eléctrico	Scoop trams diésel
10	< 8	1' 16"	1' 07"
	[8 - 12)	1' 25"	1' 19"
	[12 - 16)	1' 31"	1' 26"
	> = 16	1' 42"	1' 34"
18	< 8	1' 35"	1' 29"
	[8 - 12)	1' 47"	1' 41"
	[12 - 16)	1' 55"	1' 50"
	> = 16	2' 10"	2' 01"
24	< 8	1' 52"	1' 39"
	[8 - 12)	2' 11"	1' 46"
	[12 - 16)	2' 23"	2' 03"
	> 16	2' 35"	2' 23"
30	< 8	2' 18"	2' 03"
	[8 - 12)	2' 32"	2' 21"
	[12 - 16)	2' 43"	2' 34"
	> 16	2' 57"	2' 45"

En la tabla 31 se puede observar que los tiempos que utiliza el scoop trams diésel son menores que los tiempos utilizados por el scoop trams eléctrico, para los diferentes grados de fragmentación de las rocas y diferentes distancias recorridas para el acarreo, lo que hace suponer que se logra mejorar el rendimiento de acarreo de material.

Otro factor que también tiene incidencia sobre los tiempos de acarreo es el factor de esponjamiento, el cual aumenta cuando la roca esta menos fragmentada, ya que siendo la fragmentación minina las rocas van a formar grandes espacios vacíos, lo que no sucede cuando la roca es triturada adecuadamente, razón por la cual se tiene una máquina trituradora en el lugar de la labor para minimizar el tamaño de las rocas.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

k) Productividad horaria de los equipos

El rendimiento de los equipos de transporte como los scoop trams eléctrico y diésel, son disminuidos por el grado de fragmentación de las rocas, la longitud de viaje, el tipo de material, la operatividad de la máquina y la habilidad del operador para conducir todo el proceso. Su cálculo se desarrolla a continuación:

Base de datos

Ancho en el área de labor: 3,0 m promedio

Distancia de traslado de material: de 10 a 35 m

Gradiente de la vía a favor: 10° promedio

Capacidad de la cuchara para el proceso de rastrillaje se encuentra en la especificación del fabricante de la máquina (P1):

Para scoop trams eléctrico: 1,5 m^3

Para scoop trams diésel: 1,5 m^3

Factor de llenado de la cuchara (F): 75% promedio

Grado de fragmentación de la roca: variable

Condiciones de la vía de rastrillaje: material en el piso, irregularidades, entre otros

Densidad estimada del material en el lugar (D): 2,75 TM/m^3

Factor de esponjamiento de la roca fragmentada (E): 35%

Eficiencia mecánica y operativa (K): 65%

Cálculo de las toneladas acarreadas por ciclo (P3):

-Volumen de material acarreado por ciclo (P2):

P2 = P1*F

Para sccop trams eléctrico: P2 = 1,5 * 0,75 = 1,125 m^3

Para scoop trams diésel: P2= 1,5 *0.75 = 1,125 m^3

Determinando el tonelaje de acarreo por ciclo se tienen las siguientes ecuaciones:

Para sccop trams eléctrico: P3 = (P2) * ((100/(100 + E))*D) * K

Para scoop trams diésel: P3 = (P2) * ((100/(100 + E))*D) * K

Reemplazando valores tenemos lo siguiente:

P3 = 1,125 * ((100/(100 + 35))*2,75) * 0,65 = 1,49

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

P3 = 1,125 * ((100/(100 + 35))*2,75) * 0,65 = 1,49

Resumiendo:

Para scoop trams eléctrico: P3 = 1,49 TM/ciclo

Para scoop trams diésel: P3 = 1,49 TM/ciclo.

Cálculo del rendimiento horario (P4)

Se determina utilizando la siguiente ecuación:

P4 = (P3) / tiempo de ciclo

Donde el tiempo de ciclo está establecido en la tabla 30 y se encuentra en función a la distancia recorrida por la máquina y el grado de fragmentación del material.

En la tabla 32 se presenta el rendimiento horario expresado en (TM/h), para lo cual los valores del tonelaje acarreado se han dividido entre cada uno de los tiempos de ciclo de la tabla respectiva.

Productividad del equipo por guardia (P5)

Según los tempos que utiliza la empresa, se tiene que el tiempo promedio de guardia es de 4 horas 30 minutos en promedio, es decir el tiempo que un operario se encuentra en actividad operativa.

El cálculo de la productividad del equipo por guardia tiene la siguiente ecuación:

P5 = (P4) * 4,5

Los resultados se presentan en la tabla 33, para lo cual se ha utilizado los datos de la tabla 32 que corresponde al rendimiento horario y cada uno de ellos se ha multiplicado por el factor de guardia que es 4,5 horas.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Tabla 32 — Productividad horaria (TM/h) para los scoop trams eléctrico y diésel en función a las distancias recorridas y el grado de fragmentación del material

Distancia de acarreo (m)	Fragmentación (pulgadas)	(TM/h)	
		Scoop trams eléctrico	Scoop trams diésel
10	< 8	70,58	80,06
	[8 - 12)	63,11	67,90
	[12 - 16)	58,95	62,37
	> = 16	52,59	57,06
18	< 8	56,46	60,27
	[8 - 12)	50,13	53,11
	[12 - 16)	46,64	48,76
	> = 16	41,26	44,33
24	< 8	47,89	54,18
	[8 - 12)	40,95	50,60
	[12 - 16)	37,51	43,61
	> = 16	34,61	37,51
30	< 8	38,87	43,61
	[8 - 12)	35,29	38,04
	[12 - 16)	32,91	34,83
	> = 16	30,31	32,51

Observando la información obtenida en la tabla 32, el scoop trams diésel tiene mayor productividad horaria respecto al scoop trams eléctrico para todas las distancias de acarreo y diferentes grados de fragmentación de la roca, dicha característica conduce a una alternativa de mejora en el acarreo de material aurífero.

Así mismo en la tabla 32 se puede deducir que cuando la roca está más fragmentada, la productividad horaria es mayor respecto a las rocas menos fragmentadas; igual comportamiento ocurre con las distancias de acarreo, es decir cuando la distancia de acarreo aumenta la productividad horaria

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

disminuye, Ambos análisis conducen a establecer que la fragmentación de la roca es fundamental para mejorar la productividad del scoop trams

Tabla 33 — Productividad por guardia (TM/guardia) para los sccop trams eléctrico y diésel en función a distancias recorridas y grado de fragmentación del material

Distancia de acarreo (m)	Fragmentación (pulg)	(TM/guardia)	
		Scoop trams eléctrico	Scoop trams diésel
10	< 8	317,61	360,27
	[8 - 12)	283,98	305,54
	[12 - 16)	265,25	280,67
	> = 16	236,65	256,79
18	< 8	254,08	271,21
	[8 - 12)	225,59	238,99
	[12 - 16)	209,90	219,44
	> = 16	185,68	199,49
24	< 8	215,52	243,82
	[8 - 12)	184,26	227,72
	[12 - 16)	168,80	196,24
	> = 16	155,73	168,80
30	< 8	174,91	196,24
	[8 - 12)	158,80	171,19
	[12 - 16)	148,09	156,74
	> = 16	136,37	146,29

En la tabla 33, el scoop trams diésel tiene mayor productividad por guardia respecto al scoop trams eléctrico para todas las distancias de acarreo y diferentes grados de fragmentación de roca. Así mismo se puede deducir que cuando la roca está más fragmentada, la productividad por guardia es mayor respecto a las rocas menos fragmentadas; igual comportamiento ocurre con las distancias de acarreo, es decir cuando la distancia de acarreo aumenta la productividad por guardia disminuye.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Producción equivalente por hora para turno de 8 horas (P6):

Este indicador va permite calcular el costo por TM de roca removida, y se obtiene dividiendo la producción obtenida por guardia entre las horas nominales por una guardia de 8 horas, por lo tanto, la ecuación de cálculo será la siguiente:

P6 = (P5) / 8. La tabla 34 presenta la producción equivalente por hora para turno de 8 horas.

Tabla 34 — Productividad equivalente por hora (TM/h) para turno de 8 horas para los scoop trams eléctrico y diésel en función a distancias recorridas y grado de fragmentación del material

Distancia de acarreo (m)	Fragmentación (pulg)	Producción horaria equivalente (TM/h) para turno de 8 horas	
		Scoop trams eléctrico	Scoop trams Diesel
10	< 8	39.70	45.03
	[8 - 12)	35.50	38.19
	[12 - 16)	33.16	35.08
	> = 16	29.58	32.10
18	< 8	31.76	33.90
	[8 - 12)	28.20	29.87
	[12 - 16)	26.24	27.43
	> = 16	23.21	24.94
24	< 8	26.94	30.48
	[8 - 12)	23.03	28.46
	[12 - 16)	21.10	24.53
	> = 16	19.47	21.10
30	< 8	21.86	24.53
	[8 - 12)	19.85	21.40
	[12 - 16)	18.51	19.59
	> = 16	17.05	18.29

En la tabla 34, el scoop trams diésel tiene mayor productividad equivalente por hora respecto al scoop trams eléctrico para todas las distancias de acarreo y diferentes grados de fragmentación de la roca; además se deduce que, a

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

mayor fragmentación de roca, mayor productividad equivalente por hora; así mismo, a mayor distancia de acarreo menor productividad equivalente por hora.

5.1.2. Costos operativos

A continuación, se presenta el análisis de costos en forma individual para los scoop trams eléctrico y diésel, valorizados en dólares ($) correspondiente al año 2016 período en el cual se realizó el estudio en la veta Valeria de la zona integración MARSA. El procedimiento utilizado, así como las fórmulas aplicadas corresponden a análisis de costos de la industria minera en el Perú, los cuales fueron calculados en su momento a precios de mercado.

Resumen de costos para el scoop trams eléctrico
El análisis de costos detallado se muestra en el Anexo 3

a) Costo del equipo por hora (C1):

C1 = 8,785 ($/h)

b) Costo del equipo por guardia (C2):

C2 = 62,901 ($/h)

c) Costo equivalente por hora del equipo en turno de 8 horas (C3):

C3 = 7.86 ($/h)

d) Costo de los equipos de repuesto por hora (C4):

C4 = 0,4813 ($/h)

e) Costo de acarreo (C5):

C5 = 8,341 ($/h)

f) Costo por TM acarreada (C6):

C6 = (C5)/(P6)

Donde C5 = 8,341 ($/h) y los valores de (P6) se presentan en la tabla 33

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En la tabla 35 se presenta el costo por TM acarreado por el scoop trams eléctrico (C6) en función a la distancia recorrida por el vehículo y el grado de fragmentación de la roca que transporta.

Tabla 35 — Costo por TM acarreada por el scoop trams eléctrico

Distancia de acarreo (m)	Fragmentación (pulgadas)	($/TM)
		Scoop trams eléctrico
10	< 8	0,21
	[8 - 12)	0,23
	[12 - 16)	0,25
	> = 16	0,28
18	< 8	0,26
	[8 - 12)	0,30
	[12 - 16)	0,32
	> = 16	0,36
24	< 8	0,31
	[8 - 12)	0,36
	[12 - 16)	0,40
	> = 16	0,43
30	< 8	0,38
	[8 - 12)	0,42
	[12 - 16)	0,45
	> = 16	0,49

En la tabla 35, se observa que el costo del scoop trams eléctrico, se incrementa cuando la distancia de acarreo aumenta, existiendo entre ellos una relación directamente proporcional. Así mismo a menor grado de fragmentación de roca transportada, el costo aumenta, es decir son inversamente proporcionales.

Resumen de costos para el scoop trams diésel

El análisis de costos detallado se muestra en el Anexo 4

a) Costo del equipo por hora (C7):

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

C7 = 10,576 ($/h)

b) Costo del equipo por guardia (C8):

C8 = 68,753 ($/h)

c) Costo equivalente por hora del equipo en turno de 8 horas (C9):

C9 = 8.6 ($/h)

d) Costo de los equipos de repuesto por hora (C10):

C10 = 0,6456 ($/h)

e) Costo de acarreo (C11):

C11 = 9,2456 ($/h)

f) Costo por TM acarreada (C12):

C12 = (C11) / (P6)

Donde (C11) = 9,2456 ($/h) y los valores de (P6) se presentan en la tabla 33 correspondiente a la productividad equivalente por hora (TM/h) para turno de 8 horas con scoop trams diésel en función a distancias recorridas y grado de fragmentación del material rocoso.

En la tabla 36, se presenta el análisis de costos del scoop trams diésel, dicho costo se incrementa cuando la distancia de acarreo es mayor, existiendo entre ellos una relación directamente proporcional. También se observa que, a menor grado de fragmentación de roca, el costo aumenta, es decir son inversamente proporcionales.

Comparando los costos de las tablas 35 y 36, correspondientes a los scoop trams eléctrico y diésel respectivamente existe una mínima diferencia entre ambos valores, cuya igualdad o diferencia se contrastará mediante una prueba de hipótesis de diferencia de medias con varianza desconocida y tamaño de muestra superior a treinta, la cual se desarrolla y muestra en el siguiente ítem de la contrastación de las hipótesis de estudio.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En la tabla 36 se presenta el costo por TM acarreado por el scoop trams eléctrico (C12) en función a la distancia recorrida por el vehículo y el grado de fragmentación de la roca que transporta.

Tabla 36 — Costo por TM acarreada por el scoop trams diésel

Distancia de acarreo (m)	Fragmentación (pulgadas)	($/TM)
		Scoop trams diésel
10	< 8	0,20
	[8 - 12)	0,24
	[12 - 16)	0,26
	> = 16	0,29
18	< 8	0,27
	[8 - 12)	0,31
	[12 - 16)	0,34
	> = 16	0,37
24	< 8	0,30
	[8 - 12)	0,32
	[12 - 16)	0,37
	> = 16	0,44
30	< 8	0,37
	[8 - 12)	0,43
	[12 - 16)	0,47
	> = 16	0,50

Tabla 37 — Resumen de principales costos que se generan en las actividades de acarreo utilizando scoop trams eléctrico y scoop trams diésel

Descripción del costo	Scoop trams eléctrico ($/hora)	Scoop trams diésel ($/hora)
Costo de posesión (C1a)	1,444	1,937
Costo de operación (C1b)	7,341	8.6393
Costo de equipo por hora (C1) = C1a + C1b	8,785	10.576
Costo de equipo/guardia (C2)	62,901	68,753
Costo equivalente/hora en turno de 8 horas (C3)	7,86	8,60
Costo de los equipos de repuesto /hora (C4)	0,4813	0.6456
Costo de acarreo (C5) = C3 + C4	8,341	9,2456

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En la tabla 37 se presenta un resumen de los costos más importantes que tiene el scoop trams eléctrico y el scoop trams diésel durante su funcionamiento en las actividades de acarreo de mineral dentro de las labores mineras, así mismo se aprecia que existe una ligera diferencia entre los costos del scoop trams diésel y los costos del scoop trams eléctrico.

5.2. Contrastación de la hipótesis

Respecto a la hipótesis especifica 1: Reconocidos los indicadores tecnológicos del proceso de acarreo de mineral aurífero con el uso del scoop trams diésel en la veta Valeria zona Integración MARSA se incrementa la productividad

La contrastación de la hipótesis específica 1, se va realizar aplicando una prueba estadística de diferencia entre las medias de dos poblaciones (scoop trams eléctico y scoop trams diésel), donde las muestras son independientes, con varianzas desconocidas y con tamaños de muestra > = 30.

El indicador tecnológico que se va comparar es el promedio del "tiempo de ciclo de acarreo" alcanzado por los scoop trams eléctrico y diésel.
Para el siguiente análisis se ha tomado como referencia información de la tabla 30, donde el Tiempo de Ciclo de Acarreo (TCA) corresponde a una distancia de acarreo de 30 m y con un grado de fragmentación de roca mayor a 16".

Planteamiento de la hipótesis principal y alterna:
Ho: μ (td) $\geq$ μ (te)
Ha: μ (td) < μ (te)
Donde:
μ (td) = promedio poblacional del TCA con scoop trams diésel
μ (te) = promedio poblacional del TCA con scoop trams eléctrico
Nivel de significancia: 5%
Resultados para muestras de tamaño 31:
Scoop trams eléctrico: Promedio (Xe) = 177,45, Desviación estándar (Se) = 5,97
Scoop trams diésel: Promedio (Xd) = 165,13, Desviación estándar (Sd) = 5,17
Estadístico de prueba: $Zc = (Xd - Xe) / ((Sd^2/nd) + (Se^2/ne))^{(1/2)}$

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Zc = - 8,69

Valor de Z en tabla Normal de Gauss con α = 5% unilateral a la izquierda:

Z tabla = -1,645

Por la tanto la Región de Rechazo para Ho es < - ∞; - 1,645 >

Decisión:

Como Zc = -8,69 pertenece a la Región de Rechazo para Ho entonces se rechaza la hipótesis principal (Ho) y se admite la hipótesis auxiliar (Ha)

Conclusión: A un nivel de significancia del 5% se rechaza la hipótesis principal (Ho), por lo tanto, el promedio poblacional del tiempo de ciclo de acarreo alcanzado con el sccop trams diésel es menor que el tiempo de ciclo de acarreo alcanzado por el sccop trams eléctrico.

Este resultado confirma el planteamiento de la hipótesis específica 1 que al disminuir el tiempo de ciclo de acarreo utilizando el scoop trams diésel se va mejorar la productividad de la actividad minera.

b) Respecto a la hipótesis especifica 2: Reconocidos los indicadores económicos del proceso de acarreo de mineral aurífero con el uso del scoop trams diésel en la veta Valeria zona Integración MARSA se incrementa la productividad.

La contrastación de la hipótesis específica 2, se va realizar aplicando una prueba estadística de diferencia entre las medias de dos poblaciones, donde las muestras son independientes, con varianzas desconocidas y con tamaños de muestra > = 30.

El indicador económico que se va comparar es el promedio del “Costo por TM acarreado” que se obtiene utilizando los scoop trams eléctrico y diésel.

Para el siguiente análisis se ha tomado como referencia información de las tablas 34 y 35, donde el costo por TM acarreado corresponde a una distancia de acarreo de 30 m y con un grado de fragmentación de roca mayor a 16”.

Planteamiento de la hipótesis principal y alterna:

Ho: μ (cd) ≤ μ (ce)

Ha: μ (cd) > μ (ce)

Donde:

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

μ (cd) = promedio poblacional de costo por TM acarreado con scoop trams diésel

μ (ce) = promedio poblacional de costo por TM acarreado con scoop trams eléctrico

Nivel de significancia: 5%

Resultados para muestras de tamaño 31:

Scoop trams eléctrico: Promedio (Xe) = 0,49, Desviación estándar (Se) = 0,1124

Scoop trams diésel: Promedio (Xd) = 0,50, Desviación estándar (Sd) = 0,1006

Estadístico de prueba: $Zc = (Xd - Xe) / ((Sd^2/nd) + (Se^2/ne))^{(1/2)}$

Zc = 0.37

Valor de Z en tabla Normal de Gauss con α = 5% unilateral a la derecha:

Z tabla = 1,645

Por la tanto la Región de Aceptación para Ho es de < - ∞; 1.645 >

Decisión:

Como Zc = 0,37 se encuentra en la Región de Aceptación para Ho y se acepta la hipótesis principal (Ho)

Conclusión: A un nivel de significancia del 5% se acepta Ho. Es decir, el promedio poblacional del costo por TM acarreado con el sccop trams diésel se puede considerar igual o menor al costo por TM acarreado por el sccop trams eléctrico.

Los parámetros de comparación utilizados se encuentran en las tablas 34 y 35, donde se pueden observar que los costos para las diferentes distancias recorridas y diferentes grados de fragmentación de la roca a transportar son mínimas.

Este resultado confirma el supuesto de la hipótesis específica 2 debido a que el promedio del costo por TM acarreado utilizando el scoop trams diésel se considera menor o igual al costo por TM acarreada utilizando el scoop trams eléctrico.

Respecto a la hipótesis general: Reconocidos los indicadores operativos del proceso de acarreo de mineral aurífero con el uso del scoop trams diésel en la veta Valeria zona Integración MARSA se incrementa la productividad.

La contrastación de la hipótesis general, se va realizar en función a los resultados obtenidos de las hipótesis específicas 1 y 2.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

En la hipótesis específica 1 se concluye que el promedio del tiempo de ciclo de acarreo alcanzado con el scoop trams diésel es menor que el tiempo de ciclo de acarreo alcanzado por el scoop trams eléctrico, con lo cual se afirma que se va mejorar la productividad de la actividad minera, confirmando la hipótesis general en lo correspondiente a indicadores tecnológicos

En la hipótesis especifica 2 se concluye que el promedio del costo por TM acarreado utilizando el scoop trams diésel se considera menor o igual al costo por TM acarreado utilizando el scoop trams eléctrico, con lo cual se afirma que se va mejorar la productividad de la actividad minera, confirmando la hipótesis general en lo correspondiente a indicadores económicos.

En síntesis, la hipótesis general de investigación se ha confirmado contrastando los indicadores tecnológicos y económicos calculados durante el estudio.

5.3. Discusión

Los cálculos de los costos de acarreo que se han realizado en el presente estudio utilizando el scoop trams eléctrico y scoop trams diésel, son indicadores básicos para evaluar los costos y alternativas de trabajo en minería subterránea principalmente, lo cual concuerda con el trabajo realizado por (Baldeón, 2011) quien estudió métodos de control para las operaciones de acarreo de material evaluando costos como una alternativa de mejorar la productividad para la empresa minera Condestable SA

Los resultados de los costos de operación horaria con los scoop trams eléctrico y diésel realizados en el presente estudio se han calculado tomado como base los datos técnicos de planta con la finalidad de comparar y optimizar las actividades operativas, lo cual concuerda con un estudio realizado por (Alva, 2009) quien elaboro un programa de costos de operación, mantenimiento, re potenciamiento y remplazo para la empresa Consorcio Minero Horizonte SA con la finalidad de optimizar la flota de scoop trams.

En el presente estudio también se han calculado costos por guardia a una tasa de 4,5 horas y costos equivalentes a jornadas de 8 horas de trabajo para ambos tipos de máquinas teniendo como objetivo mejorar la productividad de la empresa, dicho

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

enfoque técnico de investigación se encuentra relacionado con una investigación realizada por (Ramos, 2013) quien aplico los costos de laboreo minero en la empresa contratista los Andes, con la finalidad de minimizar las pérdidas y mejorar la productividad en todos los trabajos operativos de minería que realiza la contrata.

Según los resultados obtenidos del costo de acarreo y del costo de TM acarreadas por cata tipo de maquina tanto eléctrica como diésel, se puede apreciar que hay diferencias que se puede considerar para determinar la más conveniente, lo cual se relaciona con lo estudiado por (Giraldo 1990) quien demostró que utilizando datos de equipos de acarreo convencionales y mecanizados se puede establecer el sistema más conveniente de trabajo.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Respecto a los indicadores de mejora del proceso de acarreo de mineral aurífero utilizando el scoop trams diésel en la veta Valeria:

Los indicadores de mejora del proceso de acarreo de mineral aurífero utilizando el scoop trams Diésel que se han llegado a conocer son de carácter tecnológico y económico, como indicador tecnológico principal se puede mencionar los promedios del tiempo de ciclo de acarreo, utilizando el scoop trams diésel y el scoop trams eléctrico, los cuales mediante una prueba de contraste de promedios al 5 % de significancia dan resultados significativos concluyendo que el scoop trams diésel alcanza un menor tiempo de ciclo de acarreo.

En lo correspondiente a un indicador económico importante se puede mencionar a los promedios del costo de acarreo, utilizando el scoop trams diésel y el scoop trams eléctrico, los cuales mediante una prueba de contraste de promedios al 5 % de significancia dan resultados no significativos concluyendo que el scoop trams diésel tiene un costo de acarreo menor o igual al costo generado por el scoop trams eléctrico; resumiendo los resultados se concluye que el scoop trams diésel mejora el proceso de acarreo de mineral.

Respecto a los indicadores tecnológicos que mejoran el proceso de acarreo de mineral aurífero utilizando el scoop trams diésel en la veta Valeria:

El estudio del tiempo de cuchareo, da como resultado que el scoop trams diésel se demora 14,6 segundos, mientras el scoop trams eléctrico 15,3 segundos; por otro lado, el tiempo que el sccop trams diésel se demora en recorrer 20 metros cargado de material es de 32 segundos, mientras que el scoop trams eléctrico lo realiza en 40 segundos. El tiempo de ciclo de acarreo utilizando un scoop trams diésel en un recorrido promedio de 30 metros, transportando material fragmentado mayor a 16 pulgadas es 2 minutos con 4 segundos y 2 minutos con 5 segundos para el scoop trams

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

eléctrico, lográndose una reducción del 6,8%. La producción horaria para una distancia de traslado de 30 metros y con un grado de fragmentación del material superior a 1 pulgadas es de 32,51 TM/hora para el scoop trams diésel y de 30,31 para el scoop trams eléctrico, observándose que el scoop trams diésel tiene una ligera productividad mayor. La productividad por guardia de 4,5 horas es de 146,29 TM/guardia para el scoop trams diésel y de 136,37 TM/guardia para el scoop trams eléctrico. Por otro lado, la productividad horaria equivalente a 8 horas es de 18,24 TM/hora para el scoop trams diésel y de 17,05 para el scoop trams eléctrico.

En el análisis de la prueba de contraste a un nivel de significancia del 5% el promedio poblacional del tiempo de ciclo de acarreo utilizando el sccop trams diésel es menor que el tiempo de ciclo de acarreo utilizando el sccop trams eléctrico, aceptando la hipótesis específica 1 que al disminuir el tiempo de ciclo de acarreo utilizando el scoop trams diésel se mejora la productividad de la actividad minera, los resultados son estadísticamente significativos.

Respecto a los indicadores económicos que mejoran el proceso de acarreo de mineral aurífero utilizando el scoop trams diésel en la veta Valeria:

El costo del equipo por hora para el scoop trams diésel es de 10,576 $/hora y para el scoop trams eléctrico es de 8,785 $ /hora, observándose mínima diferencia de costo entre ambos vehículos de bajo perfil. Realizando el análisis del costo de equipo por guardia para el scoop trams diésel y de 68,753 $/hora, y para el scoop trams eléctrico es de 62,901 $/hora, observándose que el costo del scoop trams eléctrico es ligeramente menor al scoop trams diésel. En lo correspondiente al costo horario equivalente en guardia de 8 horas para el scoop trams diésel es 8,6 $/hora, y para el scoop trams eléctrico es de 7,86 $/hora, donde el costo del scoop trams eléctrico es ligeramente menor al costo del scoop trams diésel. Respecto al costo de acarreo para el scoop trams diésel es 9,2456 $/hora y para el scoop trams eléctrico 8,341 $/hora, siendo los costos cercados entre ambos tipos de scoop trams.

En el análisis de la prueba de contraste a un nivel de significancia del 5% el promedio poblacional del costo por TM acarreado utilizando el sccop trams diésel se considera menor o igual al costo por TM acarreado utilizando el sccop trams eléctrico, dicho

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

resultado confirma el planteamiento de la hipótesis específica 2, ya que la prueba de diferencia de medias da resultados no significativos a un nivel de significancia del 5%.

6.2. Recomendaciones

Es necesario realizar un estudio sobre el grado de fragmentación para la implementación de chancadoras primarias que trituren con mayor rapidez y grado de fragmentación a las rocas, de tal manera que los scoop trams puedan tener mejor rendimiento en el proceso de acarreo, considerando que los factores de bajo grado de fragmentación y alto grado de esponjamiento afectan la productividad minera.

Es necesario realizar estudios con scoop trams de diferentes capacidades de consumo de energía para estudiar su rendimiento y poder elegir el de costo más bajo dentro de un mismo nivel de productividad.

Todos los equipos deben tener un programa estricto de mantenimiento preventivo, para evitar que las maquinas se paren cuando están en plena operación y funcionamiento, y a la vez dichos mantenimientos deben ejecutarse en días y horas donde las máquinas y el personal operativo están descansando.

Para la adquisición de scoop trams se debe tener como parámetro principal de evaluación el costo del equipo puesto en mina, tiempo de vida útil, seguido de sus características técnicas, capacidad de producción, servicio técnico y abastecimiento de repuestos.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alva Alva Ismael (2009). Estudio de optimización de costos de operación de una flota de scooptrms en una mina subterránea tesis de pregrado. Lima, Universidad Nacional de Ingeniería

Baldeón Quispe, Zoila Lilian (2011). Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en Cia. Minera Condestable SA tesis de pregrado. Lima, Pontifica Universidad Católica del Perú.

Balestrini M. (2006). Como se elabora el proyecto de investigación. Caracas, Consultores Asociados.

Benavides V. (1956). Cretaceous system in northem Perú. Lima, Amer. Nat. Hist. Bull., 108, 352-494

Bieniawski, Z. (1989). Engineering Rock Mass Classifications. USA, Wiley-Interscience.

Cámara Venezolana de la Construcción (2017). Movimiento de tierras y costos. Leído en:

Colegio de Ingenieros del Perú. (2015). Costos de posesión y operación de maquinaria pesada. Leído en: http://www.cip-trujillo.org/img_eventos/pdf/2015/itm/ooc%20cip-Trujillo.pdf

Empresa Contratista Minera los Andes SAC (2016). Comité de Gestión Mina del mes de abril 2016. Operaciones Mina. Índices de Gestión. Limitantes. Parcoy, La libertad, Perú.

ESAN (1981). Análisis y control de costos en minería. Seminario, agosto. Lima, Escuela de Administración de Negocios para Graduados.

Escobar Barrera, D. (2017). Estudio de tiempos y movimientos del proceso de acarreo en una mina y propuesta para mejorar su eficiencia, tesis de pregrado. México, Universidad Autónoma de México

EXSA (2009). Manual práctico de voladura. Lima, EXSA SA. 3ra Edición. pp. 236

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Fernández, Andrés (2004). Diccionario de términos económicos, agropecuarios y contables. Santiago de Cuba, Universidad de la Habana.

Forlan Santino y Provenzal Piero (1977). Contabilidad de costos e informaciones extracontables. Bilbao, Ediciones Deusto. 2da Edición.

Giraldo Paredes Emiliano, (1990). Aplicación de equipos de acarreo en vetas angostas tesis de pregrado. Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos

López Jiménez, Carlos y López Jiménez Emilio (2003). Manual de perforación y voladura de roca. Madrid, Edición Arias Montano

Marcañaupa Curo, Rodolfo (2008). Perforación y voladura Basada en el RMR, tesis pregrado. Huancayo, Universidad Nacional del Centro del Perú

MARSA (2010a). Fauna y flora de Parcoy. Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Parcoy, Pataz, La Libertad, Minera Aurífera Retamas SA

MARSA (2010b). Flora de Parcoy. Departamento de Geología. Parcoy, Pataz, La Libertad, Minera Aurífera Retamas SA

MARSA (2011a). Boletín de recursos humanos. Lima, Minera Aurífera Retamas SA

MARSA (2011b). Boletín de medio ambiente. Parcoy, Pataz, La Libertad, Minera Aurífera Retamas SA

MARSA (2011c). Boletín geológico. Parcoy, Pataz, La Libertad, Minera Aurífera Retamas SA

MARSA (2012a). Reserva y producción veta Valeria. Parcoy, Departamento de planeamiento. Minera Aurífera Retamas SA

MARSA (2012b). Geología del proyecto MARSA. Parcoy, Departamento de geología. Minera Aurífera Retamas SA

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

MARSA (2012c). Recursos y producción mina MARSA. Parcoy, Departamento de planeamiento. Parcoy. Minera Aurífera Retamas SA

MARSA (2016a). Ficha técnica de equipos Scoop. Área de Mantenimiento. Lima, Minera Aurífera Retamas SA

MARSA (2016b). Estructura de costos MARSA. Departamento de Contabilidad Lima, Minera Aurífera Retamas SA

Nava, J. (2004). Teoría de mantenimiento fiabilidad. Venezuela, Universidad de los Andes

Osorio Oscar (1991). La capacidad de la producción y los costos. Buenos Aires, Ediciones Macchi 2da. Edición.

Pérez López, Cesar (2005). Muestra estadística, Conceptos y problemas resueltos. Madrid, Pearson.

Perez Macavilca, Carlos (2008). Manual de geo mecánica en minería subterránea. México, Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energia.

Philip Kotler y Garay Armstrong (2003.) Fundamentos de marketing. México, Pearson

Piñas Esteban, Yuri (2007). Aplicación del principio de la velocidad pico de partícula (PPV) para minimizar el daño al macizo rocoso, utilizando tecnología electrónica (Minera Aurífera Retamas S.A. Yacimiento El Gigante – La Libertad) tesis de pregrado. Lima, Universidad Nacional de Ingeniería.

Ponce R. Fredy (2008). Costos de perforación y voladura de rocas. Lima, Instituto de capacitación Minera

Prado Fernández Evelio (2005). Evaluación y sistematización de experiencias de proyectos de cooperación al desarrollo. Santiago de Cuba, Universidad de la Habana.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Ramos Espinoza, Alberto (2013). Sistema informático CAR aplicado a los costos de laboreo minero en la empresa contratista Los Andes: U.P. Retamas tesis de pre grado. Apurímac, Universidad Nacional Micaela Bastidas

Rojas Lafuente, G. E. (2017). Introducción de un LHD hibrido a la industria minera y sus posibilidades en el mercado chileno. Memoria pregrado. Chile, Universidad de Chile

Sabino, Carlos (1992). El proceso de investigación. Bogotá, Edit. Panamericana.

Sandvik (2019). Productos. Cargadores eléctricos. Leído en: rocktechnology.sandvik/es-la/cargadores-y-camiones-subterraneos/lhd-subterraneos-electricos

Sandvik (2018). Productos. Cargadores subterráneos. Leído en: rocktechnology.sandvik/es-la/cargadores-y-camiones-subterraneos/equipos-lhd-subterraneos-avanzados

Schneider Erich (1967). Teoría económica. Madrid, Ed. Aguilar.

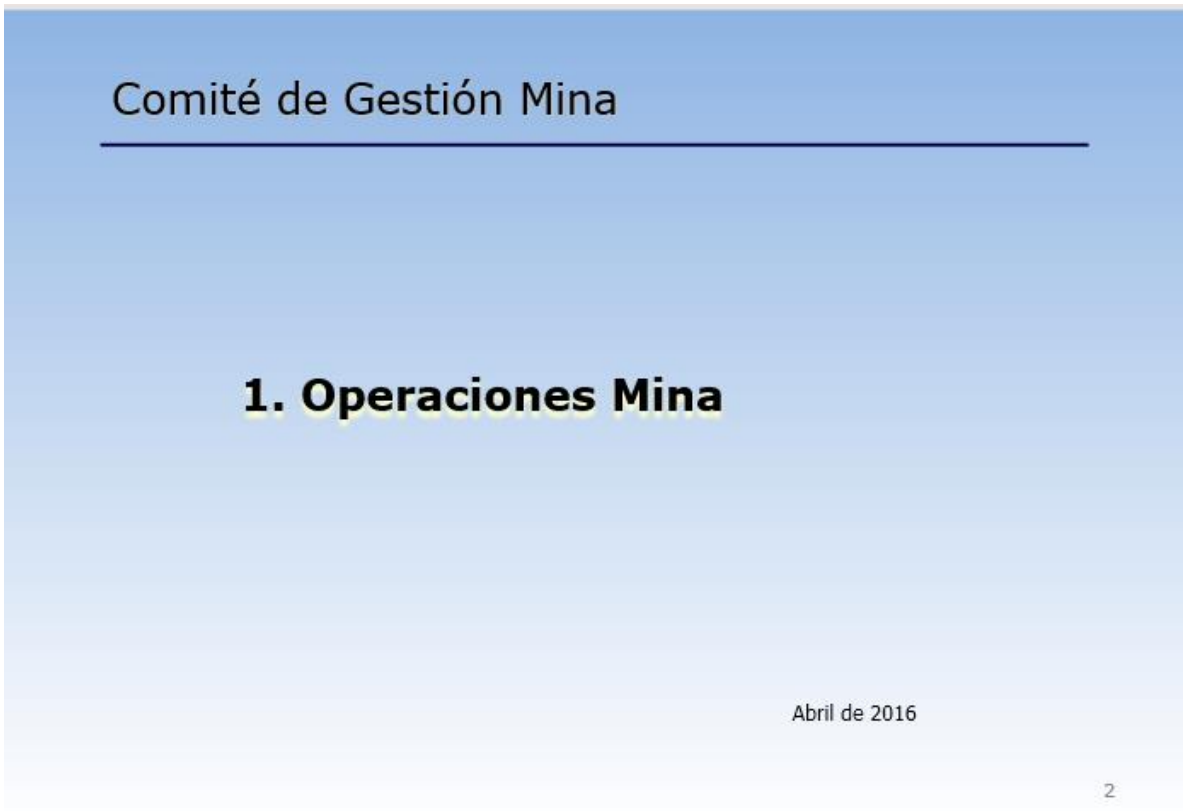
Wilson, J.; Reyes, L.; Garayar, J. (1967). Geología de los cuadrángulos de Mollebamba, Tayabamba, Huaylas, Pomabamba, Carhuaz y Huari 17-h, 17-i, 18-h. 18-i, 19-h, 19-i. Lima, Boletín Serie A: Carta geológica Nacional N° 16. INGEMMET

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

ANEXOS

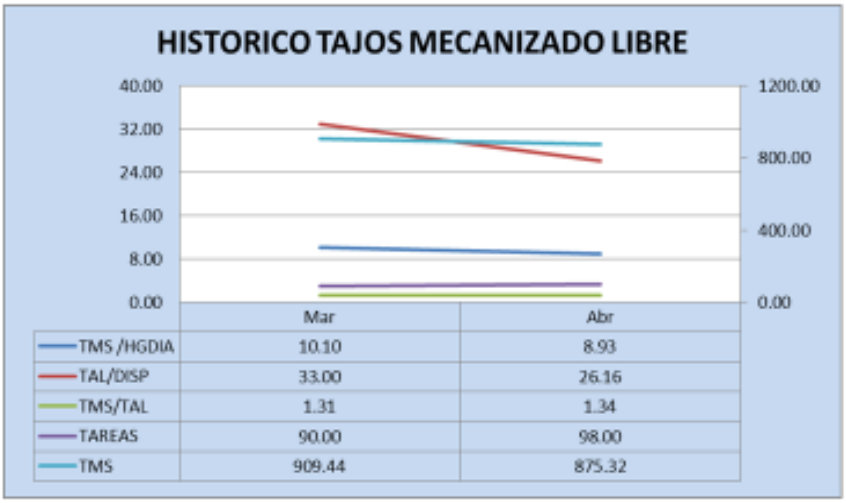
Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Anexo 1 Comité de Gestión Mina del mes de abril 2016 de la Empresa Contratista Minera C.M. Los Andes S.A.C. Indicadores de gestión.



Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

1.1 Índices de Producción



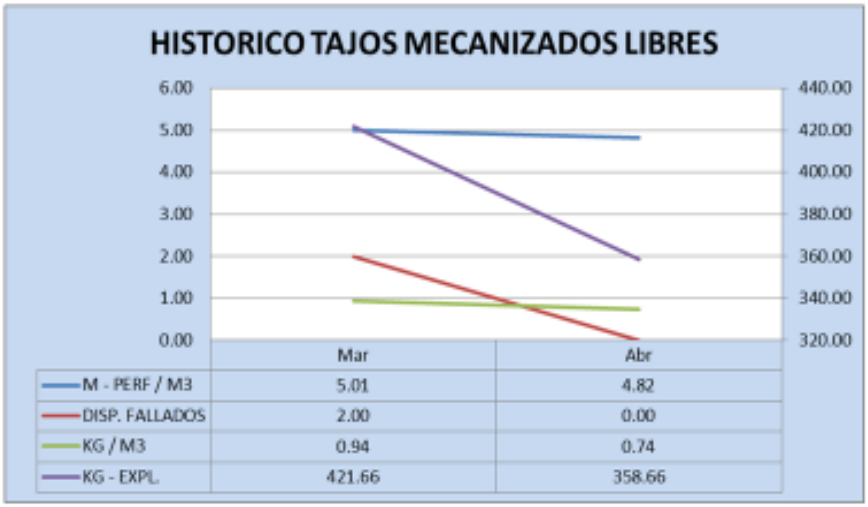
	Mar	Abr
TMS /HGDIA	10.10	8.93
TAL/DISP	33.00	26.16
TMS/TAL	1.31	1.34
TAREAS	90.00	98.00
TMS	909.44	875.32

1.2 Índices de Producción

	Mar	Abr
PIRCAS	0.00	0.00
CARROS EVACUADOS	50.00	76.00
DILUCION EN TAJOS	38.80	40.38
ALTURA DE MINADO	4.51	3.20
POTENCIA DE VETA	2.45	1.61

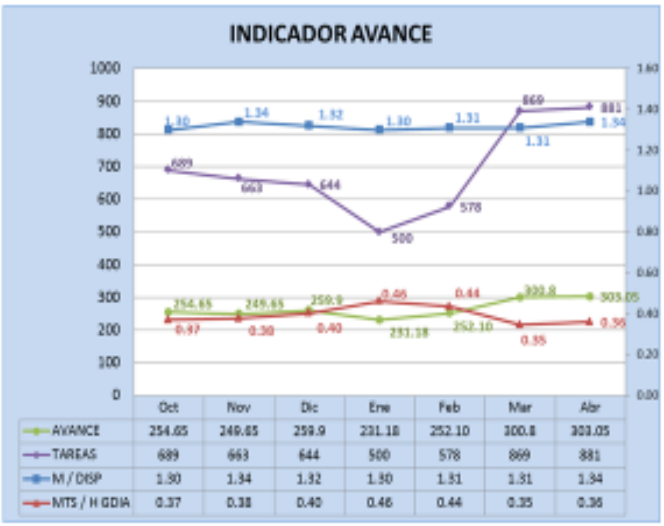
Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

1.3 Índices de Producción



1.4 Índices de Avance

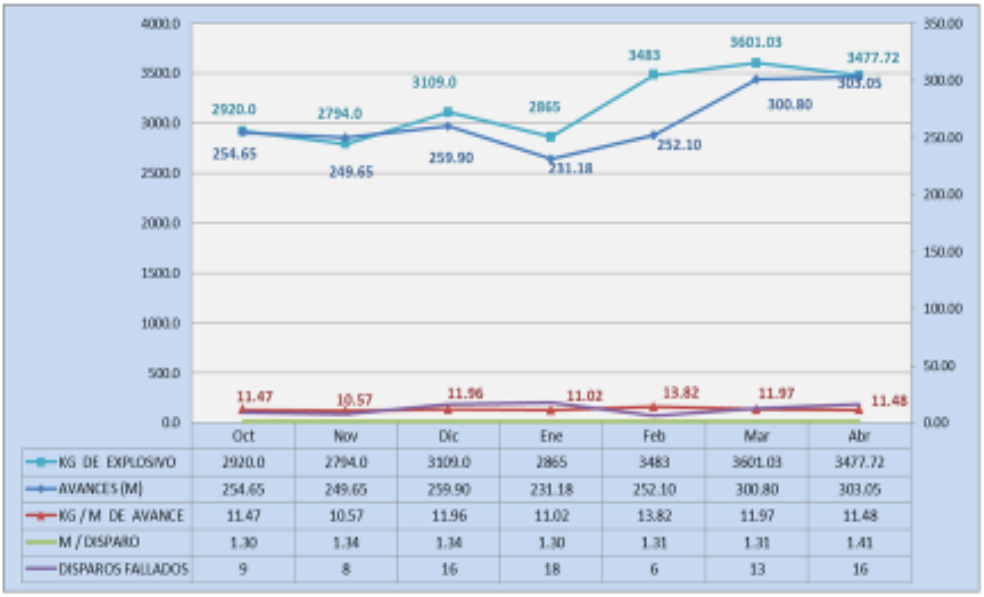
INDICADOR	KPI		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Avance Lineal	m lineal	PROG	235.00	206.00	240.00	255.00	260.00	309	282
		REAL	254.65	249.65	259.90	231.18	252.10	300.8	303.05
		%	108%	121%	108%	91%	97%	97%	108%
Avance por disparo 5'	m/disp	PROG	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
		REAL	1.31	1.30	1.31	1.30	1.30	1.31	1.33
		%	97%	96%	97%	96%	96%	97%	99%
Avance por disparo 6'	m/disp	PROG	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
		REAL	1.51	1.49	1.51	1.52	1.51	1.50	1.52
		%	97%	96%	97%	98%	97%	97%	98%
Avance por disparo 8'	m/disp	PROG			2.11	2.11	2.11	2.11	
		REAL			2.09	2.07	2.15	2.13	
		%			99%	98%	102%	101%	



Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

1.5 Índices de Avance

INDICADOR	KPI		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Factor de voladura Lineal	Kg/m3	PROG	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
		REAL	2.02	1.94	3.41	1.95	1.85	1.94	1.97
		%	90%	86%	152%	87%	82%	86%	88%



	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
KG DE EXPLOSIVO	2920.0	2794.0	3109.0	2865	3483	3601.03	3477.72
AVANCES (M)	254.65	249.65	259.90	231.18	252.10	300.80	303.05
KG / M DE AVANCE	11.47	10.57	11.96	11.02	13.82	11.97	11.48
M / DISPARO	1.30	1.34	1.34	1.30	1.31	1.31	1.41
DISPAROS FALLADOS	9	8	16	18	6	13	16

1.6 Índices de Gestión

1. Mejoras en el proceso

- Instalación de una cancha de madera en la Est-10370-1N.
- Se mejoro el acceso a la cancha de madera del Nv. 2570 quedando concluida.
- Instalación de un winche en el S/N – 2588 –N con la CHI -10464-2N.
- Se traslado el Scoop-W 29 al NV. 2570 CC-1 y CC-2.
- Instalación de un winche eléctrico en la CHI-10090-6N
- Se continua con el entrenamiento insitu por parte del capacitador en las labores para el personal nuevo y personal con deficiencias.

2. Limitantes

- Ventilador para la GI-10136-N se instalo el día del 23-04-16 labor paralizada.
- Demora el relleno Hidráulico en los tajos mecanizado cautivo
- Mucha rotación de personal lo cual genera deficiencias en operación.
- Scoop W-29 con problema del cables Eléctricos que pasa inducción.
- Labor en espera de Aliva Schocreteras

3. Objetivos Mensuales

- Cumplir el programa mensual en avance lineal y rotura.
- Entrenar y capacitar a personal nuevo para mejorar nuestros disparos.
- Mejorar el seguimiento en las tareas encomendadas en las labores.
- Control insitu del ancho de veta con respecto al ancho de minado para controlar la dilución de los tajos.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Comité de Gestión Mina

2. Costos y Productividad

Abril del 2016

13

2.1 Índices de Gestión

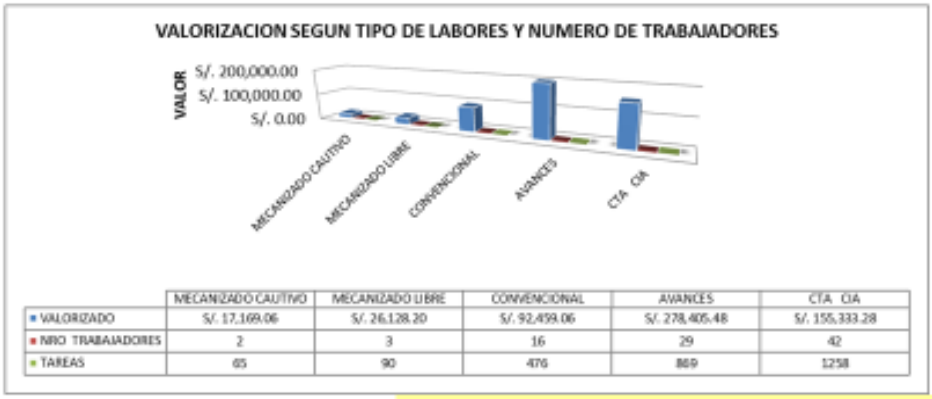
VALORIZACIONES							
DESCRIPCION		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
Operacional							
	1.1.- Trabajos Mineros	198762.63	184679.32	175500.85	164897.18	206192.62	221346.68
	1.2.- Trabajos de Madera	157073.50	203590.50	144558.42	172128.79	158259.71	185167.03
	1.3.- Servicios Adicionales (CIA)	110945.01	110341.52	145663.95	134732.18	153778.93	155333.28
		466781.14	498611.34	465723.22	471758.15	518231.26	561846.99
Otras Valorizaciones		184927.91	186636.14	189014.44	199162.90	212652.28	209832.56
	Reintegros	4552.90	0.00	0.00	72720.69	0.00	0.00
	Descuentos	-1297.3	-202.3	-1495.8	-1670.6	-4309.29	-7077.9
Total de Valorizaciones (Operac. + Otras val.)		654064.65	685045.1761	653241.86	741971.20	726574.25	764601.65

INDICADOR	KPI		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
PLANILLA	SOLES	Prog	530521.37	554886.59	529125.90	600996.68	588525.15	619327.33
		Real	384767.45	424426.63	425261.71	486005.19	515713.74	559327.81
		%	137.88%	130.74%	124.42%	123.66%	114.12%	110.73%
PLLA/VALORIZ.	%	Prog	81%	81%	81%	81%	81%	81%
		Real	58.75%	61.96%	65.10%	65.50%	70.98%	73.15%
		%	137.88%	130.74%	124.42%	123.66%	114.12%	110.73%

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

2.2 Índices de Gestión

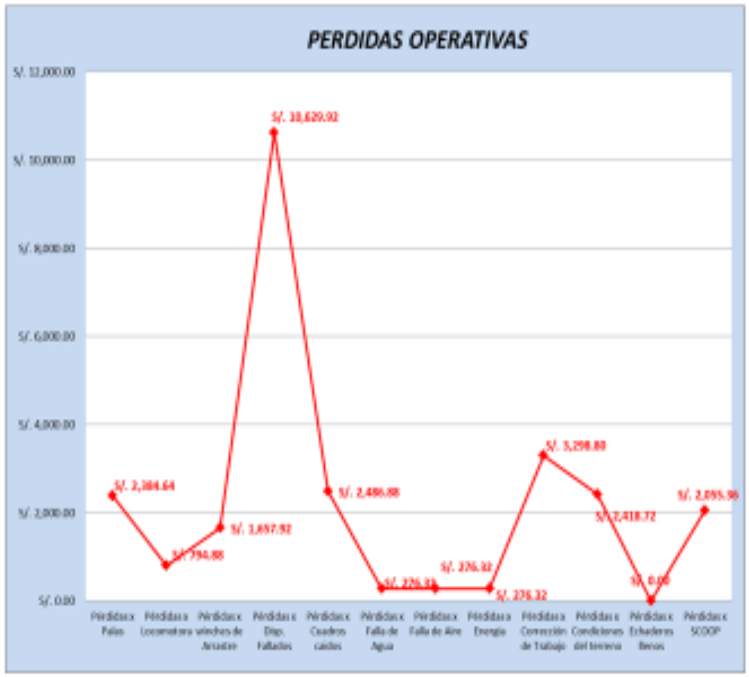
	mar-16		
LABORES	VALORIZADO	NRO TRABAJADORES	TAREAS
MECANIZADO CAUTIVO	S/. 17,169.06	2	65
MECANIZADO LIBRE	S/. 26,128.20	3	90
CONVENCIONAL	S/. 92,459.06	16	476
AVANCES	S/. 278,405.48	29	869
CTA CIA	S/. 155,333.28	42	1258
TOTAL	S/. 569,495.08	92	2758



	MECANIZADO CAUTIVO	MECANIZADO LIBRE	CONVENCIONAL	AVANCES	CTA CIA
VALORIZADO	S/. 17,169.06	S/. 26,128.20	S/. 92,459.06	S/. 278,405.48	S/. 155,333.28
NRO TRABAJADORES	2	3	16	29	42
TAREAS	65	90	476	869	1258

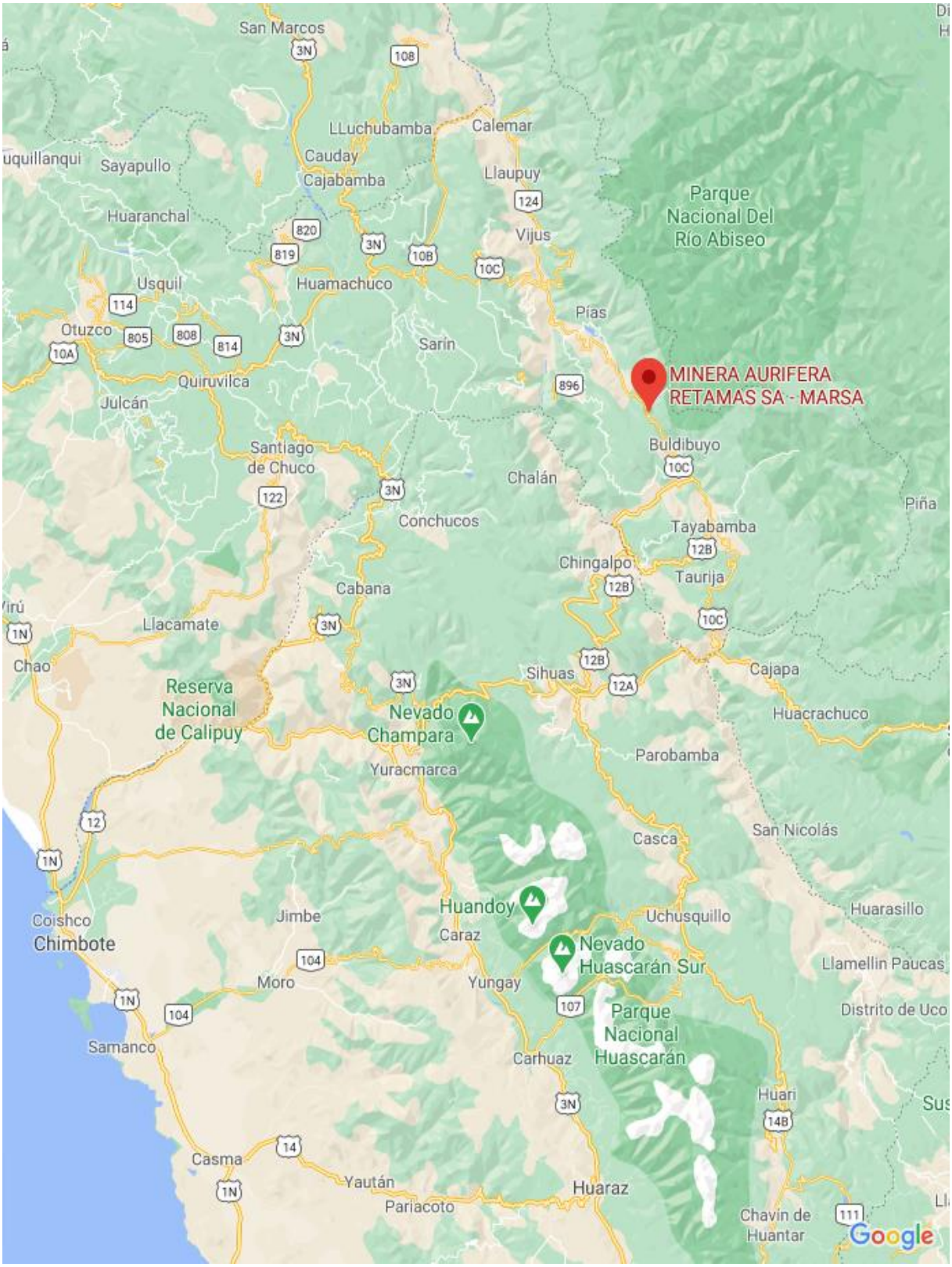
2.3 Índices de Gestión

Pérdidas por Procesos



Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Anexo 2 Mapa de ubicación geográfica de la Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA)



Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Anexo 3 Análisis de costos para el scoop trams eléctrico

a1) Costo del equipo por hora (C1):

C1 = C1a + C1b

Donde:

C1a = Costo de posesión

C1b = Costo de operación

A continuación, se detalla el procedimiento para determinar el valor de C1

Datos de costos para scoop trams eléctrico de la empresa MARSA

- Precio de un scoop trams eléctrico transportado hasta la mina: US$ 8700

Precio de venta del scoop trams eléctrico que cotiza el proveedor.

- Vida útil del scoop trams eléctrico: 15 000 horas = 10 años

Parámetro del tiempo de vida útil que indica el fabricante en el catálogo de especificaciones para el scoop trams eléctrico.

- Tasa de interés por financiamiento bancario: 18%

Tasa de interés establecida por los bancos comerciales cuando las entidades bancarias financian la compra del vehículo y la empresa se compromete a pagar al banco según acuerdo pactado.

- Horas de trabajo estimadas durante un año: 1500

Corresponde al tiempo de vida útil del vehículo expresado en horas dividido entre el número de años, según lo indicado por el fabricante.

- Costo unitario de energía eléctrica: 0,075 ($/kw-h)

Costo estimado en producir energía eléctrica en la misma labor a través de unidades generadoras de energía eléctrica.

- Costo de lubricantes que utiliza la maquina:

Aceite especial para vehículos de carga: 1,8 ($/lt). Consumo: 2,1 (lt/mes)

El aceite especial para vehículos de carga es un lubricante de alta viscosidad que soporta elevadas temperaturas; su precio es el que se encuentra en el mercado, y el consumo del vehículo está indicado en el catálogo del fabricante.

Grasa especial para vehículos de carga: 2,6 ($/kg). Consumo: 1 (kg/mes)

La grasa especial para vehículos de carga son grasas lubricantes, que se encuentran a dicho precio en el mercado, y el consumo está indicado en el catálogo del fabricante.

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

- Costo del personal que opera el scoop trams: 2,8 ($/h)
- Costo del ayudante: 2,1 ($/h)
- Costo en personal de supervisión: 5,0 ($/h)

El costo del operario del scoop trams eléctrico, su ayudante y del supervisor, corresponde al tarifario de pagos de la empresa MARSA.

- Precio de cuchara para scoop trams eléctrico: US$ 2100. Vida útil: 5000 h
- Precio del labio (uña): US$ 210. Vida útil: 1000 h
- Precio de la pasteca (polea): US$ 380. Vida útil: 5000 h
- Precio de cable de acero de media pulgada de diámetro: 6,5 ($/m). Vida útil: 500 h
- Precio del tablero de mando electrónico: US$ 95. Vida útil: 1500 h

Los precios de la cuchara, del labio (uña), de la pasteca (polea), del cable de acero de media pulgada de diámetro y del tablero de mando electrónico como piezas de repuesto para el scoop trams eléctrico lo cotiza el proveedor del vehículo de bajo perfil, y la vida útil de las mencionadas piezas, están indicadas por el fabricante en el catálogo de repuestos, así como todas sus características técnicas y parámetros de uso.

Cálculos

Se realizan los cálculos del costo de posesión y de operación

- Costo de posesión (C1a):

C1a= CDEP + CFIN + CREP + CMOS + CMON

Donde:

CDEP = Costo de depreciación

CFIN = Costo financiero

CREP = Costo de repuestos

CMOA = Costo de mano de obra de apoyo

CMON = Costo de montaje

Cálculo del costo de depreciación:

CDEP = (Precio del scoop trams eléctrico) / (Vida útil) = 8700/15000

CDEP = 0,58 ($/h)

Cálculo del costo financiero:

CFIN=Factor inversión media año*Interés* (Precio scoop trams/h por año)

CFIN = [(n+1)/2n] * 0,18 * (8700/1500), donde n=10 años (vida útil)

CFIN = 0,5742 ($/h)

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Cálculo del costo de repuestos:

CREP = 10% del CDEP

CREP = 0,10 * 0,58

CREP = 0,058 ($/h)

Cálculo del costo de mano de obra de apoyo:

CMOA = 20% del CDEP

CMOA = 0,20 * 0,58

CMOA = 0,116 ($/h)

Cálculo del costo de montaje:

CMON = 20% del CDEP

CMON = 0,20 * 0,58

CMON = 0,116 ($/h)

Determinando el costo de posesión se tiene lo siguiente:

C1a = (0,58 + 0,5742 + 0,058 + 0,116 + 0,116) ($/h)

C1a = Costo de posesión = 1,444 ($/h)

-Costo de operación (C1b)

C1b = CENE + CLUB + COPE + CAYU +CSUP + CSUM

Donde:

CENE = Costo de energía

CLUB = Costo de lubricantes

COPE = Costo del operario que conduce scoop trams

CAYU = Costo del ayudante de operario

CSUP = Costo del supervisor

CSUM = Costo de suministros

Cálculo del costo de energía:

CENE = (Potencia/factor) * (costo unitario de energía eléctrica)

CENE = [(10 HP* 0,7457 (kw/HP))/0,85]*[0,075 $/(kw/h)]

CENE = 0,658 ($/h)

Cálculo del costo de lubricantes:

CLUB = Costo del aceite + Costo de la grasa

Costo del aceite = (Consumo)* (Precio unitario) * (Factor de tiempo)

Costo del aceite = (2 lt/mes) * (1,8 $/lt) * (1 mes/208 h)

Costo del aceite = 0,0173 ($/h)

Costo de la grasa = (Consumo) * (Precio unitario) * (Factor de tiempo)

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Costo de la grasa = (1,0 kg/mes) * (2,6 $/kg) * (1 mes/208 h)

Costo de la grasa = 0,0125 ($/h)

CLUB = (0,0173 + 0,0125) $/h

CLUB = 0,0298 ($/h)

Cálculo del costo del operario que conduce scoop trams:

COPE = 2,8 ($/h)

Cálculo del costo del ayudante de operario:

CAYU = 2,1 ($/h)

Costo del supervisor:

CSUP = (Costo por hora de supervisión) / (Número de máquinas)

CSUP = (5 $/h) / 15 maquinas

CSUP = 0,3334 ($/h)

Costo de suministros:

CSUM = Costo de: (cuchara + labio + pasteca + cable + tablero)

Costo de cuchara = (Precio de cuchara) / (vida útil) = 2100 ($) / 5000 (h)

Costo de cuchara = 0,42 ($/h)

Costo del labio = (Precio del labio) / (Vida útil) = 210 ($) / 1000 (h)

Costo del labio = 0,21 ($/h)

Costo de pasteca = (Precio de pasteca) / (Vida útil) = 380 ($) / 5000 (h)

Costo de pasteca = 0,076 ($/h)

Costo del cable de acero = (Precio unitario) * (Consumo)

Costo del cable de acero = (6,5 $/m) * (100 m/1000 h)

Costo del cable de acero = 0,65 ($/h)

Costo del tablero de mando = (Precio de tablero) / (Vida útil)

Costo del tablero de mando = 95 ($) / 1500 (h)

Costo del tablero de mando = 0,0633 ($/h)

Luego el costo de suministros será el siguiente:

CSUM = (0,42 + 0,21 +0,076 + 0,65 + 0,0633) $/h

CSUM = 1,4193 ($/h)

Determinando el costo de operación se tiene lo siguiente:

C1b = (0,658 + 0,0298 + 2,8 + 2,1 + 0,3334 + 1,4193) ($/h)

C1b = Costo de operación = 7,341 ($/h)

Totalizando el costo del equipo por hora (C1):

C1 = C1a + C1b

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

C1 = (1,444 + 7,341) $/h

C1 = 8,785 ($/h)

a2) Costo del equipo por guardia (C2):

C2 = [(C1a+COPE+CAYU+CSUP)*HE] + [CENE+CLUB+CSUM)*HG]

Donde: HE = Horas equivalentes de un turno = 8 h

HG = Horas de guardia = 4 h 30 minutos = 4,5 h

Reemplazando valores se tiene lo siguiente:

C2 = [(1,444+2,8+2,1+0,3334)*8] + [(0,658+0,0298+1,4193)*4,5]

C2 = 62,901 ($/h)

a3) Costo equivalente por hora del equipo en turno de 8 horas (C3):

C3 = C2/8h

C3 = 7.86 ($/h)

a4) Costo de los equipos de repuesto por hora (C4):

C4 = (Costo de posesión) / 3 = 1,444/3

C4 = 0,4813 ($/h)

a5) Costo de acarreo (C5):

C5 = C3 + C4

C5 = (7,86 + 0,4813) $/h

C5 = 8,341 ($/h)

a6) Costo por TM acarreada (C6):

C6 = (C5)/(P6)

Donde C5 = 8,341 ($/h) y los valores de (P6) se presentan en la tabla N° 33

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Anexo 4 Análisis de costos para el scoop trams diésel

b1) Costo del equipo por hora (C7):

C7 = C7a + C7b

Donde:

C7a = Costo de posesión

C7b = Costo de operación

A continuación, se detalla los cálculos realizados para determinar el valor del costo del equipo por hora (C7).

Datos de costos para scoop trams diésel de la empresa MARSA

- Precio de un scoop trams diésel transportado hasta la mina: US$ 12500
- Vida útil del scoop trams diésel: 15000 horas = 10 años
- Tasa de interés por financiamiento bancario: 18%
- Horas de trabajo estimadas durante un año: 1800
- Costo unitario de combustible: 5 ($/galón)
- Costo de lubricantes que utiliza la maquina:

  Aceite especial para vehículos de carga: 1,8 ($/lt). Consumo: 2,5 (lt/mes)

  Grasa especial para vehículos de carga: 2,6 ($/kg). Consumo: 1,3 (kg/mes)
- Costo del personal que opera el scoop trams: 2,8 ($/h)
- Costo del ayudante: 2,1 ($/h)
- Costo en personal de supervisión: 5,0 ($/h)
- Precio de cuchara para scoop trams diésel: US$ 2500. Vida útil: 5000 h
- Precio del labio (uña): US$ 250. Vida útil: 1000 h
- Precio del tablero de mando electrónico: US$ 180. Vida útil: 1500 h

Cálculos

A continuación, se realizan los cálculos para determinar el costo de posesión y de operación:

- Costo de posesión (C7a):

C7a= CDEP + CFIN + CREP + CMOA + CMON

Donde:

CDEP = Costo de depreciación

CFIN = Costo financiero

CREP = Costo de repuestos

CMOA = Costo de mano de obra de apoyo

CMON = Costo de montaje

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Cálculo del costo de depreciación:

CDEP = (Precio scoop trams diésel) / (Vida útil) = 12500/15000

CDEP = 0,833 ($/h)

Cálculo del costo financiero:

CFIN=Factor inversión media año*Interés* (Precio scoop trams/h por año)

CFIN = [(n+1)/2n] * 0,18 * (12500/1800), donde n=10 años (vida útil)

CFIN = 0,6875 ($/h)

Cálculo del costo de repuestos:

CREP = 10% del CDEP

CREP = 0,10 * 0,833

CREP = 0,0833 ($/h)

Cálculo del costo de mano de obra de apoyo:

CMOA = 20% del CDEP

CMOA = 0,20 * 0,833

CMOA = 0,1666 ($/h)

Cálculo del costo de montaje:

CMON = 20% del CDEP

CMON = 0,20 * 0,833

CMON = 0,1666 ($/h)

Determinando el costo de posesión se tiene lo siguiente:

C7a = (0,833 + 0,6875 + 0,0833 + 0,1666 + 0,1666) ($/h)

C7a = Costo de posesión = 1,937 ($/h)

-Costo de operación (C7b)

C7b = CENE + CLUB + COPE + CAYU +CSUP + CSUM

Donde:

CENE = Costo de energía

CLUB = Costo de lubricantes

COPE = Costo del operario que conduce scoop trams

CAYU = Costo del ayudante de operario

CSUP = Costo del supervisor

CSUM = Costo de suministros

Cálculo del costo de energía:

CENE = (Costo unitario de combustible) * (Consumo)

CENE = 3.33 ($/gal) * 0,75 (gal/h)

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

CENE = 2,498 ($/h)

Cálculo del costo de lubricantes:

CLUB = Costo del aceite + Costo de la grasa

Costo del aceite = (Consumo)* (Precio unitario) * (Factor de tiempo)

Costo del aceite = (2,5 lt/mes) * (1,8 $/lt) * (1 mes/208 h)

Costo del aceite = 0,0216 ($/h)

Costo de la grasa = (Consumo) * (Precio unitario) * (Factor de tiempo)

Costo de la grasa = (1,3 kg/mes) * (2,6 $/kg) * (1 mes/208 h)

Costo de la grasa = 0,0163 ($/h)

CLUB = (0,0216 + 0,0163) $/h

CLUB = 0,0379 ($/h)

Cálculo del costo del operario de scoop trams:

COPE = 2,8 ($/h)

Cálculo del costo del ayudante:

CAYU = 2,1 ($/h)

Costo del supervisor:

CSUP = (Costo por hora de supervisión) / (Número de máquinas)

CSUP = (5 $/h) / 15 maquinas

CSUP = 0,3334 ($/h)

Costo de suministros:

CSUM = Costo de: (cuchara + labio + tablero)

Costo de cuchara = (Precio de cuchara) / (vida útil) = 2500 ($) / 5000 (h)

Costo de cuchara = 0,5 ($/h)

Costo del labio = (Precio del labio) / (Vida útil) = 250 ($) / 1000 (h)

Costo del labio = 0,25 ($/h)

Costo del tablero de mando = (Precio de tablero) / (Vida útil)

Costo del tablero de mando = 180 ($) / 1500 (h)

Costo del tablero de mando = 0,12 ($/h)

Luego el costo de suministros será el siguiente:

CSUM = (0,50 + 0,25 + 0,12) $/h

CSUM = 0,87 ($/h)

Determinando el costo de operación se tiene lo siguiente:

C1b = (2,498 + 0,0379 + 2,8 + 2,1 + 0,3334 + 0.87) ($/h)

C7b = Costo de operación = 8,6393 ($/h)

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú

Totalizando el costo del equipo por hora (C7):

C7 = C7a + C7b

C7 = (1,937 + 8,639) $/h

C7 = 10,576 ($/h)

b2) Costo del equipo por guardia (C8):

C8 = [(C7a+COPE+CAYU+CSUP)*HE] + [CENE+CLUB+CSUM)*HG]

Donde: HE = Horas equivalentes de un turno = 8 h

HG = Horas de guardia = 4 h 30 minutos = 4,5 h

Reemplazando valores se tiene lo siguiente:

C8 = [(1,937+2,8+2,1+0,3334)*8] + [(2,498+0,0379+0.87)*4,5]

C8 = 68,753 ($/h)

b3) Costo equivalente por hora del equipo en turno de 8 horas (C9):

C9 = C8/8h

C9 = 8.6 ($/h)

b4) Costo de los equipos de repuesto por hora (C10):

C10 = (Costo de posesión) / 3 = 1,937/3

C10 = 0,6456 ($/h)

b5) Costo de acarreo (C11):

C11 = C9 + C10

C11 = (8,6 + 0,6456) $/h

C11 = 9,2456 ($/h)

b6) Costo por TM acarreada (C12):

C12 = (C11) / (P6)

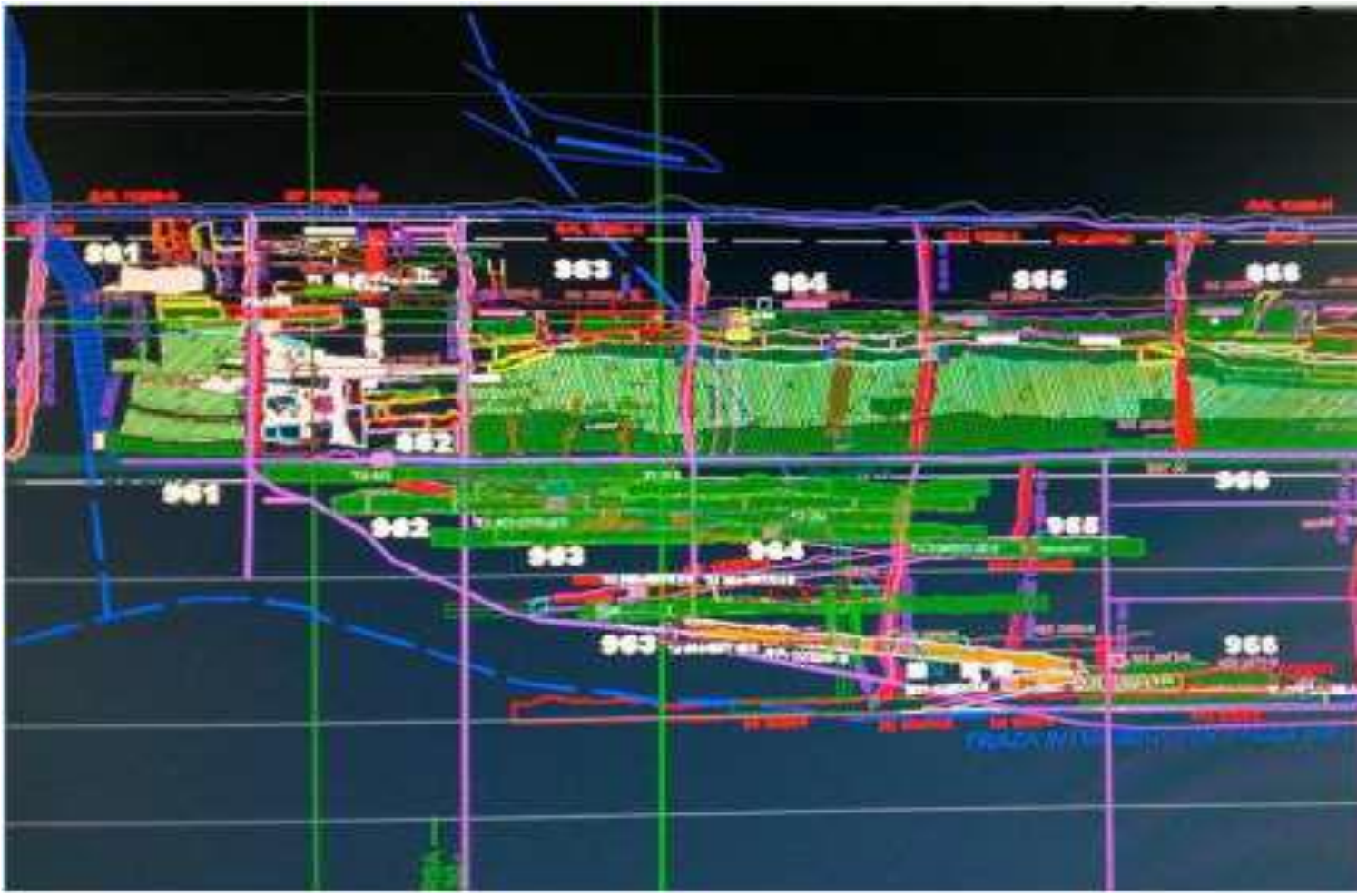
Donde:

(C11) = 9,2456 ($/h)

Los valores de (P6) se presentan en la tabla N° 33 correspondiente a la productividad equivalente por hora (TM/h) para turno de 8 horas con scoop trams diésel en función a distancias recorridas y grado de fragmentación del material rocoso.

Anexo 5 Vista de corte de la veta Valeria, que contiene a las secciones Valeria I y Valeria II

Repositorio Institucional - UNAMBA Perú



Repositorio Institucional - UNAMBA Perú