





**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,  
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO  
INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI.  
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

**1. Datos del Autor:**

Apellidos y Nombres: **LEIVA CASTILLO DANICA CRISTINA**

Código de alumno: 102.0802.384

Teléfono: 914768345

Correo electrónico: **danicaleivacastillo@gmail.com**

DNI o Extranjería: 48462365

**2. Modalidad de trabajo de investigación:**

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

**3. Título profesional o grado académico:**

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

**4. Título del trabajo de investigación:**

**“IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DISPATCH: CONTROL DE EQUIPOS DE CARGUIO Y ACARREO EN MINERIA A CIELO ABIERTO PARA OPTIMIZAR COSTOS OPERATIVOS EN LA COMPAÑÍA MINERA SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A. MINA 5 – MARCONA -PERU”**

Facultad de: **Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia**

**6. Escuela, Carrera o Programa: Ingeniería de Minas**

**7. Asesor:**

Apellidos y Nombres: M.Sc. Ing. **Ruiz Castro Arnaldo Alejandro**

Teléfono: 942143587

Correo electrónico: **arnaldoruizc@gmail.com**

D.N.I: 31672592

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I

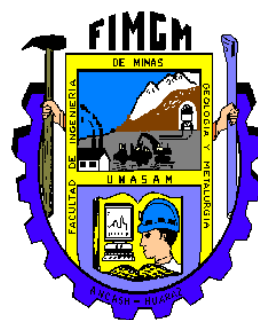
48462365

Fecha: 20 / 08 / 20





**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"**



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y METALURGIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

**TESIS**

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DISPATCH:  
CONTROL DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO EN  
MINERÍA A CIELO ABIERTO PARA OPTIMIZAR COSTOS  
OPERATIVOS EN LA COMPAÑÍA MINERA SHOUGANG  
HIERRO PERÚ S.A.A- MINA 5 -MARCONA-PERÚ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**Presentado por:**

**Bach. LEIVA CASTILLO, Dánica Cristina**

**Asesor:**

**MSc. Ing. RUIZ CASTRO, Arnaldo Alejandro**

**HUARAZ - PERÚ**

**2019**



## DEDICATORIA

A DIOS; en primer lugar, por la fortaleza y amor incondicional en cada momento, cada lucha ganada y aprendizaje se lo debo a Él. A MI MADRE; por apoyarme en cada decisión, el sacrificio y perseverancia dedicada por sus hijos. A MI HERMANO Y MI PADRE; por el cariño y compañía. Y al ING. MARIO JOEL, AVILES TORRES; amigo y maestro que hizo posible el fortalecimiento y crecimiento profesional y en valores.

Dánica Leiva Castillo

## RESUMEN

La Compañía Minera Shougang Hierro Perú S.A.A. Explota, procesa y comercializa el mineral del hierro, desde sus yacimientos ubicados en la costa sur del Perú a aproximadamente 530 kilómetros de la ciudad de Lima, en el distrito de Marcona, provincia de Nazca en la Región Ica.

Se han tomado parámetros y factores conservadores de manera que los resultados de esta evaluación representen lo más confiable en cuanto a cantidades y contenido. En toda operación minera la parte del transporte del mineral y del desmote hacia la planta de procesamiento y botadero respectivamente es crítica, ya que durante los años que dure el proyecto estas distancias (a planta y botadero) van a variar muy fuertemente. La correcta planificación de las etapas de minado, garantizará que los objetivos se cumplan a lo largo de toda la vida de la mina.

En el control de Costos del Área de Operaciones Mina de cualquier Empresa Minera para las Maquinarias que se encuentran a cargo del área, está basado en las Horas Efectivas, debido a que se realiza una Liquidación o una Valorización en dólares por hora efectiva (\$/Hora Efectiva); es éste el motivo por el cual se debe y es necesario Evaluar e Implementar un Sistema de Control de Equipo a Tajo o Cielo Abierto (DISPATCH).

**PALABRAS CLAVE:** Sistema Dispatch, Equipos de carguío y acarreo, Optimización, Costos Operativos.

## ABSTRACT

The Shougang Hierro Peru Mining Company S.A.A. It exploits, processes and markets the iron ore, from its deposits located on the south coast of Peru approximate 530 kilometers from the city of Lima, in the district of Marcona, province of nasca in the Ica Region.

Conservative parameters and factors have been taken so that the results of this evaluation represent the most reliable in terms of quantities and content. In any mining operation the part of the transport of the ore and the waste to the processing plant and dump respectively is critical, since during the years that the project lasts these distances (to plant and dump) will vary very strongly. Proper planning of mining stages will ensure that the objectives are met throughout the life of the mine.

In the Control of Costs of the Mine Operations Area of any Mining Company for the Machines that are in charge of the area, it is based on the Effective Hours, due to a Liquidation or a recovery in dollars for effective hour ( $\$/\text{Effective Hour}$ ); this is the reason why it is necessary to evaluate and implement an open-pit or open-pit equipment control system (DISPATCH).

**KEY WORDS:** Dispatch System, freight and hauling equipment, Optimization, Operating Costs.

## INTRODUCCION

En el Capítulo I, hemos realizado la Introducción de la Tesis, enfocándonos en los aspectos generales de la Mina 5 de la Compañía Minera Shougang Hierro Perú, que son de interés y que debemos de conocer para poder entender algunos cálculos mineros, teniendo como referencia aspectos generales de la mina.

En el Capítulo II, hemos realizado el bosquejo Teórico, importante también para el entendimiento de términos mineros utilizados durante la elaboración del proyecto de investigación y/o tesis.

En el Capítulo III, hemos realizado el estudio del análisis del Sistema Dispatch en la Mina 5 de la Compañía Minera Shougang Hierro Perú y la influencia en los equipos de Carguío y Acarreo.

En el Capítulo IV, nos enfocamos en la Planificación y Análisis de los equipos de Carguío y Acarreo.

En el Capítulo V, veremos el estudio de Costos operativos en el análisis de la Implementación del Sistema Dispatch para los equipos de Carguío y Acarreo, con la finalidad de obtener todos los resultados que nos sean favorables para la investigación

En el Capítulo VI, netamente nos centramos en la Metodología utilizada para la elaboración del proyecto de investigación/tesis.

En el Capítulo VII, nos enfocamos básicamente en todos los Resultados Obtenidos y el análisis de los mismos, en base a ello realizamos nuestras Conclusiones y/o Recomendaciones, con la finalidad de poner en marcha todo un Proceso para la Empresa que logre optimizar los procesos de minado al menor Costo.

## INDICE

DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
INTRODUCCIÓN .....	v

## CAPÍTULO I

GENERALIDADES .....	1
1.1. ENTORNO FÍSICO .....	1
1.1.1. Ubicación y Acceso .....	1
1.1.2. Topografía .....	3
1.1.3. Recursos Naturales .....	3
1.1.4. Historia .....	5
1.1.5. Humedad Relativa .....	9
1.1.6. Nubosidad .....	9
1.1.7. Presión Atmosférica .....	10
1.2. ENTORNO GEOLÓGICO .....	10
1.2.1. Geología Regional .....	10
1.2.2. Geología Local .....	12
1.2.3. Geología Estructural .....	14
1.2.3.1. Fallamiento y Estructura .....	14
1.2.3.2. Diaclasamiento .....	16
1.2.4. Geología Económica .....	16
1.2.5. Tipo de yacimiento .....	18
1.2.6. Mineralogía .....	19
1.2.6.1. Rumbo, buzamiento y potencia del cuerpo mineral .....	19



1.2.6.2. Reservas geológicas y minables .....	19
1.2.7. Ley de Cabeza y Cutt Off.....	21
1.2.8. Análisis para la clasificación de Minerales .....	22

## CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN .....	24
2.1. MARCO TEÓRICO .....	24
2.1.1. Antecedentes de la investigación .....	24
2.1.2. Definición de términos .....	26
2.1.3. Fundamentación teórica .....	29
2.1.3.1. Operaciones Mineras .....	29
2.1.3.2. Descripción del Ciclo de Minado .....	30
2.1.3.3. Proceso de Minado .....	43
2.1.3.4. Riesgos Geológicos observados en la Mina 5 .....	44
2.1.3.5. Mapa General y Diseño de Mina .....	49
2.1.3.6. Sistema Dispatch .....	54
2.1.3.7. Equipos de Carguío y Acarreo .....	59

## CAPÍTULO III

ANÁLISIS DEL SISTEMA DISPATCH EN MINERA SHOUGANG HIERRO PERÚ .....	66
3.1. SISTEMA DE DESPACHO. ¿QUÉ ES EL DISPATCH? .....	66
3.2. IMPORTANCIA DEL DISPATCH .....	66
3.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DISPATCH .....	67
3.3.1. Operación básica del sistema .....	67
3.3.2. Algoritmo del sistema Dispatch .....	68
3.3.3. Componentes del sistema .....	69
3.3.4. Elementos adicionales .....	69

3.4. INDICES OPERACIONALES.....	70
3.5. CARGUÍO.....	71
3.5.1. Descripción.....	71
3.5.2. ¿Por qué Dispatch en Carguío? .....	72
3.5.3. Tiempo de Ciclo según Dispatch .....	72
3.6. ACARREO .....	73
3.6.1. Maniobra y Descarga en Chancado.....	74
3.6.2. Situación óptima de Descarga .....	75
3.6.2.1. Tiempo de Ciclo según Dispatch .....	75
3.6.3. Acarreo (Perfiles de Transporte) .....	76
3.6.3.1. Perfiles de Transporte .....	76
3.6.3.2. Tiempos de Viaje según Dispatch .....	77
3.6.3.3. Detenciones Programadas.....	77

#### CAPITULO IV

PLANIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO .....	80
4.1. OPERACIÓN UNITARIA DE CARGUÍO .....	81
4.2. OPERACIÓN UNITARIA DE ACARREO .....	82
4.3. PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE .....	86
4.3.1. Tiempo de ciclo de transporte (Tct) .....	86
4.3.2. Datos obtenidos .....	91

#### CAPÍTULO V

COSTOS OPERATIVOS EN EL ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DISPATCH EN EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO EN MINERÍA A CIELO ABIERTO .....	94
5.1. OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA OPERACIÓN MINERA DE CARGUÍO ....	94

5.1.1. Tipo de optimización .....	95
5.1.2. Descripción de equipos de carguío.....	96
5.1.3. Estimación de costo de carguío .....	98
5.1.4. Identificación de variables a optimizar .....	99
5.2. OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA OPERACIÓN MINERA DE ACARREO .	102
5.2.1. Descripción de los equipos de acarreo .....	102
5.2.2. Estimación de costo de acarreo .....	104
5.2.3. Optimización de costos de transporte.....	105
5.2.4. Tipos de optimización .....	106
5.2.5. Identificación de variables a optimizar .....	106
5.2.6. Importancia económica del ciclo de camiones.....	108
5.3. ANÁLISIS COSTO- BENEFICIO.....	108

## CAPÍTULO VI

METODOLOGÍA .....	110
6.1. EL PROBLEMA .....	110
6.1.1. Descripción de la realidad problemática .....	110
6.1.2. Planteamiento y formulación del problema .....	112
6.1.2.1. Identificación y selección del problema .....	112
6.1.2.2. Formulación interrogativa del problema .....	113
6.1.3. Objetivos .....	113
6.1.3.1. Objetivo general.....	113
6.1.3.2. Objetivos específicos .....	113
6.1.4. Justificación de la investigación.....	114
6.1.4.1. Justificación científica .....	114
6.1.4.2. Justificación social.....	114
6.1.4.3. Justificación metodológica .....	115

6.1.5. Limitaciones .....	115
6.1.6. Alcances de la investigación .....	115
6.2. HIPÓTESIS .....	116
6.2.1. Hipótesis general .....	116
6.2.2. Hipótesis específicas .....	116
6.3. VARIABLES .....	116
6.3.1. Variable independiente .....	116
6.3.2. Variable dependiente .....	116
6.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	117
6.4.1. Tipo de investigación .....	117
6.4.2. Nivel de investigación.....	117
6.4.3. Diseño de investigación .....	117
6.5. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	118
6.5.1. Población.....	118
6.5.2. Muestra.....	118
6.6. TÉCNICAS, INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	118
6.6.1. Técnica de investigación y recolección de datos .....	118
6.6.2. Validación del estudio .....	120
6.6.3. INSTRUMENTOS TÁCTICOS .....	120
6.7. FORMA DE TRATAMIENTO DE LOS DATOS .....	120
6.7.1. Etapa de campo .....	120
6.7.2. Etapa de gabinete .....	121
6.7.3. Levantamiento de datos.....	121
6.7.4. Forma de análisis de las informaciones.....	122

## CAPÍTULO VII

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	123
7.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	123
7.1.1. Costos de carguío y acarreo .....	124
7.1.1.1. Carguío: Palas .....	124
7.1.1.2. Carguío: Cargador Frontal .....	132
7.1.1.3. Acarreo: Camiones .....	137
7.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	143
7.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	147
7.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN (contrastación de hipótesis) .....	149
7.4.1. Comprobación de la hipótesis general .....	149
7.4.2. Comprobación de las hipótesis específicas .....	152
7.5. Aportes de la tesista .....	155
CONCLUSIONES.....	156
RECOMENDACIONES .....	157
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	158
ANEXOS.....	159



## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1. ENTORNO FÍSICO

##### 1.1.1. Ubicación y Acceso

###### Ubicación

El Distrito Minero de Marcona, está localizado a unos 420 Km. al Sur de Lima, en el departamento de Ica, provincia de Nazca, distrito de San Juan de Marcona a 800 m.s.n.m. Unido al Puerto de San Juan por una carretera de 27 Km y a 13 Km en línea recta del Puerto de San Nicolás.<sup>1</sup>

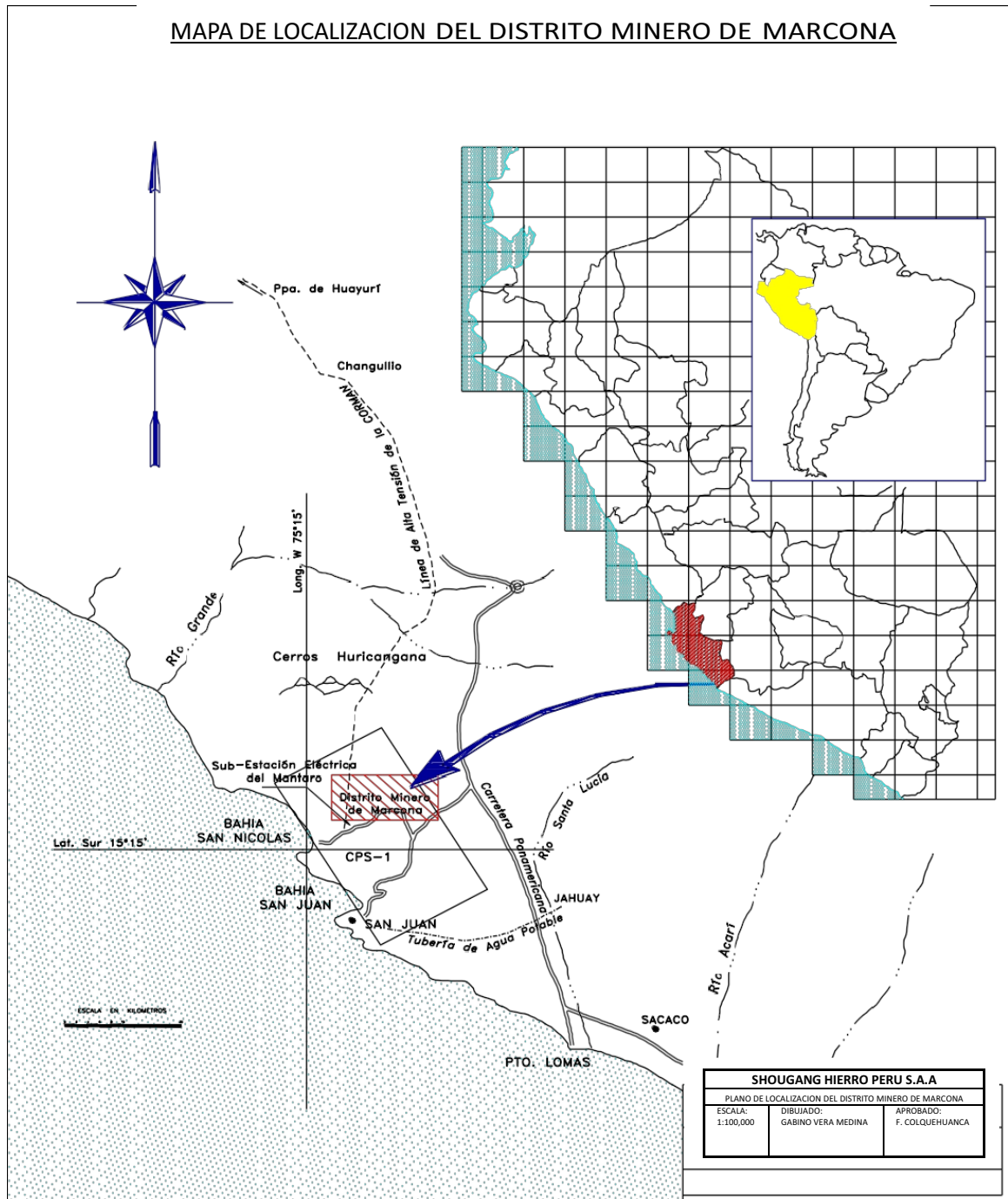
###### Acceso

Mina 5 de la minera Shougang es accesible en automóvil por pista asfaltada desde la ciudad de Nazca, 52 kilómetros en dirección a la antigua Panamericana Sur, y desde el Puerto de San Juan de Marcona, a 29,7 Km.

---

<sup>1</sup> Cía. Minera Shougang, Año: 2018

## MAPA DE LOCALIZACION DEL DISTRITO MINERO DE MARCONA



Fuente: Cía. Minera Shougang  
 Plano N° 01. Ubicación de Unidad Minera Shougang

## 1.1.2.Topografía

### A. Topografía Inicial

Topografía inicial de Mina 05.



Fuente: San Martin

FOTO N° 02. Topografía inicial vista Norte - Sur Mina 5



Fuente: Shougang

FOTO N° 03. Topografía inicial vista Este - Oeste Mina 5

## 1.1.3.Recursos Naturales

Adicionalmente a las reservas de mineral de hierro reconocidas, explotadas y evaluadas en el distrito minero de Marcona, desde el año 1952 hasta el 2001, con 592 562 metros perforados en 10 066 taladros en los cuales 9 471 fueron a

percusión (539 579 metros), y 592 taladros diamantinos (52 982 metros), permitiendo conocer la existencia de un importante potencial minero de la zona.

La presencia de otros minerales metálicos y no metálicos, los cuales requieren de mayores estudios a los ya efectuados, con la finalidad de evaluar y recuperar dichos recursos para diversificar la producción, siendo los principales los siguientes:

- a) **Cobre.** El cobre se encuentra presente como mineral accesorio en estos depósitos de hierro, presentando contenido de interés en las minas 1, 3, 11 y 16 y las anomalías A-16, A-10 y A-13.
- b) **Plomo y Zinc.** Su presencia se conoció desde los indicios de la explotación por la Marcona Mining Company. Concluyéndose que el contenido de Plomo y Zinc se encuentran en la mina 14 y otros depósitos localizados en el sector noreste de la formación Marcona (mina 16, mancha F-6 y anomalía A-36), presentándose principalmente como esfalocita y blenda.
- c) **Cobalto y Níquel.** La presencia de Cobalto y Níquel de este yacimiento de hierro, determino la ejecución de un estudio de factibilidad (1983-1985), de los contenidos metálicos de los actuales depósitos de relaves que se encuentran en las hematitas actinolitas, sulfuros de pirita y chalcopirita.
- d) **No Metálicos** El potencial de recursos no metálicos como calizas, dolomitas, cuarcitas, bentonitas, arenas y gravas es abundante y poco

explorado, además de ofrecer excelentes perspectivas para un mercado de permanente expansión.

- e) **Recursos Renovables.** El puerto de San Juan de Marcona cuenta con escasos recursos renovables, como es el aprovechamiento de la energía eólica. Esta consiste en la impulsión de las aletas de un generador por la fuerza del viento, para su aprovechamiento en forma de energía eléctrica. Debido a que los vientos en esta zona han disminuido considerablemente en los últimos años, este proyecto ha sido desechado por el gobierno y para luego ser puesto en privatización.<sup>2</sup>

#### 1.1.4. Historia

La presencia de fierro cerca de Marcona fue probablemente conocida desde hace siglos. La alfarería de la civilización Nazca (1500-1700 A.C.) es distinta y única dentro de los artefactos peruanos debido a su color rojo de pigmentos de ocre, los cuales provienen probablemente del distrito de Marcona.

1906- El Ingeniero Federico Fuchs notó desviaciones en su compás mientras examinaba un prospecto de cobre cercano.

1914- Federico Fuchs retornó con Roberto Letts para mayor investigación y junto con un natural del lugar don Justo Pastor, quien les describió sobre unas “duras piedras negras” sobre la pampa de Marcona y les guió a los depósitos presumiblemente cerca de las Minas.

---

<sup>2</sup> Cía. Minera Shougang, Año: 2018



1915 - Anunció del descubrimiento y Fuchs eventualmente publicó una descripción de las ocurrencias en un boletín de la Sociedad de Ingenieros del Perú.

1924 - El Gobierno Peruano creó la “Comisión-Siderúrgica Nacional”, para estudiar los recursos del carbón y del hierro del Perú y según sus recomendaciones el Distrito de Marcona fue declarado una Reserva Nacional.

1940- El Gobierno Peruano contrató los servicios de H.A. Brassert

Company of New York, para continuar la exploración y presentar un programa de desarrollo del área. Las investigaciones fueron dirigidas por Lucien Eaton y se concentraron en Mancha A (actual Mina 5), incluyendo 2 000 m. de perforación diamantina.

1942- Construcción de una carretera al Puerto de San Juan.

1943 - La Corporación peruana del Santa fue creada por el Gobierno, con el propósito de establecer una industria nacional del acero con hornos y molinos en Chimbote. Como parte de su capital se les otorgó la concesión de Marcona.

1945- El Denuncio CPS-1 es otorgado a la Corporación peruana del Santa por Resolución Suprema No. 449, del 16 de Julio de 1945.

1951 - El geólogo consultor de la corporación del Santa, Jaime Fernández Concha, dirigió el primer levantamiento geológico regional a escala 1: 50,000 y detalles de áreas locales a escala 1:20 000, reconociendo el potencial del Distrito como uno de los mayores recursos de minerales de fierro en Sub

América.

1952- Al mismo tiempo fue completado un levantamiento aéreo magnético juntamente con aerofotografías a escala 1:32 000. Los trabajos se concentraron principalmente sobre los depósitos E-Grid (Mina 1, 2, 3 y 4).

1953- La Marcona Mining Company, se organizó y preparó el área E- Grid para minería, desarrollo del Puerto de San Juan y facilidades del embarque, y construyó la planta de chancado, campamento y carreteras. La Cypress Minas Corp. se asoció a la Utah en este esfuerzo. El primer embarque de mineral destinado para las “Fairless Works and Tennessee Coal and Iron” fue cargado a principios de mayo.

1955 El Dr. J.J. Hayes, fue nombrado Jefe de Geólogos y el esfuerzo geológico gradualmente se incrementó. El personal de geólogos fue aumentando y el replanteo del distrito se inició a escala de 1:10 000.

1956- Se intensificaron los estudios geofísicos bajo la dirección del Sr.S.P. Gay.

1961- El mapeo geológico regional de un área de 10 x 15 Km. está finalizado. Los estudios se completaron en junio de 1961 obteniéndose así la información final para el “Geological Map of the Marcona Mining District” a escala 1:10,000.

1966- El año 1966 se firmó el último contrato entre la Corporación Peruana Del Santa y la Compañía.

1975- El 25 de Julio de 1975, se constituyó la Empresa Minera del Hierro del Perú S.A. “Hierro Perú”, por mandato del Decreto Ley No. 21 228, que

nacionalizó el Complejo Minero-Metalúrgico de Marcona y ordenó la expropiación de los bienes en el Perú de la Sucursal de Marcona Mining Company.

1993- Inicia sus actividades en el Perú la Empresa China “Shougang Hierro Perú S.A.A.” como resultado del proceso de Privatización.

1996 - Se intensifica la exploración profunda de los principales depósitos, mediante perforaciones diamantinas en Minas 4 y 5.

1997- Se intensifica la exploración cuprífera del sector NE del Distrito Minero de Marcona, mediante la ejecución de trincheras, muestreo superficial y sondajes eléctricos, por Jindi Geológica Exploration.

2000 - Se concretó un “Join Venture” (Alianza estratégica para compartir riesgos de negocios) entre Shougang Hierro Perú S.A.A. y Rio Tinto Mining & Exploration, para la exploración del área denominada “Target 1”. 2001 - Se inicia la exploración por cobre en el área “Target 1” mediante perforaciones diamantinas y de circulación reversa, determinándose reservas geológicas del orden de 210 millones de toneladas con una ley de 0,86% Cu.

2003- Se efectúa una nueva exploración profunda de los principales depósitos, mediante perforaciones diamantinas en Minas 2 y 3, por la Empresa Contratista Remicsa Drilling S.A. (Redrillsa), perforándose un total de 6 424,25 m.

2004 - Shougang Hierro Perú S.A.A. y Rio Tinto Mining & Exploración, concretaron dos transacciones simultáneas de compra y venta entre Chariot Resources Limited y Hierro Shougang, por la adquisición del “Target 1” de 3

970 Has., 100% de propiedad de Shougang, la asignación de la Opción de acuerdo entre Rio Tinto Mining & Exploration y Shougang Hierro Perú S.A.A. en la participación del 57,5% y 42,5% respectivamente, sobre el depósito de cobre encontrado.

2008– Shougang Hierro Perú S.A.A. inicia la expansión de sus proyectos con la exploración de la mancha N-13 y mina 14 con una inversión estimada en 2 000 millones de dólares, actualmente a este proyecto se le denomina Zona Nueva.<sup>3</sup>

#### 1.1.5.Humedad Relativa

En las cercanías del litoral, la humedad relativa (HR) oscila entre 85% y 65%. En el cinturón costero de Nazca, o alejado del litoral, fluctúa entre 40% y 80% para los meses secos y húmedos respectivamente.

#### 1.1.6.Nubosidad

En el litoral costero de San Juan de Marcona la nubosidad promedio cambia de 4/8 a 6/8 hacia zonas más elevadas y tiende a bajar. Los meses más nublados corresponden a época invernal entre junio y septiembre con un promedio de 6/8.

La diferencia en el año varía de 3/8 a 1/8. Entre los meses de diciembre a mayo presentan los valores más altos entre 5/8 y 6/8, es decir un ciclo nuboso.<sup>6</sup>

---

<sup>3</sup> Cía. Minera Shougang, Año: 2018

### 1.1.7.Presión Atmosférica

La presión atmosférica próxima al litoral de San Juan de Marcona (0 m.s.n.m.) alcanza 1 012,7 Mb con un mínimo (febrero) de 1 010,3 Mb en verano y 1 014,5 Mb en invierno (agosto); concluyendo que la oscilación media anual es de 4,2 Mb, es decir, existe estabilidad climática en la zona.<sup>7</sup>

## 1.2.ENTORNO GEOLÓGICO

### 1.2.1.Geología Regional

La región tiene una elevación de 800 m sobre el nivel del mar y es una extensa meseta esculpida, formando una plataforma de erosión marina que está en el terreno de la cadena costanera muy erosionada, hacia el lado Oeste se encuentra como 27 terrazas litorales, producidas por movimientos costaneros en el Terciario Superior y durante el Cuaternario de sollevamientos intermitentes del continente y por posible fallamiento que son las que limitan la zona por el lado del mar; por haber sido región de sedimentación no ofrece mayores irregularidades topográficas, sino que es una penullanura ondulada con colinas de pocos metros de altura y cubierta casi en su totalidad por un encapado aluvial no consolidado de rodados, grava, arenas, restos fósiles recientes, fragmentos pulidos de minerales de fierro como consecuencia de las inundaciones marinas, por lo levantamientos intermitentes y también por la acción eólica, todo lo cual determina que no sea fácil tener los elementos geológicos para hacer el estudio de la región.



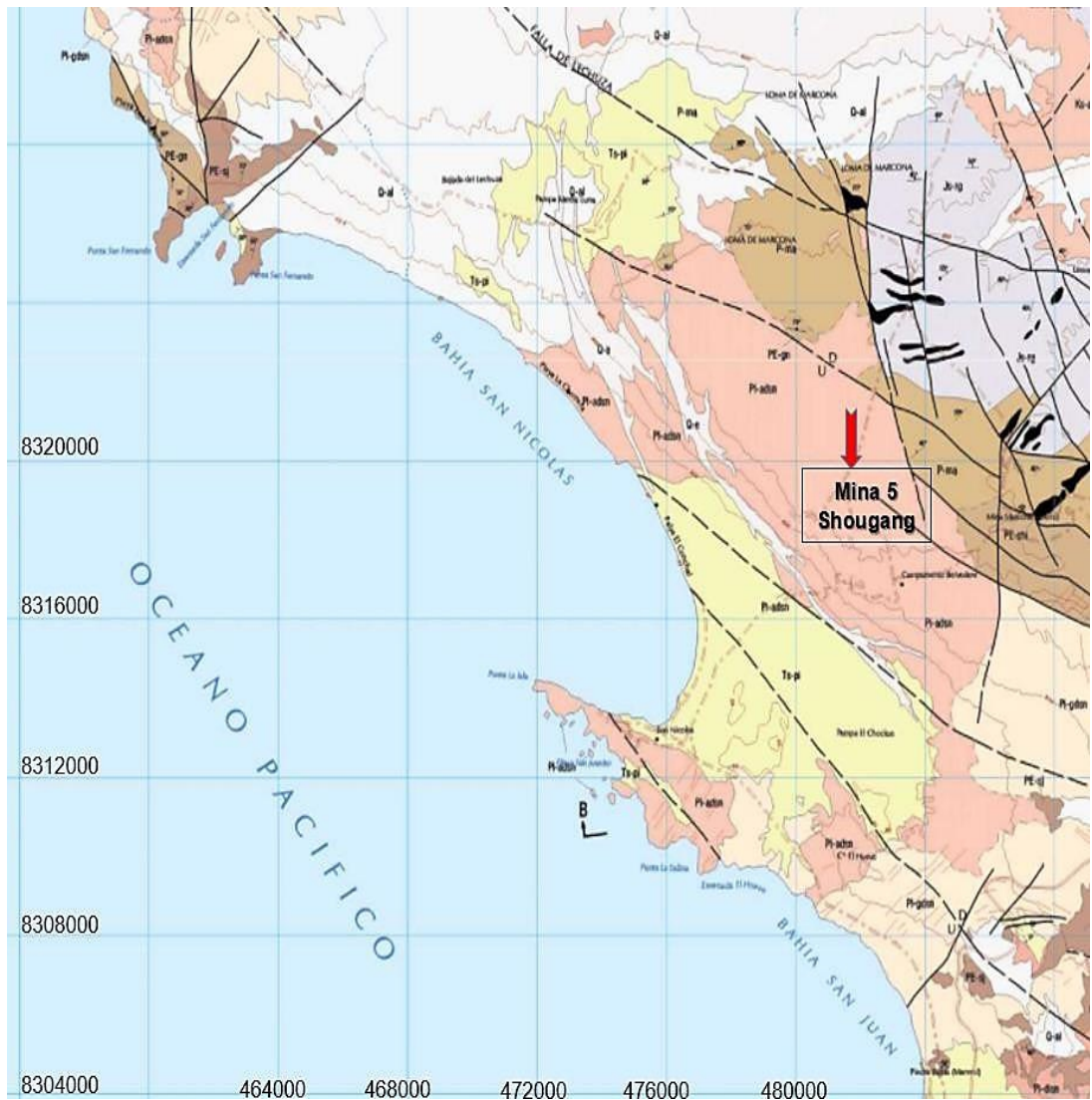
Existen también numerosas rocas intrusivas ya sea como diques, capas o derrames tabulares que cruzan y cortan todas las formaciones, siendo la mayoría de esas rocas post-mineral, aunque también pre-mineral; factor que conjuntamente con el fallamiento producen estructuras a veces complejas, acentuándose esta complejidad por los movimientos orogénicos andinos del Cretácico Superior y Terciario Inferior.

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS		ROCAS INTRUSIVAS	
					PLUTONICAS	HIPABISALES
CENOZOICO	JURASICO	Reciente	Depósitos: aluviales y alóicos	Q-al	Q-e	
		Pleistoceno	Terrazas marinas	Q-bm		
	TERCIARIO	Plioceno	Volcánico Sencca	Ts-vse		
		Mioceno	Formación Pisco	Ts-pl		
MESOZOICO	CRETACEO	Albiano	DISCORD. ANG.			Batolito de la Costa KTI-d/fo
		Aptiano	Formación Copara	Kim-co		Andesita Tunga Ka-al
		Neoceno	DISCORD. ANG.			Kms-vibu Volc. Int. Bella Unión
	JURASICO	Titoniano	Formación Yauca	Ki-ya		
		Oxfordiano	Formación Jahuay	Js-ja		
		Calloviano	Formación Rio Grande	Js-rg		
			DISCORD. ANG.			
	PALEOZ.	Inferior ?	Formación Marcona	P-ma		
DISCORD. ANG.						
PROTEROZOICO	MISISIPIANO	Formación San Juan	PE-sj			
		DISCORD. ANG.				
		Formación Chiquería				
		DISCORD. ANG.				
		Complejo Basal del la Costa	PE-gr PE-gn			

Fuente: Shougang  
Figura N° 04. Columna estratigráfica de mina Shougang

## 1.2.2. Geología Local

La zona pertenece a la llamada Cordillera de la Costa formada por el gran batolito de granodiorita de edad Cretácico Superior que intruyó principalmente a metamórficos precámbricos, meta-sedimentarios marinos, paleozoicos del período carbonífero inferior y meta-volcánicos mesozoico de edad Jurásica, todas las cuales están muy metamorfizadas. A demás, encontramos tufos con sedimentos del cretácico inferior y superior, sedimento terciario muy poco inclinado y no muy consolidados.



Fuente: Shougang

Figura N° 05. Geología de mina Shougang

Existen también numerosas rocas intrusivas ya sea como diques, capas o derrames tabulares que cruzan y cortan todas las formaciones, siendo las mayorías de estas rocas post-mineral, factor que conjuntamente con el fallamiento existente en el área producen estructuras a veces complejas, acentuándose esta complejidad por los movimientos orogénicos andinos del cretácico superior y terciario inferior.

## PETROLOGÍA

La roca caja se encuentra compuesta principalmente por Hornfels Filítico Cuarzoso, Colomítica, Filitas negras y Hornfels Silisificado. Además de tener presencia de andesitas, dioritas, granodioritas dacitas y diques básicos en forma de cuerpos intrusivos.



ANDESITAS

En forma de Sills y Stok de rumbos bien definidos N-S, N-W Y S-E. Son posteriores a la mineralización, petrográficamente son andesitas porfirítica con grandes ferrocristales de plagioclasas de color negruzco grisáceo y ligeramente rosáceo.



DIORITAS

Estas rocas se presentan también en forma de diques de rumbo NW, es una roca de grano fino compuesto por plagioclasas y cuarzo, es post-mineral.



GRANODIORITA

Roca también post-mineral y las más recientes en formas de diques delgados de rumbo NS y NW y SE, textura equigranular fina, conformada por plagioclasas, ortosa y cuarzo, minerales secundarios como clorita, epidotas y actinolitas.



DACITAS

Esta es la roca más abundante en la formación Marcona. Presentándose en forma de diques y capas intrusivas de contacto muy irregulares, roca porfirítica de color rosado verdusco formado por andesina, clinopiroxenos, minerales opacos y algunas veces hornblendas. Su presencia es pre y post-mineral.



DIQUES BÁSICOS

Se encuentran en las tres formaciones que tienen depósitos de mineral, lomas Marcona y cerritos, la pre mineralización es de forma irregular y composición basáltico doleríticos, la post-mineralización son andesíticos- dioríticos y de forma regular.

### 1.2.3.Geología Estructural

El conjunto estratigráfico en la mina se encuentra determinado por una estructura monoclinial, de rumbo Suroeste y Noreste con buzamiento que oscila entre 35° y 65° al Noreste; a una escala regional, los sedimentos tienen un rumbo hacia el noroeste e inclinaciones al noreste formando a un anticlinal actualmente erosionado. Es probable que ésta uniforme secuencia sea los restos o flanco de ese plegamiento más complicado. En este panorama geológico es que yacen los cuerpos de mineral, pero esta simple estructura se ve en la realidad bastante compleja por los fallamientos e intrusiones, participando también los movimientos periódicos tectónicos.


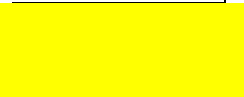

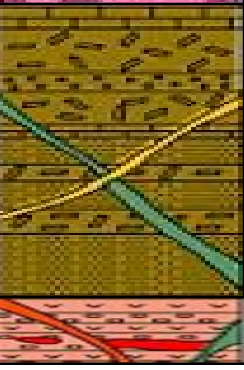
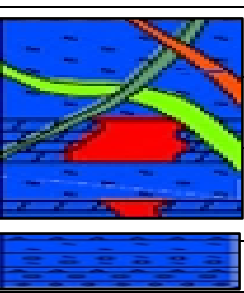





#### 1.2.3.1.Fallamiento y Estructura

Se ha determinado tres sistemas principales de fallamientos que se han producidos en periodos diferentes, estos son:

Fallas pista: Se produjeron antes y continuamente después de la mineralización, son de tipos normales gravitacionales, su rumbo es N60°E y su buzamiento 60° NE. Estas fallas han dado lugar a plegamientos menores y fuertes fracturamientos en la formación Marcona.

Falla repetición: Son fallas tensionales-compresionales inversas de rumbos paralelos a la estratificación (N45°E) y posterior a la mineralización, estas se aprecian al sur de la mina 5 donde se pone en contacto a la formación Marcona y Cerritos. Su nombre se debe a que ha originado la repetición u omisión de estratos.

Falla La Huaca: También son pos-mineral y las más recientes son paralela a la cordillera de los Andes (N25°E).

COLUMNA GEOLÓGICA GENERALIZADA SECCION DEL DISTRITO MINERO DE MARCONA PUERTO SAN JUAN, PERÚ							
ERA	PERIODO	FORMACION		COLUMNA ESTRATIGRÁFICA	POTENCIA APROX. EN METROS		DESCRIPCIÓN
					MIEMBRO	TOTAL	
CENOZOICO	CUATERNARIO	DISCORDANCIA	Qat		0-30+-		Arena Marina estratificada no consolidada, rodados heterogeneos, cnizas, cavidades rellenas, caliche.
	TERCIARIO	FORMACION PISCO-DISCORDANCIA	Tpt		500+- ?		Arcillas interestratificadas, areniscas de grano fino, arcillas laminadas, bentonita, abundantes cenizas volcanicas, vetillas de yeso.
MESOZOICO	CRETACICO	FORMACION COPARA-DISCONFORMIDAD	Kcf		500+- ?	700+-	SUPERIOR. Miembro los Cerrillos: Areniscas blancas, cuarzos pobremente estratificados.
					200+- ?		INFERIOR. Miembro tierra Blanca: Tufos depositados en agua, lavas, sedimentos volcanicos bien estratificados, areniscas carbonáceas.
	JURASICO SUPERIOR Y MEDIO	FORMACION CERRITOS-DISCONFORMIDAD	Jef		1,000+-	6,000+-	INFERIOR. Miembro Tunga: Potentes flujos rojizos de andesita porfirítica, delgadas calizas fosilíferas, areniscas feldespáticas y conglomerados.
					3,000+-		MEDIO. Miembro Las Tetas. Areniscas feldespáticas arcóscas, tufos, flujos rojizos de andesita porfirítica.
				2,000+-	Abundante Magnetita Diseminada	BASE. Brecha sedimentaria y conglomerado.	
PALEOZOICO	O	FORMACION MARCONA-DISCORDANCIA	Mf		500+-	1,600+-	INFERIOR. Miembro Pampa: Pizarras silicificadas y cornublanitas filíticas.
					E.GRID 500+- MINA7		MEDIO. Miembro San Juan: Capas de dolomita separadas por cornublanitas y arcosa local.
					600+-		INFERIOR. Miembro Justa: Actinolita, cuarcita, cornublanita, cornublanita arcóscas (gneisítica) arcosa.
BASE. Conglomerado de cornublanita (fragmentos PCL).							
PROTEROZOICO	PRECAMBRICO	COMPLEJO LOMAS	PCL- ?		?		Abundante paragneises rosados, meta arcosas de grano grueso, esquistos micáceos, zonas granitizadas. Base del complejo no establecida.
ROCAS DIQUES							
			Diorita		Andesita porfirítica post-mineral		
			Graniodiorita port-mineral		Dacita prey post mineral		

Fuente: Shougang

Figura N° 06. Columna geológica

### 1.2.3.2. Diaclasamiento

Debido a las fuerzas regionales y locales se tiene una gran cantidad de diaclasamiento con un predominante sistema Norte – Sur y buzamiento N (70-80°) E, así como otros sistemas horizontales, verticales y en ángulos variables.

### 1.2.4. Geología Económica

El distrito minero de Marcona posee un total de 117 cuerpos de mineral que están esparcidas en un área aproximada de 10 Km. por 15 Km. formando depósitos mayormente aislados y con longitudes y anchos variables. Estos cuerpos de mineral se encuentran depositados en formaciones sedimentarias del Paleozoico y Jurásico siendo concordantes con los estratos que los encierran, por haber sido formados en un proceso metasomático de las facies favorables, teniendo forma tabular debido al tipo de estructura en que se encuentran. Los cuerpos mineralizados presentan zoneamiento vertical. Durante levantamientos regionales tectónicos, el mineral originalmente compuesto de magnetita con diseminaciones de sulfuros ha estado sometido a abundante oxidación y lixiviación por el clima y aguas subterráneas.

El material lixiviado tiene de 70 a 80 % de hematita proveniente de la magnetita primaria; la concentración de pirita ha influido en el grado de lixiviación efectuado, así donde existió pirita abundante, la oxidación fue intensa formando hematita ferrosa y magnetita residual; en las áreas con mediana proporción de pirita, la oxidación ha sido menor y se presenta hematita dura de color negro, por último donde la pirita fue escasa, la oxidación ha sido casi nula, esta zona lixiviada tiene profundidades variables de 25 m. a 40 m. hasta el contacto con la

zona de transición o de sulfatos que es de 20 m. ó 30 m. de espesor y debajo de esta zona está el mineral primario, el paso de una zona a otra es graduacional.

Estos agentes del intemperismo han formado en cada cuerpo de mineral tres zonas verticales por cambios de las características físicas y químicas de la magnetita:

**Zona de mineral oxidado:** Es la zona más próxima a la superficie y debido a los procesos anteriormente descritos, la magnetita originalmente existente se ha transformado en hematitas y martitas secundarias. Se encuentra acompañando a estos minerales de hierro, yeso, brocantitas, atacanitas crisocolas y menores sulfatos de hierro. Una de sus principales características de esta zona es el contenido de azufre menor a 1% y más de 50% de Fe. Y llegando valores de hasta 62% de Fe. Su potencia promedio es de 30m.

**Zona de mineral transicional:** Es la que se encuentra a continuación de la zona oxidada, enriquecida por los distintos materiales lixiviados de esta zona. Esta zona está formada por Hematitas-Martitas de grano fino y denso, jarosita, botriogén y en menores cantidades amarantitas, piritas, yesos, anhidrita, brocantita, crisocola y atacamita. Una de las principales características de esta zona son sus valores de azufre superiores a 1%. Y una baja recuperación magnética (menor al 65%), y contenido FeO menor al 15%. La potencia de mineral de esta zona es en promedio de 35 m.

**Zona de mineral primario o sulfuroso:** Esta es la zona más importante debido a que se encuentra aproximadamente el 80% de las reservas minables de Hierro. Y la mineralización se presenta sin haber sufrido ninguna alteración

y se puede considerar como simple, formada por magnetitas criptocristalinas y masivas, con abundante pirita en forma diseminada, además de presencia de chalcopirita, pirrotita y siendo la ganga principalmente la actinolita con epidota, calcita, brocantita, clorita y sericita. Su principal característica de esta zona es su alta recuperación magnética mayor al 65%. Así como su contenido de FeO mayor al 15%, pudiendo emplearse en todos los tipos de productos finales.

#### 1.2.5. Tipo de yacimiento

Los depósitos de minerales identificados hasta la fecha son 117 cuerpos que están distribuidos en un área de 150 Km<sup>2</sup>. Y son de diferentes dimensiones, llegando en algunos casos a longitudes de 2700 m. y otros muy pequeños y de forma tabular. Todos estos cuerpos son de origen metasomático generados por soluciones residuales derivadas de magmas intrusivos que invadieron a través de las fisuras, las rocas de la formación Marcona y Cerritos, debido a procesos metasomáticos que se generaron cambios en las rocas existentes produciéndose una sustitución metasomática y dando lugar a minerales nuevos y al emplazamiento de la magnetita.

La presencia del batolito de San Nicolás, originó diversos diques y dio lugar a que estos diques de dacitas trajeran las soluciones mineralizadas, remplazando los horizontes dolomíticos de la formación Marcona y las partes calcáreas de las areniscas feldespáticas de la formación Cerritos. Por todas estas características este yacimiento ha sido definido genéticamente como “UN YACIMIENTO DE REEMPLAZAMIENTO METAZOMATICO”.



## 1.2.6.Mineralogía

El mineral de mena fundamental o principal de estos yacimientos es la Magnetita criptocristalinas y masivas, con contenido de hierro entre 40 y 60 %. Con abundante pirita diseminada. Este es el mineral de explotación llamado mena. Se encuentra también presente mineral de cobre, como la chalcopirita, covelita entre otros. Dando como promedio valores que varían de 0,07 a 0,4 % de cobre. Según la mina o cuerpo que se analice.

### 1.2.6.1.Rumbo, buzamiento y potencia del cuerpo mineral

Los diferentes cuerpos presentes en la zona minera de Marcona son de contacto, por ello el cuerpo de mineral está bien definido, teniendo un rumbo promedio N 45° E y su buzamiento es de 42° - 45° NO. Además de poseer una potencia que varía de acuerdo a la profundidad y zona mineralizada que es desde 30 m. hasta 200 m.

### 1.2.6.2.Reservas geológicas y minables

Por medio de perforaciones diamantinas y percusión sea determinado las siguientes reservas. Se debe precisar que la metodología que se tiene para determinar las reservas minables es en base al diseño, por ello existen tres tipos de reservas:

a) Reservas Geológicas: Son todos los recursos de mineral probado y

- b) reconocidos con perforaciones de exploración, en las minas actuales que se encuentran operativas y los nuevos proyectos. (ver tabla N° 07)

Fuente: Shougang

Estimado de Reservas Geológicas de Mineral			
Deposito	Probado	Probable	Total General
Mina 2	60,367,764	15,040,407	75,408,171
Mina 3	71,982,626	25,677,352	97,659,978
Mina 4	195,269,801	64,273,444	259,543,245
Mina 5	109,198,204	77,037,583	186,235,787
Mina 9	60,012,697	25,203,306	85,216,003
Mina 10	10,057,943	4,434,025	14,491,968
Mina 11	29,809,245	5,590,692	35,399,937
Mina 14	81,657,848	30,762,947	112,420,795
Mina 16	6,789,321	5,689,858	12,479,179
Mina 18	19,967,681	2,784,779	22,752,460
Mina 21	224,932,345	87,422,894	312,355,239
TOTAL GENERAL	870,045,475	343,917,287	1,213,962,762

Tabla N° 07. Estimado de reservas de mineral

- c) Reservas Minables: Todos los recursos de mineral que están dentro de este diseño (Tajo), son considerados reservas minables y se les denomina según el desarrollo que se le esté haciendo en la mina en:

Reservas minables al límite final probable

Son todos los recursos que están dentro del diseño óptimo de minado.

Reservas Minables del Talud Actual

Son los recursos que están dentro de los actuales taludes que se están explotando en este momento sin considerar los futuros desarrollos. (ver tabla N° 08)

Estimado de Reservas Minables (al Limite Final Probable)				
Mina	Mineral	Desmote	Total General	Ratio
Mina 2	30,543,400	75,710,091	106,253,491	2.48
Mina 3	4,096,512	4,206,665	8,303,177	1.03
Mina 4	74,930,628	54,568,146	129,498,774	0.73
Mina 5	76,190,248	147,624,968	223,815,216	1.94
Mina 9/10	41,444,216	26,353,976	67,798,192	0.64
Mina 11	33,912,048	92,409,621	126,321,669	2.72
Mina 14	69,230,444	142,436,597	211,667,041	2.06
Mina 16	9,032,443	26,167,149	35,199,592	2.90
Mina 18	19,257,264	49,927,081	69,184,345	2.59
	358,637,203	619,404,294	978,041,497	1.73

Fuente: Shougang

Tabla N°08. Estimado de reservas minables

### 1.2.7.Ley de Cabeza y Cutt Off

La ley de mineral que se explota en Shougang Hierro Perú está determinada por el contenido de Fe. Por ello la ley de cabeza que se extrae de las minas en operación es de <50 % de Fe. Pero durante el proceso de minado se genera material de dilución conocido como baja ley, la cual debe contener como mínimo 30 % de Fe. Este mineral pasa por un separador magnético conocido como planta Dry Cobbing que permite elevar la ley hasta un 50 % de Fe. Eliminando de esta forma el desmote y concentrando el mineral que será transportado a la planta de beneficio.

El Cutt off está determinado por el precio de mineral y el costo de producción que se encuentra entre 27 US\$ dólares americanos por tonelada (2 US\$ costo total de minado, 23 US\$ costo total de beneficio y 2 US\$ costos adicionales), y teniendo en cuenta que el actual precio del hierro en el mercado internacional está en más de 60 US\$ dólares la tonelada, nos proporciona un Cutt Off de 40 %

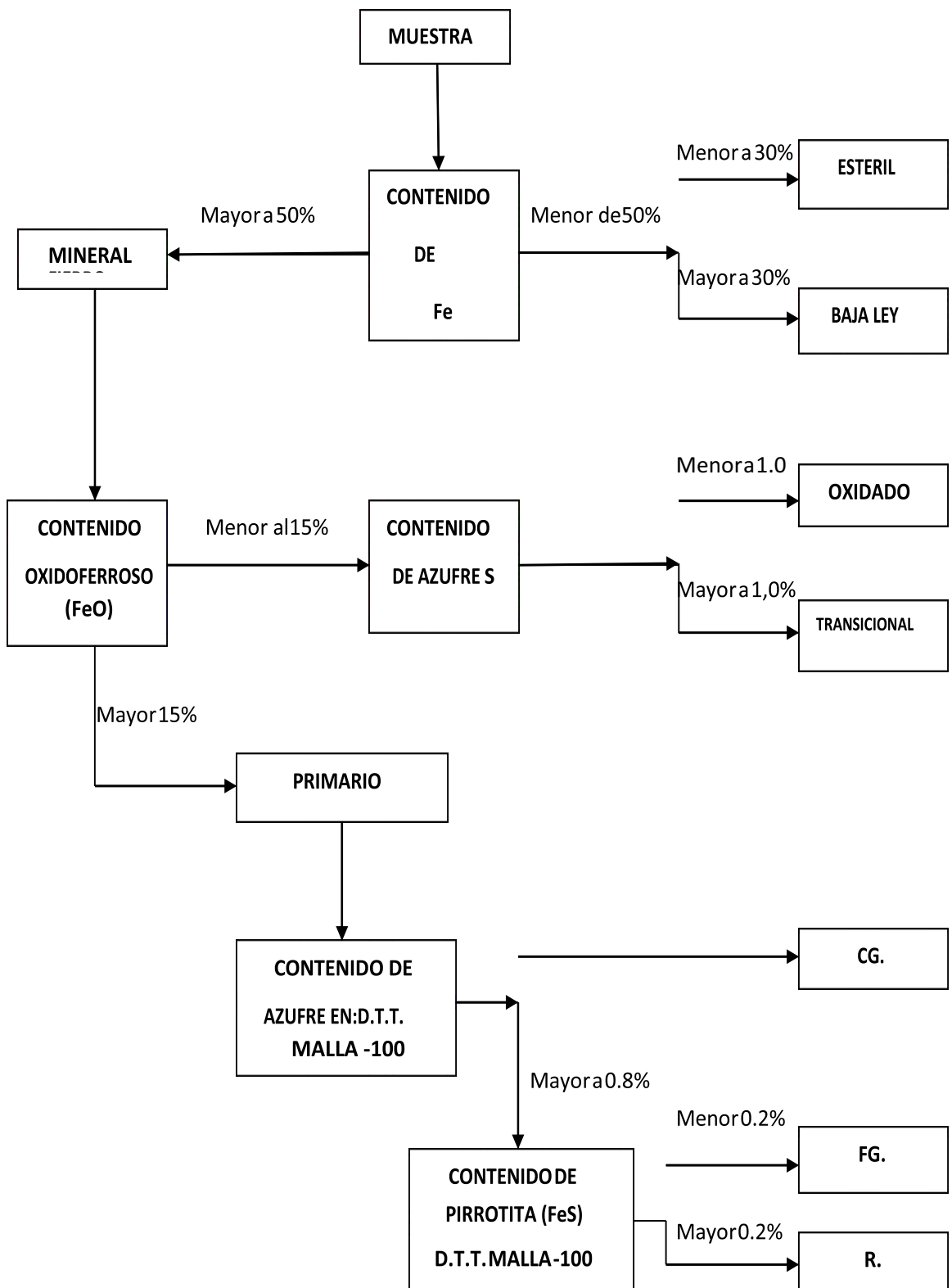
de contenido de hierro en mineral. Teniendo en cuenta que el yacimiento es de reemplazamiento metazomático nuestras leyes es de alrededor de 55 % de Fe en todo el deposito sin gran variación.

- **Control de Calidad:** Los controles de calidad se realiza durante todo el proceso de explotación, por ello cumple un rol preponderante en la extracción del mineral en las diferentes minas y frentes de explotación. Esta sección constituye un nexo entre la mina y la planta de beneficio.

#### 1.2.8. Análisis para la clasificación de Minerales

Debido a que los productos que se requieren en el tratamiento metalúrgico del hierro esta relacionados principalmente al contenido de Azufre, este como contaminante, se realiza la siguiente clasificación (ver diagrama 1). Es importante resaltar que para la clasificación del mineral primario obedece al tratamiento que este requiere en las plantas de beneficio, especialmente en la molienda, se tiene los siguientes tipos de mineral.

Mineral oxidado.	OX.
Mineral transicional.	TO.
Mineral de molienda gruesa.	CG.
Mineral de molienda fina normal.	FG-N.
Mineral de molienda fina refractario.	FG-R.



Fuente: Shougang  
 Figura N° 09. Diagrama de Análisis para clasificación

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. Antecedentes de la investigación

Ing. Javier Salazar Ipanaque. “ Costos de carga y transporte en Minería Superficial” . La presente investigación estuvo enfocada en el análisis de costos operativos para las operaciones de carguío y acarreo, además de la optimización en cada proceso de cada equipo; así mismo se enfoca en la influencia de la relación de beneficio/costo para la compañía Minera.<sup>4</sup>

Pabel Marx Huarocc Ccanto. “Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño U.M. CHUCO

---

<sup>4</sup> Fuente: Salazar Ipanaque, J. (2014). Costos de carga y transporte en Minería Superficial, Huancayo.

II DE LA E.M. UPKAR MINING S.A.C.” La presente investigación estuvo fundamentada en la elaboración del análisis de costos, evaluación y características de los equipos de carguío y acarreo, indicadores claves de desempeño para el carguío y acarreo, así como el análisis estadístico del desempeño de los equipos.<sup>5</sup>

Ing. Requejo Mejía, Paúl Alexander. “Evaluación, implementación de sistema dispatch: control de equipos en minería a Cielo Abierto, en la Empresa Minera CORIPUNO S.A.C.” La presente investigación fue desarrollada en base al cálculo operativo de los equipos de carguío y acarreo antes y después de la implementación del sistema Dispatch, además del apoyo en el análisis de valorizaciones de los equipos y/o maquinarias actuales con el análisis en un futuro.<sup>6</sup>

Nicolás Eduardo Sáenz Muñoz. “Simulación Online para el despacho de camiones mineros en operaciones a Cielo Abierto”. La presente investigación estuvo enfocada en los métodos de despacho de camiones, los sistemas computacionales para el despacho de camiones mineros han permitido reducir costos y aumentar la productividad en las operaciones mineras.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Fuente: Ing. Huarocc Ccanto P. (2014). Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño U.M. CHUCO II DE LA E.M. UPKAR MINING S.A.C., Universidad Nacional de Piura. Facultad de Ingeniería de Minas. Escuela de Ingeniería de Minas.

<sup>6</sup> Fuente: Ing. Requejo Mejía, P. (2016). Evaluación, implementación de sistema dispatch: control de equipos en minería a Cielo Abierto, en la Empresa Minera CORIPUNO S.A.C., Trujillo.

<sup>7</sup> Fuente: Sáenz Muñoz, N. (2014). Simulación Online para el despacho de camiones mineros en operaciones a Cielo Abierto. Santiago de Chile.

## 2.1.2. Definición de términos

**Implementación.**

Acción y efecto de poner en marcha un sistema.

**Sistema.**

Conjunto de elementos que forman un todo. Conjunto de órdenes y programas que controlan los procesos básicos de un ordenador y permiten el funcionamiento de otros programas.

**Control de equipos.**

Conjunto de técnicas destinadas a regular los equipos y/o maquinarias diversas.

**Minería a Cielo Abierto (Tajo Abierto).**

Actividad de extracción de minerales de las minas con métodos superficiales y con ventilación natural.

**Operaciones o procesos Unitario**

Se llama Operación o Proceso unitario a una parte indivisible de cualquier proceso de transformación donde hay un intercambio de energía del tipo de físico, de una materia prima en otro producto de características diferentes.

**Dispatch. (Despacho/envío)**

Sistema de administración minera a gran escala que utiliza los sistemas más



modernos de computación y comunicación de datos como el GPS, maximizando la utilización del tiempo y minimizando las pérdidas en tiempo real.

#### Perforación.

Agujero practicado en el suelo para sondear la existencia de minerales para extraerlos después.

#### Voladura.

Destrucción total de un cuerpo mineralizado o no, utilizando explosivos y haciendo que salte por los aires.

#### Carguío.

Se refiere específicamente a la carga de material mineralizado del yacimiento. Ésta se realiza en las bermas de carguío, las que están especialmente diseñadas para la actividad.

#### Acarreo.

Se denomina acarreo al traslado corto de material roto en la mina, con limitaciones, o tiene un determinado radio de acción, y estarán ubicados en los frentes de operación.

#### Disponibilidad Mecánica.

La Disponibilidad Mecánica, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió

mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado.

En la práctica, la Disponibilidad Mecánica se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

**Horas efectivas.**

Horas reales de trabajo sin tomar en cuenta paradas o demoras ajenas a la labor asignada.

**Costo Efectivo o Real.**

Está constituido por el conjunto de gastos efectivamente incurridos por la empresa o unidad organizativa en un determinado período de tiempo.

**Tiempo Muerto.**

Tiempo muerto en general es aquel en el que una máquina o equipo no es productivo.

**Riesgos geológicos.**

Son un conjunto de amenazas o peligros para los recursos naturales y las actividades humanas, derivados de procesos geológicos de origen interno (endógenos), externos (exógenos) o de una combinación de ambos.

### **Caída de Rocas.**

Se llama así al movimiento en masa que consiste del desprendimiento de material que conforma una ladera, ya sea en caída libre, a manera de saltos o rodando.

### **Deslizamiento.**

Acción de deslizar o deslizarse.

### **Agrietamiento.**

Aparición o formación de grietas en una superficie.

### **Derrumbes.**

Fenómeno natural donde la tierra se mueve, se cae o se desplaza porque ha perdido su estabilidad hasta encontrar un sitio plano.

### **Cubicación.**

Determinar la capacidad o el volumen de un cuerpo conociendo sus dimensiones.

## **2.1.3. Fundamentación teórica**

### **2.1.3.1 Operaciones Mineras**

#### **Operaciones mina**

##### **Método de Minado**

En la explotación de Mina 5 se aplica el método de Cielo Abierto,

este se realiza por fases (push backs), el método de bancos y rampas.

#### Parámetros de diseño y producción

La altura de Banco es de 12m, con rampas de diseño de 9% de gradiente, anchos de rampas de 18 m, taludes de trabajo de 70° y banquetas de 5m. La producción diaria es de 24,000 TM de Mineral al día y 24,000 TM de desmonte actualmente.

### 2.1.3.2.Descripción del Ciclo de Minado

#### A. Perforación

La perforación para mina 5, se realiza con dos máquinas diésel Sandvick D75KS, con broca de 11” y una perforadora Atlas Copco DM45 de 9” de diámetro de broca. ( 8 perforadoras primarias, 4 perforadoras secundarias).



Fuente: San Martín

FOTO N° 10. PERFORADORA DIÁMETRO DE BROCA 11”- 9” SMCG,  
MINA 05, SHOUGANG

## B. Voladura

Se realiza con ANFO y Heavy ANFO si fuera necesario, con Camión fabrica alquilado de Orica y Accesorios, tanto de Orica como de Famesa.

Los Factores de Potencia varían y van acordes con el tipo de material a disparar (Mineral o Desmorte), los mismos que varían entre (0,18 Kg/TM y 0,50Kg/TM).



Fuente: San Martin

FOTO N° 11. CAMIÓN FABRICA ORICA, MINA 05, SHOUGANG

## C. Carguío

El carguío se realiza con los siguientes equipos: (9 palas)

Cargador Komatsu W A1200.- Cargador Diésel con una capacidad de 40 TM de cucharón.



Fuente: San Martin  
FOTO N° 12. CARGADOR KOMATSU W A1200 SMCG MINA 05, SHOUGANG

Cargador CAT 994F. - Cargador frontal Diésel con capacidad de 35 TM. ( 3 cargadores frontales).



Fuente: San Martin  
FOTO N° 13. CARGADOR CAT 994F SMCG MINA 05, SHOUGANG

Pala 6040 CAD. - Un equipo Diésel con una capacidad de 40



TM.



Fuente: San Martín

FOTO N° 14. PALA 6040 CAD SMCG MINA 05, SHOUGANG

#### D. ACARREO

Se realiza con Camiones FC (Fuera de Carretera) de dos capacidades: ( 32 camiones).

KOMATSU HD 1500: Camiones Diésel de 165 TM de capacidad (tolva ligera).



Fuente: San Martín

FOTO N° 15. CAMIÓN KOMATSU HD 1500 SMCG MINA 05, SHOUGANG

CAT 785C Camiones Diésel de 150 TM de Capacidad.



Fuente: San Martín

FOTO N° 16. CAMIÓN CAT 785 C SMCG MINA 05, SHOUGANG

## E. EQUIPOS AUXILIARES

Para realizar trabajos, auxiliares se tiene los siguientes equipos: ( 12 tractores, 3 motoniveladoras)

Motoniveladora 14H

Cargador frontal 966F

2 tractores D8R

Perforadora Sandvick DX700 (Perforación secundaria)

Martillo Hidráulico CAT336D





Fuente: San Martin  
FOTO N° 17. TRACTOR D8R SMCG MINA 05, SHOUGANG



Fuente: San Martin  
FOTO N° 18. EQUIPOS AUXILIARES SMCG MINA 05, SHOUGANG

## F. CHANCADO (PLANTA)

En este subproceso se realiza el chancado de minerales y baja ley.

Para esto se utilizan 2 plantas chancadoras

Planta 1: Chancado de Mineral.

Planta 2: Chancado de Mineral y baja Ley.

El tamaño máximo del mineral chancado debe ser de 5”.



Fuente: Shougang

FOTO N° 19. ZONA DE CHANCADO PLANTA 2, SHOUGANG

#### G. Envío de crudos

En este subproceso se realiza el transporte del mineral de plantas de la mina hacia el stock de crudos de Planta Beneficio.

Interviene un sistema de fajas transportadoras ‘‘Conveyor’’ que está conformado por segmentos de faja en una longitud total de 18.5 Km.

Estas fajas funcionan con motores eléctricos.



Fuente: Shougang  
FOTO N° 20. ENVÍO DE CRUDOS, SHOUGANG.

#### H. Chancado (San Nicolás)

El chancado es el proceso en el cual el mineral es reducido de tamaño de acuerdo a especificaciones según el tipo de mineral, para ser usado en el proceso de beneficio (Planta Magnética).

El Proceso de Chancado Primario y Secundario del mineral se realiza en la Mina, obteniendo un diámetro máximo de 4", el cual es enviado a la Planta de San Nicolás por un Sistema de Fajas Transportadoras (Conveyor).

Al llegar a la Planta es depositado en las Canchas del Stock de Crudos, clasificadas por el tipo de mineral.

De las canchas es enviada a la Planta Chancadora, en la cual existen dos Líneas de Producción (Primaria y Secundaria), en las cuales se realiza el proceso de Chancado Terciario.

El mineral chancado pasa por un proceso de Clasificación de Zarandas. El Mineral es depositado en Silos, clasificado por el tipo de mezcla, de acuerdo a la producción programada. Las instalaciones de planta chancadora comprenden:

Stock de crudos

Planta de chancado N° 1 (Trabaja en circuito abierto y/o cerrado)

Planta de chancado N° 2 (Trabaja en circuito abierto).

#### I. Concentración

El mineral molido y clasificado de los silos a los cuales se ha enviado el mineral proveniente de chancadora, ingresa a la Planta Magnética a los procesos de molienda fina y molienda gruesa. Existen 9 líneas de molienda, el proceso de molienda primaria se realiza en molinos de barras. La separación magnética se realiza en Separadores Magnéticos Cobers, el concentrado recuperado continúa el circuito de molienda, el residuo (Colas) es enviado hacia el Sistema de Relaves.

El proceso de molienda secundaria se realiza en Molinos de Bolas. La Separación magnética final se realiza en separadores magnéticos Finisher, el concentrado recuperado continúa hacia el proceso de flotación, el residuo (Colas) es enviado hacia el Sistema de Relaves para separar el Azufre del Hierro, el concentrado pasa

por un proceso de Flotación de Celdas, en el cual se utilizan reactivos químicos para su fin.



Fuente: Shougang  
FOTO N° 21. ZONA DE CONCENTRACIÓN

#### J. Filtrado

El mineral de molienda fina (Planta Magnética) es procesado en esta etapa según el tipo de producción. (Torta Stock Puerto y Filter Cake para Peletización).

Producción Torta Stock Puerto

Producción Filter Cake para Peletización

El concentrado filtrado es recibido en una tolva, para ser enviado a Planta Pélets.

## K. Peletización

El concentrado filtrado que se encuentra en la tolva se subdivide en 2 salidas para alimentar por separado a cada línea de producción; para ambas líneas de producción se le adiciona aglomerante “Bentonita”, siendo dispersada en todo el concentrado, mediante mezcladores. El concentrado mezclado es alimentado a tolvas de almacenamiento. Las tolvas de concentrado alimentan a los discos peletizadores, mediante sistema de fajas en la parte central superior izquierda del disco.

Los discos peletizadores tienen un diámetro, y un ángulo de inclinación y una velocidad variable, dependiendo de la calidad del concentrado (granulometría, humedad) para la formación de las bolas (conocido como Pélets verdes). Para regular el tamaño de los Pélets y su tiempo de residencia se cuenta con cuchillas, los cuales le dan la dirección en el traslado del grano a través de la cama hasta la formación del Pélets.

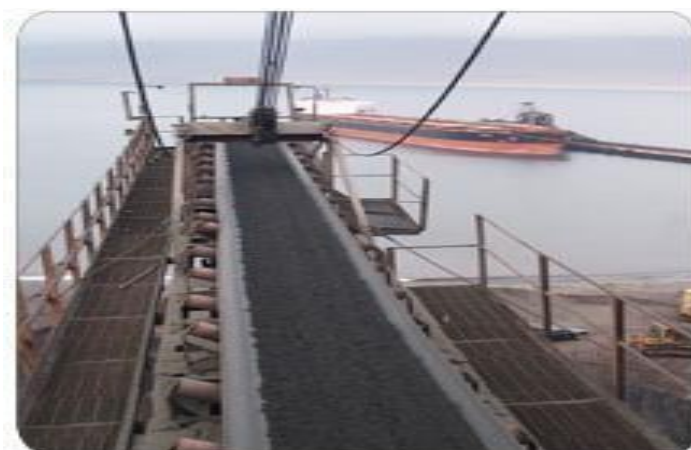


Fuente: Shougang  
FOTO N° 22. ZONA DE PELETIZACIÓN

## L. TRANSFERENCIA

El producto depositado en canchas de Stock de Planta, es enviado mediante dispositivos denominados Chutes al Túnel de Transferencia.

Mediante un sistema de Fajas, el producto es transferido al Stock de Puerto. Un equipo Apilador Móvil denominado Stacker, ubica el producto según su clasificación.



Fuente Shougang  
FOTO N° 23. ZONA DE TRANSFERENCIA

## M. EMBARQUE

El producto depositado en canchas de Stock de Puerto, es enviado mediante dispositivos denominados Chutes al Túnel de Embarque.

Mediante un sistema de Fajas, el producto es transferido a la zona de Embarque. Posteriormente, el producto pasa por una balanza, la cual pesa el tonelaje embarcado. Finalmente, el producto es



transportado por una Faja al Muelle, en el cual se ubica otro equipo Apilador Móvil denominado Gantry, que lo deposita en las bodegas del Barco.



Fuente: Shougang  
FOTO N° 24. ZONA DE EMBARQUE

#### N. CONTROL DE CALIDAD

Durante todo el proceso, se toman muestras, las cuales son enviadas al Laboratorio, el cual está dividido en:

Laboratorio Metalúrgico: Donde se realizan pruebas físicas.

Laboratorio Químico: Donde se realizan pruebas químicas.



### 2.1.3.3. Proceso de Minado

#### PERFORACION

Se realiza la perforación del suelo (cuerpos de mineral de hierro) mediante taladros; se realizan 2 tipos de perforación: Perforación Primaria y Perforación Secundaria.



#### VOLADURA

En este proceso se realiza la carga de los taladros con la mezcla explosiva consistente en nitrato, petróleo (ANFO), emulsión y aluminio, que en conjunto representa el Heavy Anfo.



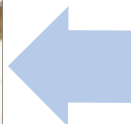
#### ACARREO

Realiza el transporte de materiales de minas o canchas hacia las plantas o canchas de depósito. El acarreo se realiza con camiones que tienen gran capacidad de carga. Estos camiones siguen rutas determinadas para llegar a sus destinos.



#### CARGUÍO

Esta actividad es realizada por las palas, que tienen una capacidad de balde de 30 TM, y/o cargadores frontales. La pala se desplaza por medio de orugas. Los cargadores se desplazan por medio de neumáticos y funcionan con combustible.



#### 2.1.3.4. Riesgos Geológicos observados en la Mina 5

##### A. Caída de rocas

Se realizó el modelamiento de caída de rocas en los taludes de la Mina 5 utilizando el programa de la empresa Rocscience (Rockfall 4.0, Slide 6.0, Rocplane 2.0, Swedge 6.0) con la finalidad de verificar si la caída de bloques rocosos podría causar problemas de colmatación de las bermas de los taludes.



Fuente: Propia

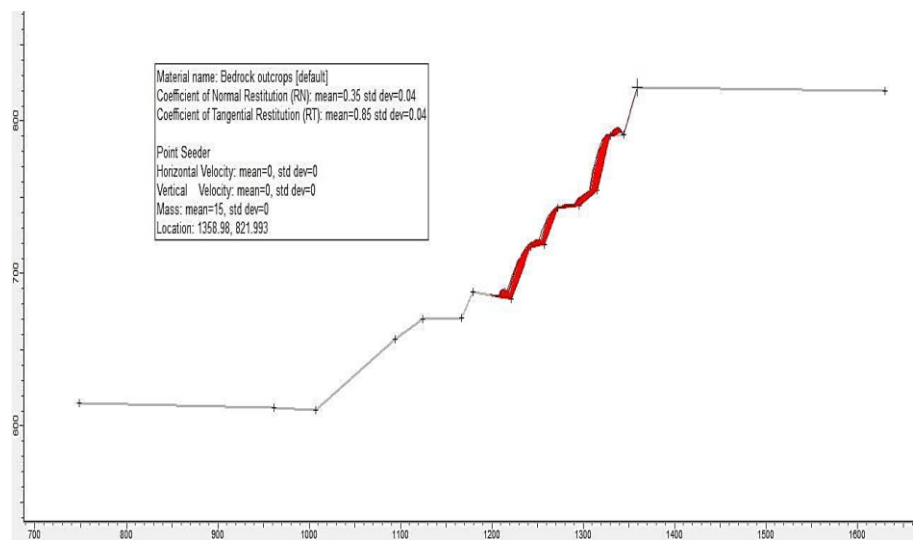
FOTO N° 25. Representación de caída de rocas en Mina 5

En todos los casos se ha elegido la opción “Bedrock Outcrops” o “Afloramientos de Roca”, debido a que los taludes de la Mina 5 están conformados por afloramientos de roca sin ningún tipo de cobertura o recubrimiento.

Se ha considerado que la cantidad representativa de rocas para el modelamiento es de 50, dicha cantidad permitirá realizar un número adecuado de simulaciones respecto a la trayectoria de la roca al caer.

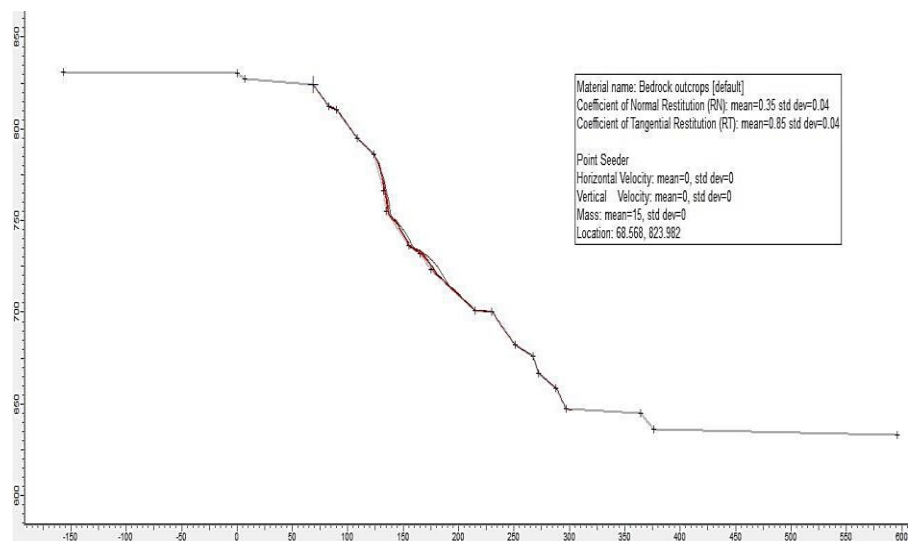
Para el cálculo del ángulo de fricción se consideró la opción “Calculate Friction Angle from Rt”, donde Rt es el coeficiente de restitución lateral, el cual se define como  $R_t=0,85$  para el caso de afloramientos rocosos.

Se considera que las rocas caen en “caída libre”, es decir la velocidad inicial en la dirección horizontal y vertical es nula. El peso de las rocas se ha asumido de 15 kg.



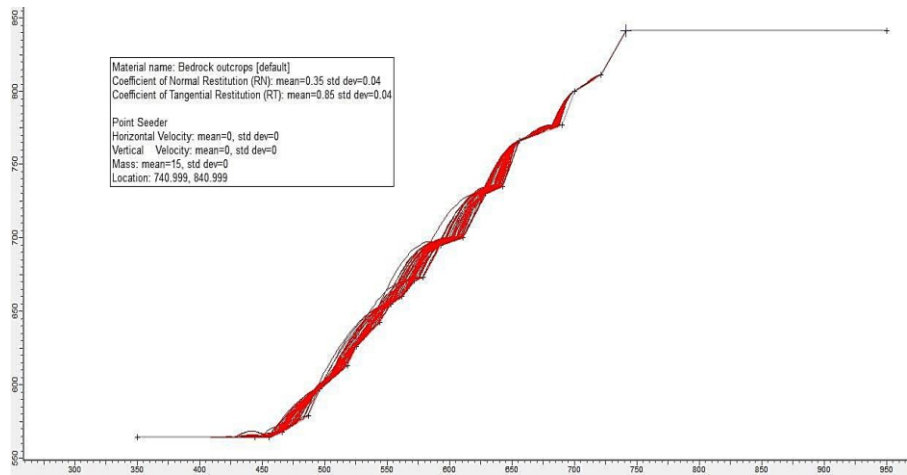
Fuente: Shougang

Gráfico N° 26. Análisis de Caída de Rocas de la Mina 5 – Talud Este



Fuente: Shougang

Gráfico N° 27. Análisis de Caída de Rocas de la Mina 5 – Talud Oeste



Fuente: Shougang

Gráfico N° 28. Análisis de Caída de Rocas de la Mina 5 – Talud Norte

En la zona de los taludes Este y Oeste, la caída de rocas se da más a nivel local, es decir involucra como máximo 2 o 3 bancos.

En el caso del talud Norte y Sur, debido a la pérdida de cresta de los bancos en esta zona, la superficie de rodadura presenta una pendiente más homogénea que facilita que las rocas que caen puedan tener trayectorias más largas.

Código	Coordendas WGS - 84	
	Este	Norte
CR-01	485 980	8 320 456
CR-02	485 970	8 320 525
CR-03	486 358	8 320 998
CR-04	486 403	8 321 148
CR-05	486 653	8 321 203

Fuente: Shougang

TABLA N° 29. Resumen de Zonas de Caída de Rocas en la Mina 5

## B. Deslizamiento

Se identificaron 2 fenómenos de deslizamientos en Mina 5 cuya evaluación en la matriz de riesgo indicó como resultado que dichos eventos tienen un riesgo moderado.

Las zonas de deslizamiento se encuentran en el Sector SW de la Mina 5, una de ellas generada por la presencia de la Falla Pista. Estas zonas se han estabilizado, pero han dejado evidencias de movimiento, tales como escarpas y cicatrices de deslizamiento. Actualmente, estas zonas vienen modificando su relieve debido a la erosión superficial originada y por los agentes físico - químicos. Dichos deslizamientos no afectan la estabilidad física de los taludes de la Mina 5.

Código	Coordendas WGS - 84	
	Este	Norte
DZ-01	486 188	8 320 400
DZ-02	486 393	8 320 878

Fuente: Shougang

TABLA N° 30. Resumen de Zonas de Deslizamientos en la Mina 5

## C. Agrietamientos

En los bancos que conforman los taludes de la Mina 5 se apreciaron agrietamientos, con una longitud de hasta 10 m (agrietamiento AG-01 – nivel superior del tajo). Se identificaron 18 zonas de agrietamiento (AG-01 a AG-15), cuya evaluación en la matriz de riesgo indicó como resultado que dichos eventos tienen un riesgo bajo (5 zonas) y riesgo moderado (13 zonas).

## D. Derrumbes

Estos eventos se originan mayormente en el sector NW de la Mina 5, donde se aprecia un conjunto de derrumbes, así mismo se aprecia un moderado fracturamiento del macizo rocoso, formando zonas disturbadas debido a las fallas y al diaclasamiento.



Fuente: Shougang

FOTO N° 31. Ejemplo de derrumbe en Mina 5

En la siguiente tabla se presenta la matriz de riesgos correspondiente a la estabilidad física de los taludes, cuyas características para su evaluación fueron tomadas de la inspección de campo de los taludes actuales de la Mina 5.

Fenómeno Geodinámico	Nivel de Riesgo			Cantidad Total Identificada
	Riesgo Bajo	Riesgo Moderado	Riesgo Extremo	
Caída de Rocas	5	-	-	5
Derrumbes	14	7	-	21
Deslizamientos	-	2	-	2
Zonas de Agrietamiento	5	13	-	18

Fuente: Shougang

Tabla N° 32. Resumen del Análisis de la Matriz de Riesgos Geológicos Identificados en la Mina 5



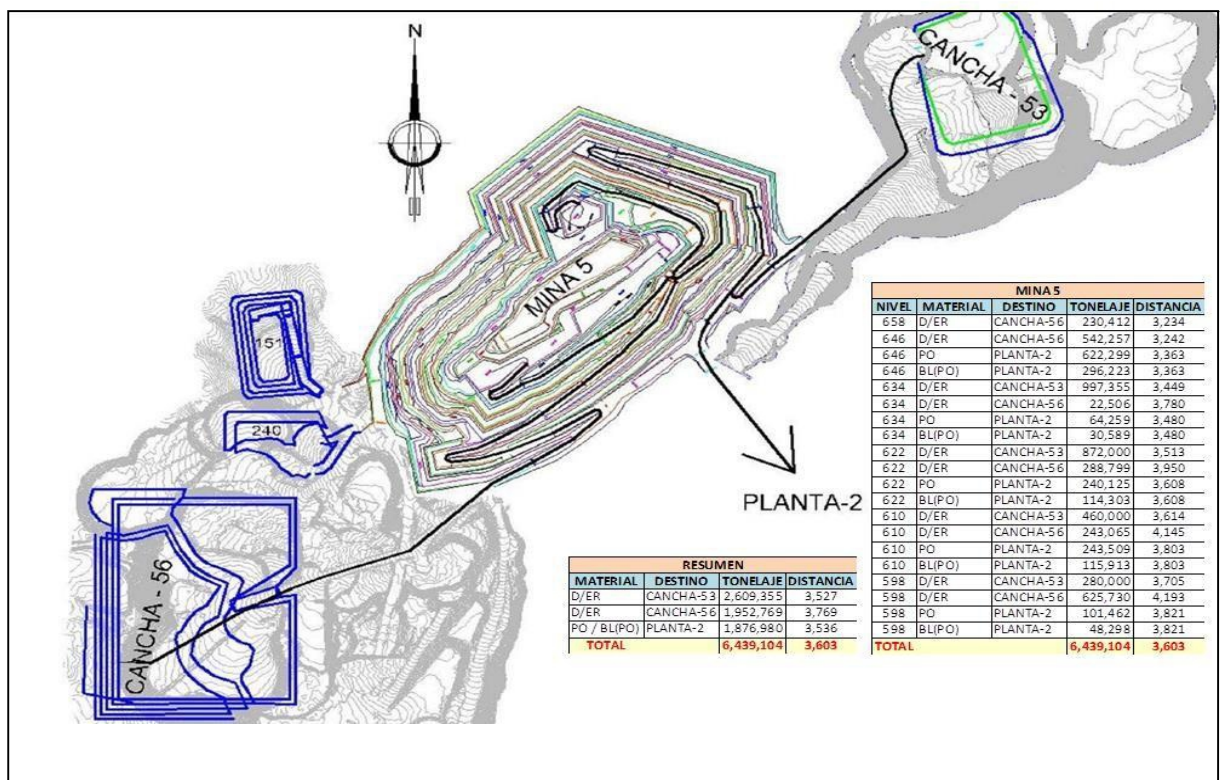
## ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

En la inspección de los taludes de la Mina 5, no se han identificado zonas de riesgo que requieran un estudio y/o evaluación más detallada, ya que son relativamente pequeñas. De acuerdo al análisis realizado:

	Se recomienda realizar desquinche de los taludes afectados y limpieza de los bancos.
	Se recomienda realizar el desquinche selectivo y limpieza del material, posteriormente evaluar zonas de posible riesgo potencial.
	No se presenta

### 2.1.3.5. Mapa General y Diseño de Mina

#### MINA 5 PLANO GENERAL



Fuente: Shougang

Plano N° 33. RESUMEN DE PRODUCCION 2016 CON DESTINOS A CANCHAS Y PLANTA 2

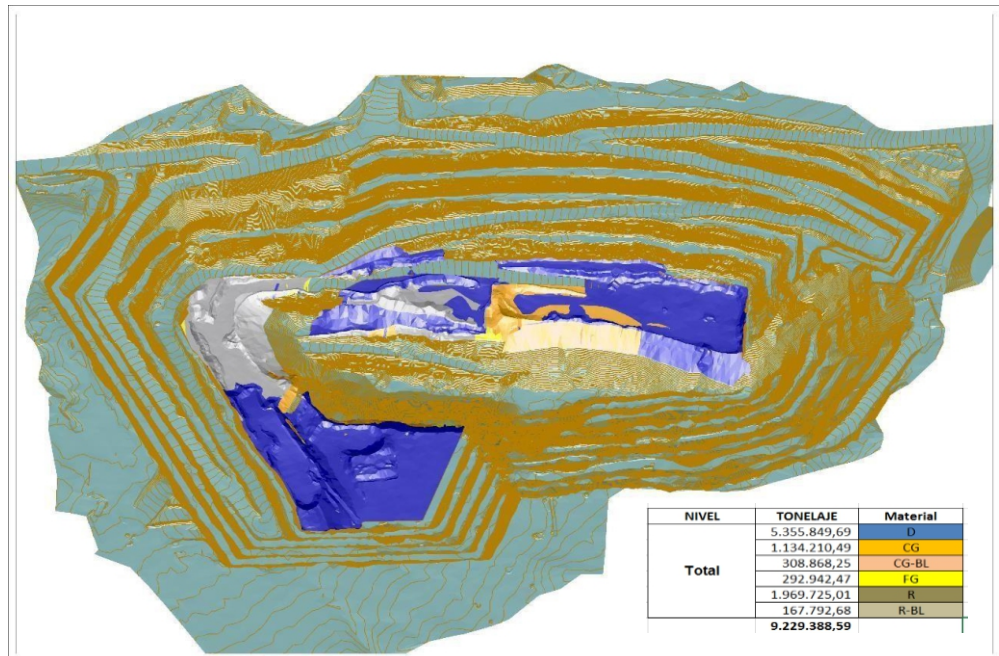
### A. Mapa general botadero-planta



Fuente: Shougang  
Foto N° 34. Plano general de ubicación botadero-planta

### B. Tonelaje total

El tonelaje total de mineral y material estéril en Mina 05 es 9 229 388,59 TM.

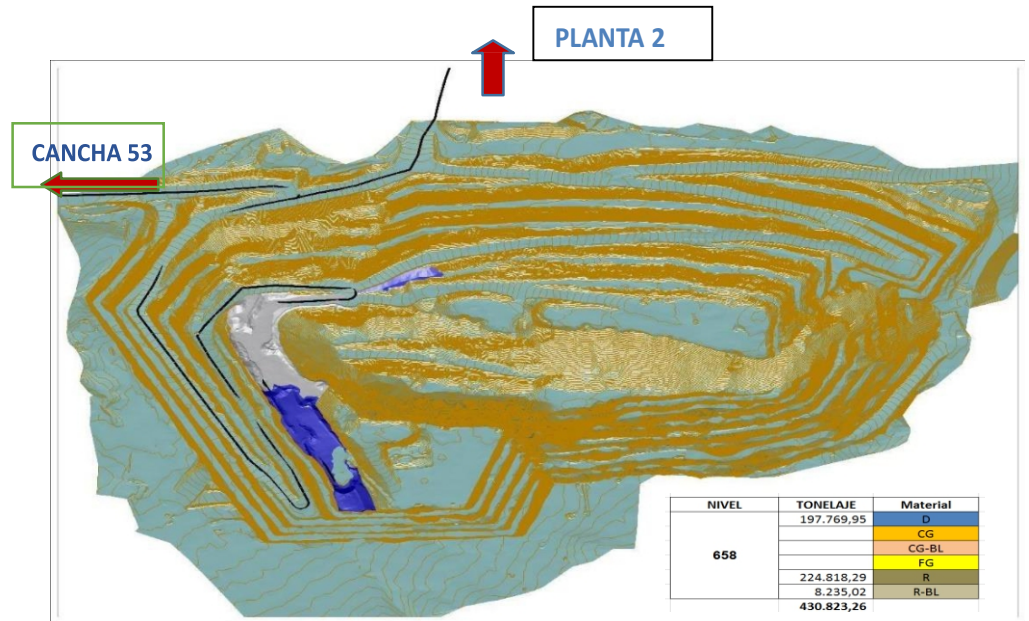


Fuente: Shougang  
Figura N° 35. Tonelaje Total – Mina 05



### C. Nivel 658

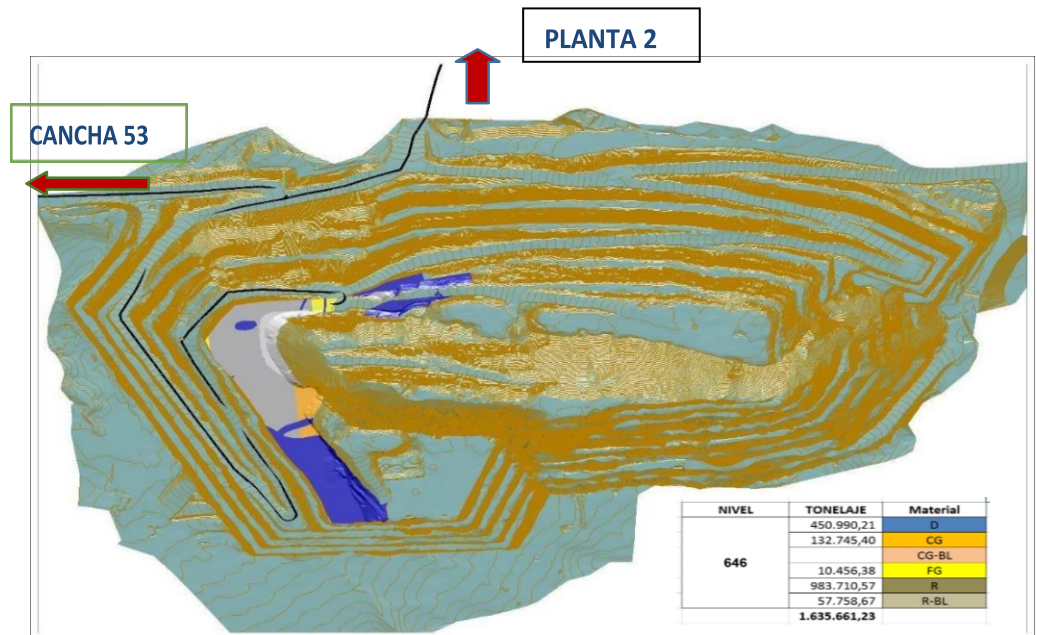
Primer nivel de extracción, se extrae el tonelaje por tipo de material.



Fuente: Shougang  
Figura N° 36. Nivel 658 – Mina 05

### D. Nivel 646

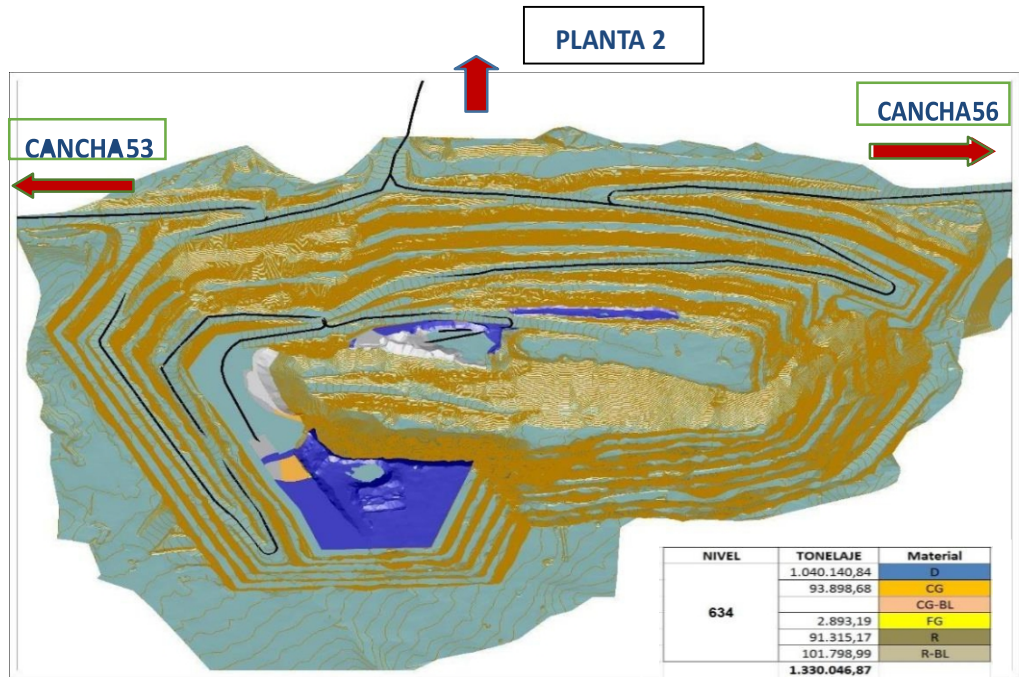
Segundo nivel de extracción, se extrae el tonelaje por tipo de material.



Fuente: Shougang  
Figura N° 37. Nivel 646 – Mina 05

### E. Nivel 634

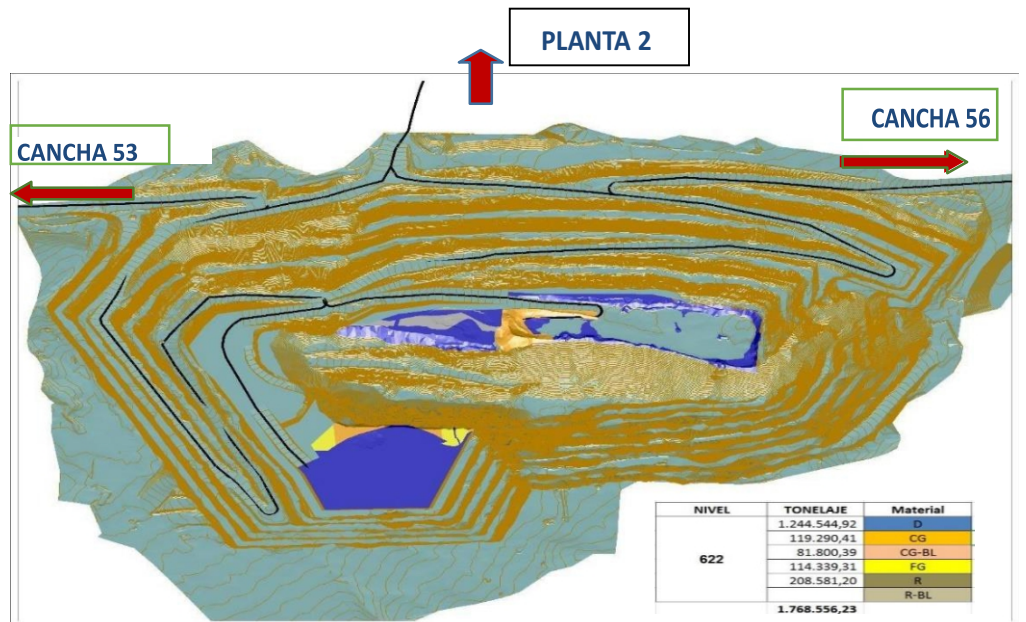
Tercer nivel de extracción, se extrae el tonelaje por tipo de material.



Fuente: Shougang  
Figura N° 38. Nivel 634 – Mina 05

### F. Nivel 622

Cuarto nivel de extracción, se extrae el tonelaje por tipo de material.

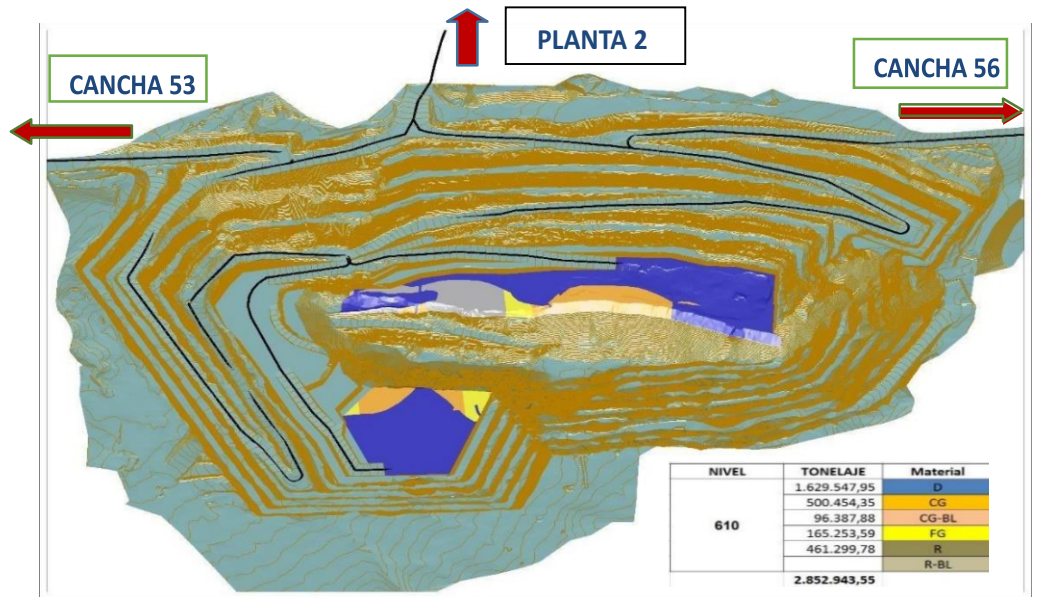


Fuente: Shougang  
Figura N° 39. Nivel 622 – Mina 05



### G. Nivel 610

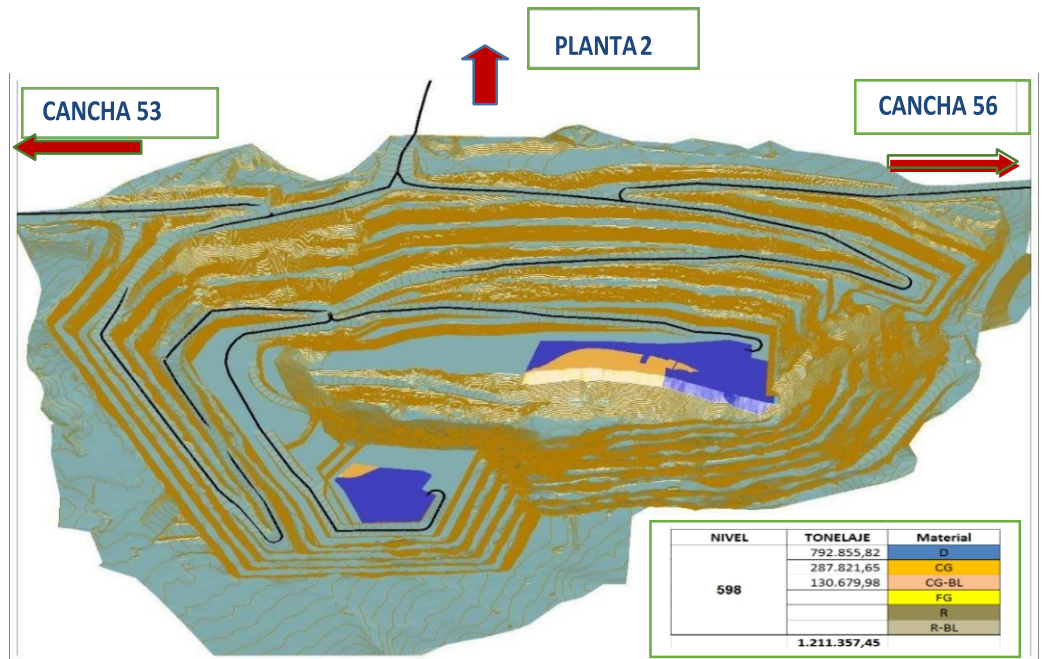
Quinto nivel de extracción, se extrae el tonelaje por tipo de material.



Fuente: Shougang  
 Figura N° 40. Nivel 610 – Mina 05

### H. Nivel 598

Sexto nivel de extracción, se extrae el tonelaje por tipo de material.



Fuente: Shougang  
 Figura N° 41. Nivel 598- Mina 5

## I. Diseño final



Fuente: Shougang  
Figura N° 42. Diseño Final – Mina 05

### 2.1.3.6 Sistema Dispatch

Dispatch constantemente está recibiendo datos y actualizando las bases de datos, especialmente la Base de Datos Mina. Siempre está calculando tiempos de acarreos, cargar, aculatamiento, niveles de combustible, usuario de neumáticos, cuentas de cargas, y otras cantidades de eventos que afectan la mina.

En base de la información en la Base de Datos de Mina, Dispatch, constantemente está actualizando el modelo de la mina, y siempre está listo para resolver problemas que se presenta entre los parámetros ingresado por el despachador. Por ejemplo: ¿Cuál es la mejor asignación para cada equipo en tiempo real para maximizar las metas en la mina?, ¿Es mejor mandar un camión al taller de combustible ahora o después cuando hay menos camiones en el taller de combustible?, ¿Es mejor mandar un camión vacío a una pala cercana o

retirada? ¿Cuáles son los parámetros de la Mezcla en la trituradora, y si la asignación del camión va afectar estos parámetros en el futuro?

Equipado con los datos actualizados en la Base de Datos de Mina, Dispatch usa tres modelos de computación para resolver problemas y preguntas que se presentan en la solución. Estos tres programas son los siguientes: la Mejor Ruta (MR), Programación Linear (PL), y Programación Dinámica (PD).

#### 2.1.3.6.1 Programación mejor ruta (MR)

El Modulo de Mejor Ruta es la programación que usa el sistema Dispatch para determinar la ruta más corta entre dos puntos.

Dispatch recalcula las rutas más cortas (por distancias no-tiempo) en cada punto en la mina a otros puntos entre la mina. Cuando un cambio es actualizado en la red de caminos o cuando un cambio es hecho en el modelo de PL, una re-calculación es forzado y la programación de MR hace una reevaluación de las rutas seleccionando las mejores rutas.

#### 2.1.3.6.2 Programación lineal (PL)

La Programación Lineal genera un Plan Maestro teórico para maximizar la productividad de la mina. El plan del PL contiene circuitos óptimos entre palas a destinos que indican lo siguiente:

Cuales palas deberían enviar camiones a ciertos destinos y cantidad de camiones requerido a cada ruta desde la pala al destino.

Cual puntos de descargue deberían enviar camiones a palas y también la cantidad de camiones en cada ruta a palas.

El modelo de PL ve el circuito desde la pala al botadero como flujo constante. PL observa las rutas desde las palas a los botaderos como una correa de material o plomería de agua constante. Manteniendo el flujo de material constante entre excavadoras y botaderos.

#### 2.1.3.6.3 Programación dinámica (PD)

PD trata de lograr los flujos de material definido por el PL, asignando recursos de camiones en tiempo real. Cuando los camiones piden asignaciones desde el campo a una excavadora, PD trata de cumplir el plan de flujo de producción generado por el PL.

##### A. Dispatch como herramienta

Dispatch es una herramienta con multi funciones. Tres de sus multi funciones son colector de datos integrado, multi gran base de datos, y como un componente que resuelve problemas en tiempo real con alta velocidad.

##### B. Dispatch como un colector de datos

El sistema Dispatch constantemente recibe, refiere, y almacena datos. Usa los datos en tiempo real e histórico para actualizar archivos para generar decisiones de asignaciones y reportes. Dispatch recibe los datos en dos formas: interactivo y pasivo.

## Colección de Datos Iterativo

Dispatch colecta datos interactivos cuando un operador de equipo responde con su monitor (Goic) oprimiendo los botones a una pregunta o respuesta de dispatch. Registrando sé al sistema, ingresando operativo, llegando a ubicación, y otros eventos en la mina. Cada estas acciones son ejemplos de operadores interactuando con Dispatch. Dispatch requiere una cantidad de interacción por los operadores y el despachador para actualizar sus archivos, manteniendo sus datos sin errores, logrando decisiones sólidas.

## Colector de Datos Pasivos

Dispatch colecta datos automáticamente en muchas formas. Ubicaciones actuales de equipo en tiempo real son posibles con información pasivo. Usando el sistema de GPS avisa DISPATCH las ubicaciones de los equipos sea palas o camiones. La utilidad de GPS lo logra automáticamente (Pasivo).

Sin la utilidad de GPS, Balizas Físicas alrededor de la mina avisa Dispatch de las ubicaciones de los equipos automáticamente. El proceso no es tan actual como la utilidad de GPS, pero es suficiente para actualizar datos en los reportes, hacer buenas decisiones de asignaciones, y generar reportes.

Otros ejemplos de colección de datos pasivos incluyen información de toneladas, combustible, neumáticos, y señales virtuales.

## C. Dispatch como una base de datos

Dispatch almacena todos los datos que colecta en tres bases de datos principales que son: Mina, Turno, y Sumario.

### Base de Datos Mina

Contiene información en tiempo real y constantemente se está actualizando. Contiene la imagen de la mina, todo lo que es operacional, mantenimiento y Standby. La base de datos de Mina es lo que usa Dispatch para resolver problemas operacionales como asignaciones de camiones.

### Base de Datos Turno

Contiene todos los eventos que ocurrieron y toda la información generada en el turno. Cada actividad y evento generado en el campo o por DISPATCH son archivados con la hora, minutos, y segundos en que se generó, y sirve como referencia histórica. La Base de Datos Turno también se actualiza en tiempo real y se cancela cuando el turno se termina.

#### a. Base de Datos Sumario

Datos estadísticos son generados por la base de datos de turno y pueden ser muy útiles para el manejo operacional de la mina. Dispatch re-ubica esta información generada a la base de datos sumario. Esta información es compilada después del turno y es archivada en base de mes a mes.



### 2.1.3.7. Equipos de Carguío y Acarreo

Dentro de los procesos productivos de mayor costo se encuentra el carguío y transporte de material, debido a que es el proceso con mayor cantidad de equipos involucrados (flota), alto grado de mecanización, menor rendimiento productivo por equipo y constituye un proceso de operación prácticamente continuo y lento.

#### Carguío

Constituye una de las etapas que forma parte del proceso de explotación a rajo abierto. Se refiere específicamente a la carga de material mineralizado del yacimiento. Ésta se realiza en las bermas de carguío, las que están especialmente diseñadas para la actividad.

#### Acarreo

El acarreo consiste en el transporte de materiales desde los sitios de excavación o producción, hasta los sitios de disposición o aplicación.

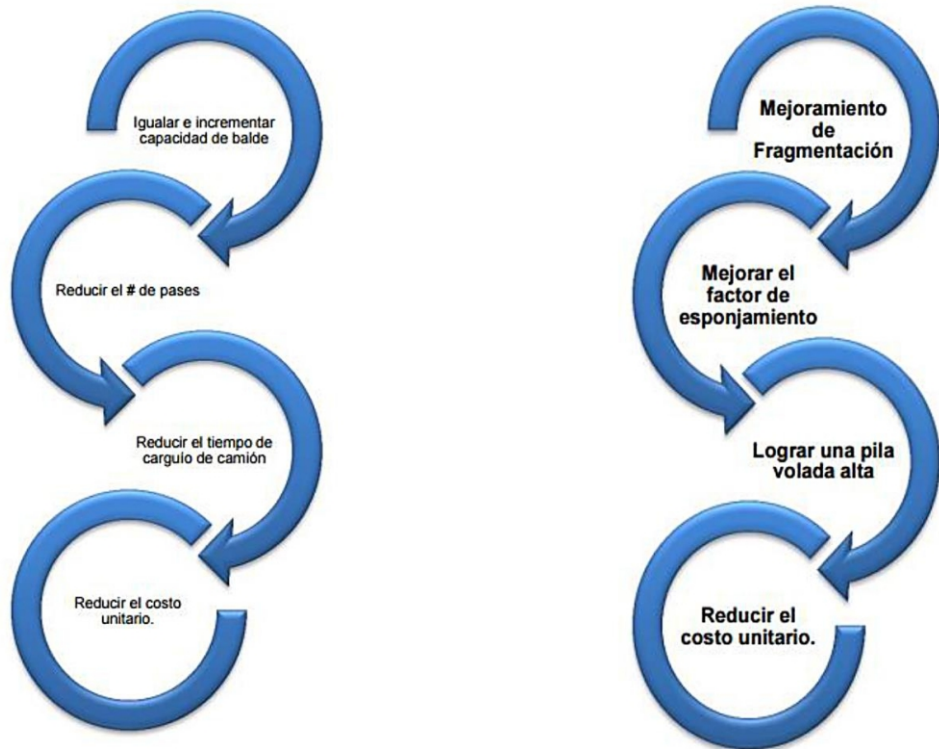
#### 2.1.3.7.1. Secuencia de carguío y acarreo

1. Preparación de la zona de trabajo.
2. Posicionamiento de equipos.
3. Retirar el material volado desde la frente de trabajo (Carguío).
4. Traspaso del material al equipo de transporte dispuesto para el traslado.
5. Transporte del material a su lugar de destino (Planta, acopio, botaderos, etc.).

6. Descarga del material.
7. Retorno del equipo de transporte al punto de carguío (si es que se requiere su retorno).

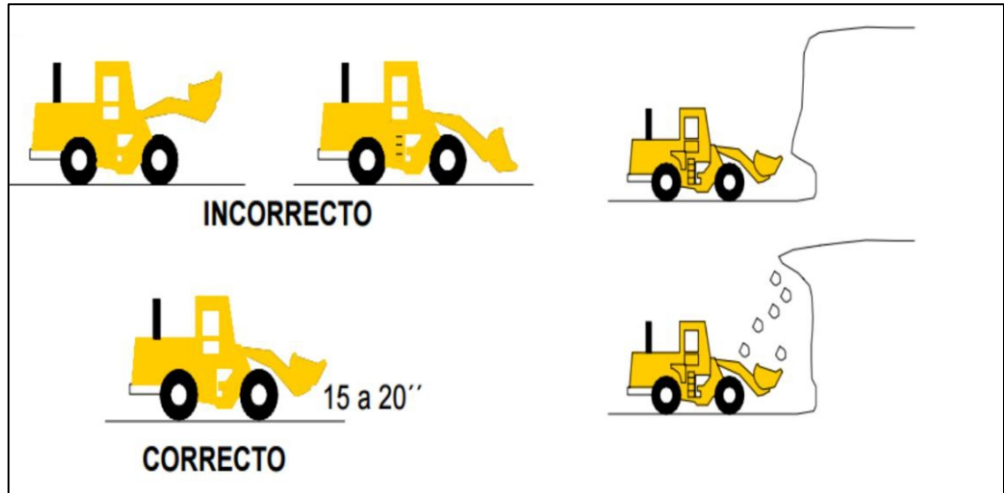
Fuente: Universidad Nacional de Cajamarca-Análisis de Sistemas Mineros  
 Imagen N° 43. SECUENCIA DE CARGUÍO Y ACARREO

### 2.1.37.2. Análisis del carguío y acarreo

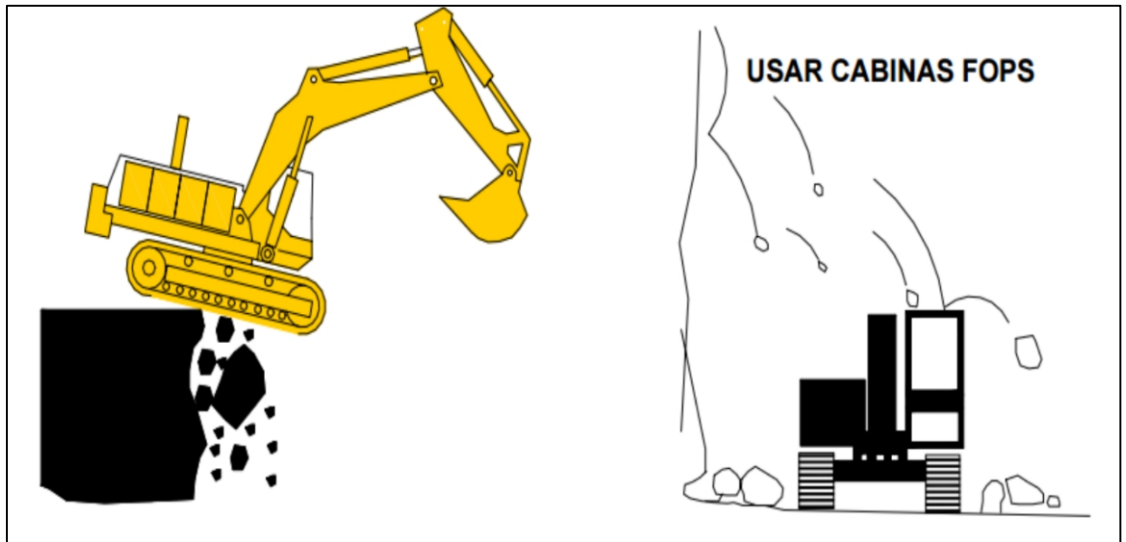


Fuente: Universidad Nacional de Cajamarca-Análisis de Sistemas Mineros  
 Imagen N° 44. ANÁLISIS DE CARGUÍO Y ACARREO

### 2.1.3.7.3 Riesgos asociados al carguío y acarreo



Fuente: Universidad Nacional de Cajamarca-Análisis de Sistemas Mineros  
Imagen N° 45. RIESGOS ASOCIADOS AL CARGUÍO Y ACARREO



Fuente: Universidad Nacional de Cajamarca-Análisis de Sistemas Mineros  
Imagen N° 46. RIESGOS ASOCIADOS AL CARGUÍO Y ACARREO

### 2.1.3.8. Estudio de Costos en Minería

Los costos son los valores de los recursos reales o financieros utilizados para la producción en un periodo dado. Si tomamos esta definición, podemos asegurar que los costos serán la mejor información para la toma de decisiones en una actividad, esto porque, el valor de cada componente de la actividad

puede ser monitoreado, analizado y optimizado.

En minería la gestión de los costos es la estrategia competitiva a optar debido que es un sector que depende directamente de los precios internacionales de los metales. La variable controlable por los operadores mineros son los costos del proceso. Entonces los costos en la actividad minera deben de ser calificados como estratégicos, debido a que las decisiones que se tomen en torno a ellos tendrán impacto sobre la viabilidad de la empresa.

Los Costos son considerados estratégicos en Minería porque:

Ayudan a planificar mejor el futuro de la organización.

Informa a tiempo a los responsables de los procesos.

Corrige la asignación de los recursos.

Permite lograr una ventaja competitiva.

Están basados en una filosofía de cadena de valor.

Permiten conocer la performance de los responsables de las actividades.

Incentiva la productividad.

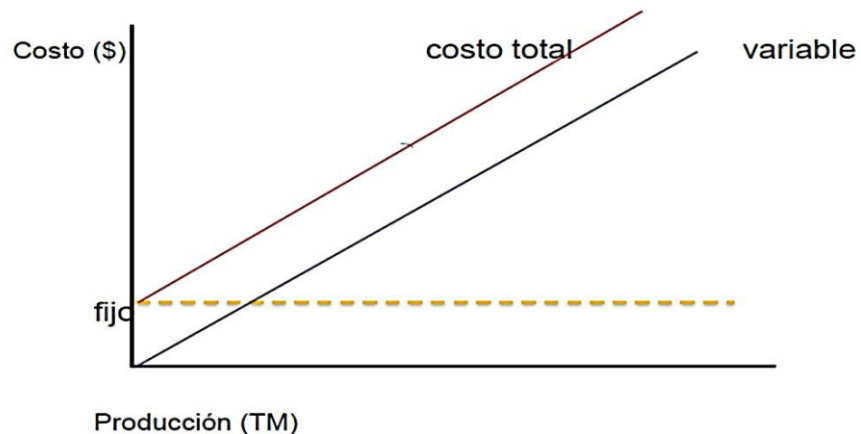
Es de amplia participación.

#### 2.1.3.8.1. Tipos de costos

Para el análisis de costos totales generalmente se dividen los costos en:

Fijos: aquellos que por su naturaleza son independientes al volumen de producción (Ej. Mano de obra, alquiler de equipo, etc.)

Variables: son aquellos que son directamente proporcionales al volumen de producción en el periodo dado (Ej. Llantas, Combustible, energía eléctrica, etc.)



Fuente: Universidad Nacional de Piura-Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial  
Imagen N° 47. TIPOS DE COSTOS

Los costos fijos son una línea paralela al eje de la producción (P)

Los costos variables son una función de la producción (P), es decir que aumentan en función al aumento de la producción. El costo total es la suma de los costos anteriores.

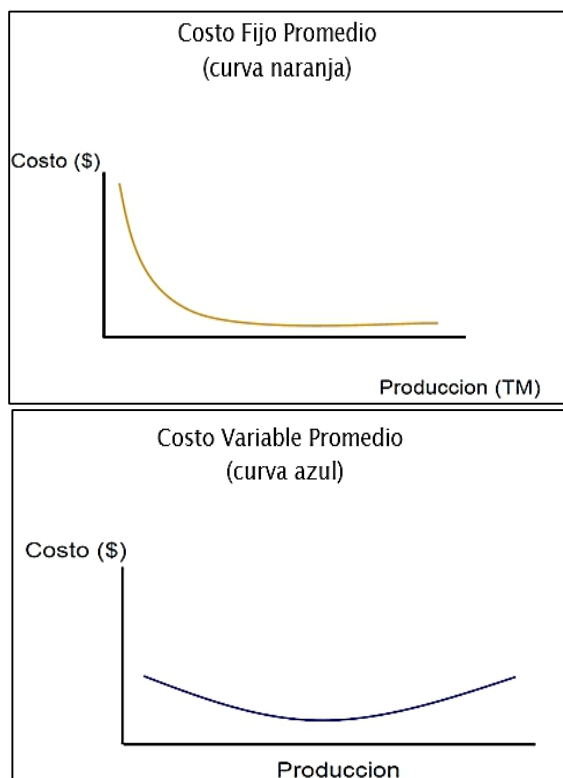
Los costos promedios o unitarios, son el resultado de dividir el costo total entre las unidades producidas.

El costo promedio fijo (CPF) resulta de la división del costo fijo total (CFT) entre la producción (P).

El costo promedio fijo se representa como una curva decreciente

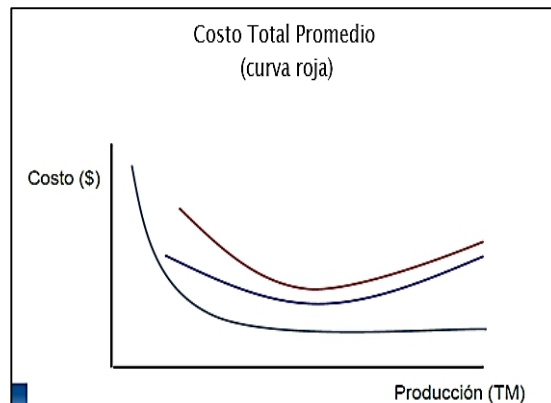
con aproximación asintótica al eje de la producción.

Interpretando esta curva podemos decir, que a mayor producción el costo promedio baja, sin embargo, en un punto estabiliza.

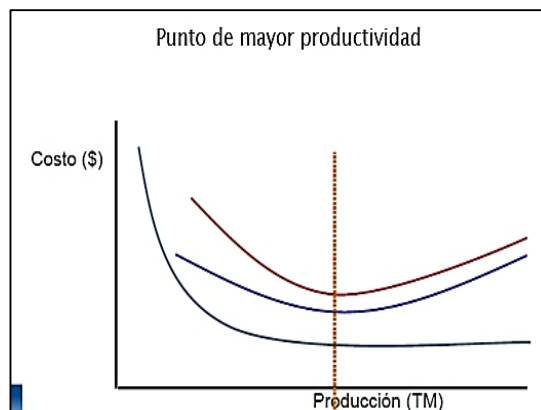


- El costo variable promedio (CVP) se calcula al dividir el costo variable total (CVT) por la cantidad producida (P).
- El costo variable promedio se representa gráficamente con una curva en forma de U, la cual refleja la eficiencia de producción ascendente y luego descendente según los cambios de volumen.
- Interpretando esta curva podemos decir que existe una cantidad producida donde el costo variable es el más eficiente, luego este costo volverá a incrementarse.

Fuente: Universidad Nacional de Piura-Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial  
Imagen N° 48. TIPOS DE COSTOS



- El costo total promedio (CTP) se calcula al dividir el costo total (CT) por la cantidad producida (P), o de sumar el CPF mas el CVF.
- Interpretando la curva podemos decir que existe una cantidad de producto optimo, donde el costo punto el costo volverá a incrementarse.



- La producción optima con el menor costo es el punto mínimo de las curvas CPT y CPV (punto de mayor productividad).
- Para determinar este punto se debe llevar estadísticas de la producción y los costos. Estas permiten graficar las curvas correspondientes.

Fuente: Universidad Nacional de Piura-Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial  
Imagen N° 49. TIPOS DE COSTOS

## CAPÍTULO III

### ANÁLISIS DEL SISTEMA DISPATCH EN MINERA SHOUGANG HIERRO

#### PERÚ

#### 3.1. SISTEMA DE DESPACHO. ¿QUÉ ES EL DISPATCH?

Sistema de asignación dinámica (interacción) de camiones, basado en esquemas de control de tiempos de ciclo pala-camión, asociados a un destino conocido. Herramienta de gestión que busca optimizar la asignación de camiones a palas, maximizando la utilización del tiempo y minimizando las pérdidas, en tiempo real.

#### 3.2. IMPORTANCIA DEL DISPATCH

Una de las funciones del sistema Dispatch es controlar el balance de los camiones con equipos de carguío de forma que el carguío y acarreo esté siempre correcto, esto conlleva a que el queue (es el resultado de dividir la sumatoria de todos los tiempos operativos en que los camiones están en cola entre la sumatoria del total de horas operativas de todos los camiones) y el hang (Es el resultado de dividir la sumatoria de



minutos operativos en que la pala no tiene camiones entre la sumatoria de minutos operativos de la pala) mantengan parámetros de 8% y 15% respectivamente. Esto se lograba no permitiendo que el equipo de carguío se quede sin camiones y tengan que esperar o viceversa, que los camiones hagan cola para ser cargados. Es así como si en algún momento ocurre un desbalance en el ciclo de carguío de acarreo, en la cual haya insuficientes equipos de carguío para los camiones, se deberán alargar las distancias para evitar las colas en las palas y cargadores, provocando un mayor tiempo de viaje vacío o cargado de los camiones.

### 3.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DISPATCH

#### 3.3.1. Operación básica del sistema

Básicamente el sistema está encargado de registrar cada uno de los eventos que se producen durante los distintos ciclos de operación. Es en base a esta información que el sistema es capaz de determinar la ruta óptima de acarreo. Las operaciones básicas que desarrolla el sistema son las siguientes:

1. Registro de eventos relevantes del ciclo de acarreo.
2. Transmisión instantánea de datos y posterior decodificación.
3. Software del sistema registra y guarda los datos.
4. Software procesa información y realiza asignaciones óptimas para camiones de extracción.
5. Envío de asignación al camión de extracción respectivo.

### 3.3.2. Algoritmo del sistema Dispatch

Para comprender el algoritmo utilizado por el sistema Dispatch se debe tener en consideración que este sistema maneja una gran cantidad de información y variables, de manera de generar una asignación óptima y eficiente. Los principales datos que debe manejar son los siguientes:

Una red de rutas de acarreo que contiene cada uno de los caminos.

Pendientes y distancias de cada uno de los caminos.

Tiempos de viaje (históricos y en tiempo real) entre puntos de carga, botaderos y balizas (beacon) virtuales intermedias en ruta.

Tiempos de maniobra y descarga en botadero y chancado.

Restricciones operativas tales como prioridad de palas, capacidad de botaderos, chancado, etc.

Es sobre la base de esta información, ya sea histórica o en tiempo real, que el sistema realiza las asignaciones, mediante algoritmos que se encuentran en los tres subsistemas presentes:

Mejor Ruta (MR – Best Path): Cambios en la topografía.

Programación Lineal (PL – Lineal Programming): Cambios importantes en las variables dependientes del tiempo.

Programación Dinámica (PD – Dynamic Programming): Asignación en tiempo real.

### 3.3.3. Componentes del sistema

Dispatch requiere de numerosos y variados componentes para funcionar de manera óptima y confiable en su función de despachador. Sus principales componentes son:

Sistema Computarizado de Campo (FCS) que consta de una consola gráfica (GC) y una unidad central (Hub), instalados en palas, camiones, equipos auxiliares y chancado.

Enlace radial de datos

Computador central en el centro de información Dispatch

Software

Tecnología GPS

### 3.3.4. Elementos adicionales

La principal función de Dispatch es la asignación óptima y automática de rutas de acarreo; sin embargo, como una forma de incrementar la productividad y reducción de gastos de operación en la mina el sistema cuenta con algunos elementos adicionales como son:

Sistema GPS para Palas

Sistema GPS para Perforadoras

Sistema GPS para Tractores (dozers)

Rastreo de Mantenimiento

Mezcla de materiales

Capacidad de simulación

Monitoreo de signos vitales de maquinaria y equipo pesado

Control de perforación

Rastreo de equipos auxiliares

Informes extensos

### 3.4. INDICES OPERACIONALES

#### DISPONIBILIDAD MECÁNICA:

$$Dfm = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo Nominal}} \times 100\%$$

#### UTILIZACIÓN EFECTIVA :

$$Ut Ef = \frac{\text{Tiempo Efectivo}}{\text{Tiempo Disponible}} \times 100\%$$

#### % PERDIDAS OPERACIONALES:

$$\% PO = \frac{\text{Tiempo Pérdidas Operacionales}}{\text{Tiempo Disponible}} \times 100\%$$

**DISPONIBILIDAD MECÁNICA:** Fracción porcentual del tiempo nominal en que el equipo se encuentra en condiciones mecánicas para operar.

**UTILIZACIÓN EFECTIVA :** Corresponde a la fracción porcentual del tiempo disponible, en donde el equipo se encuentra en producción pura (Sin PO).

**%PO:** Fracción porcentual de tiempo disponible, en el que el equipo genera pérdidas operacionales (colas).

### 3.5. CARGUÍO

**OBJETIVO:**

Cargar el material tronado desde la frente de carguío, en camiones de extracción, de una forma eficiente y segura, con el fin de generar los espacios suficientes para la perforación y tronadura de las siguientes expansiones.

#### 3.5.1. Descripción

El tiempo involucrado en cada una de las maniobras que se ejecutan en la zona de carga son los siguientes:

1. Espera por Pala: Tiempo que transcurre desde la llegada del camión a la zona de carga y el inicio del aculatamiento.
2. Aculatamiento: Tiempo durante el cual el camión maniobra para tomar ubicación a uno de los costados de la Pala.
3. Espera por Carga: Tiempo durante el cual el camión ya posicionado al costado de la Pala espera a que esta inicie la carga. Dentro de esta maniobra se tiene el siguiente desglose:

Espera por Carga: Tiempo durante el cual la Pala se encuentra cargando otro camión, estando un segundo en posición de carga.

Espera por ½ Giro: Tiempo en el cual el camión debe esperar para que la Pala una vez cargado el camión precedente, vuelva a poner el balde en posición de ataque.

Espera por Excavación: Tiempo durante el cual el camión espera que la Pala ataque el frente, llene el balde y gire hacia él para volcar la carga sobre su tolva.

4. Carga: Tiempo durante el cual la Pala se encuentra vaciando material sobre la tolva del camión.

### 3.5.2. ¿Por qué Dispatchen Carguío?

La necesidad de obtener de los equipos de carguío y transporte la máxima eficiencia implica la necesidad de evitar cualquier pérdida operacional que se pueda generar, principalmente en transporte, es así como la forma óptima de carga consiste en un flujo controlado de camiones hacia la pala, que permita intervalos ininterrumpidos de carga entre uno y otro, sin hacer cola en la zona de carga, así también el balde de Pala no debe tener esperando una tolva por carga, sino que la llegada de la tolva debe ser coincidente con la descarga del balde, es decir de forma sincronizada y simultánea.

### 3.5.3. Tiempo de Ciclo según Dispatch

En el carguío, el sistema de despacho determina cada uno de los tiempos de operación en base a cortes de tiempo entre los distintos cambios de estado que digitan en la consola, tanto los operadores de pala y de camión, así como también algún cambio realizado por el despachador. Principalmente el sistema calcula los tiempos globales de carga, espera por camión y detenciones. Para indicar de manera más simple los distintos cortes de tiempos que se utilizan para el cálculo, se muestra la siguiente figura, indicando la diferencia aritmética que realiza el sistema.

Condición del punto de Carga a la Llegada de Camión	Maniobra	Diferencia Aritmética
	Carga	( 3 - 2 )
	Acuatamiento	( 2 - 1 )
	Espera por Camión	( 3 - 1 )
	Carga	( 6 - 5 )
	Acuatamiento	( 5 - 3 )
	Espera por Pala	( 4 - 3 )

TABLA N° 50. MEDICIÓN DEL TIEMPO DE CARGA

### 3.6. ACARREO

OBJETIVO:

Transportar el material desde la frente de carguío hacia los distintos puntos de descarga (chancado, botadero, stock), de manera eficiente y segura, para cumplir con los requerimientos de desarrollo y producción, este último basado en el abastecimiento de mineral a planta.

Los tiempos críticos que se presentan en el ciclo de transporte comprenden una serie de maniobras, que se inician en el momento de ser despachados por el operador de pala (digitación en la consola) y finaliza con una nueva asignación luego de verter el material. Durante este trayecto también conjugan las velocidades en rutas, determinadas principalmente por el tipo de camión y la pendiente de cada tramo, así como también el abastecimiento de combustible. Cada uno de los tiempos críticos se detalla a continuación:

### 3.6.1. Maniobra y Descarga en Chancado

La maniobra realizada para la descarga en chancado es idéntica a la realizada en botadero o stock, solo difieren en la inexistencia de tiempos de espera en los dos últimos. Con esta analogía se definen como iguales los tiempos involucrados en la Maniobra y Descarga en chancado, stock y botadero, por lo que el análisis y evaluación se hará solo para la zona de chancado (solo en esta se registran tiempos de espera). Los tiempos involucrados para esta son:

1. Espera por Chancado: Tiempo que transcurre desde la llegada del camión a la zona de descarga y el inicio del aculatamiento.
2. Aculatamiento: Tiempo durante el cual el camión maniobra y aculata para tomar ubicación en una de las puertas de descarga del chancador.
3. Espera por Descarga: Tiempo durante el cual el camión, ya posicionado en la puerta de descarga espera a que el operador de chancado le dé luz verde en el semáforo con que cuentan estas instalaciones, el que sirve para indicar que el camión puede descargar.
4. Espera LV -Descarga: Tiempo que demora el camión desde que se le autoriza para la descarga (luz verde del semáforo) hasta iniciar el levante de tolva.
5. Descarga: Tiempo que transcurre desde que el camión comienza a levantar su tolva, vacía el mineral en el chancado y retorna la tolva a su posición original.
6. Salida: Tiempo que transcurre desde que el camión ha descargado el mineral y la salida del camión al destino asignado por el sistema.



### 3.6.2. Situación óptima de Descarga

Una forma óptima de descarga es evitar las colas que se producen en el sector de vaciado de mineral. Para controlar y disminuir estas, se tiene la posibilidad de descarga en ambas puertas; sin embargo, esto no es suficiente, pues el hecho de estar un camión aculatado en chancado no significa una efectividad de su tiempo, esto ocurre solo si se está descargando el mineral. La necesidad de mantener un flujo continuo de mineral requiere de un abastecimiento también continuo a chancado. Se debe mantener entonces un flujo ininterrumpido y controlado de la llegada de camiones a estos puntos de vaciado, sin que se produzcan colas entre uno y otro, además este flujo debe permitir una descarga fluida; es decir, no debe existir un camión aculatado esperando por descarga. Es por esta razón que una frecuencia de llegada muy corta entre uno y otro equipo no genera la eficiencia deseada, más bien redundante en colas y una apreciación visual errónea en terreno. De esta manera la frecuencia de llegada debe ser tal que permita tanto la maniobra y descarga de mineral, como también su trituración.

En términos de maniobra la llegada de los camiones debe ser expedita (sin colas), iniciar la descarga en forma simultánea y sincronizada con el fin del aculatamiento (luz verde en chancado), luego bajar la tolva, ser asignado y salir de la zona.

#### 3.6.2.1 Tiempo de Ciclo según Dispatch

En esta maniobra, al no contarse con información en detalle para cada maniobra que se ejecuta, el sistema está programado con un tiempo de noventa (90) segundos para la maniobra y descarga de material en sí, la que es utilizada para calcular el tiempo de cola (el resto de tiempo corresponde a espera).

Maniobra	Diferencia Aritmética
Maniobra y Descarga	90 segundos
Espera	Camión (n): $(2 - 1) - 90$ segundos
	Camión (n +1): $(4 - 3) - 90$ segundos

TABLA N° 51. MEDICIÓN DEL TIEMPO DE MANIOBRA Y DESCARGA

### 3.6.3. Acarreo (Perfiles de Transporte)

#### 3.6.3.1. Perfiles de Transporte

Las rutas de acarreo usualmente se caracterizan por la variabilidad de pendientes que hay en los distintos caminos, lo que asociado al modelo de camión de extracción que circula por ella determinará una variabilidad en las velocidades que se desarrollan en cada una de estas rutas. Un punto fundamental en la evaluación de velocidades en los distintos perfiles de transporte, es la condición de viaje en que va el equipo, es decir si viaja cargado o vacío.

#### - VIAJE CARGADO

Contempla el tiempo de viaje que utiliza y distancia que recorre el camión de extracción cargado, desde el momento en que el operador de pala le indica su salida hasta el anuncio de la llegada a destino (punto de descarga), quedando así en condiciones de maniobrar y descargar.

#### - VIAJE VACÍO

Contempla el tiempo de viaje que utiliza y distancia que recorre el camión de extracción vacío, desde el final de su descarga y posterior asignación, hasta el anuncio de su llegada al destino asignado (punto de carga), para iniciar posteriormente el aculatamiento en cancha.

Cabe señalar que, durante ambos viajes, podría ocurrir algún tipo de obstrucción en ruta, provocado principalmente por caminos angostos, equipos mal ubicados (mecánica de terreno) o bien trabajos en ruta, lo que genera esperas en ruta, sin embargo, estas no siempre son contabilizadas como tal y habitualmente son agregadas a los tiempos de viaje ya indicados.

### 3.6.3.2. Tiempos de Viaje según Dispatch

En las rutas de acarreo, ya sea cargado o vacío, el tiempo registrado para ambas situaciones será la diferencia entre el anuncio de llegada al destino asignado y el despacho previo desde el punto de carga.

### 3.6.3.3. Detenciones Programadas

En la Compañía Minera Shougang Hierro Perú, solo existen dos detenciones programadas, referidas ambas a detenciones que realizan los operadores en el Cambio y Medio Turno. Una tercera detención que se realiza, a pesar de no ser programada, es de vital importancia para el normal funcionamiento de los equipos de transporte, el Abastecimiento de Petróleo, el que será, en este estudio, abordado como una detención programada.

- CAMBIO DE TURNO

Corresponde al tiempo utilizado para realizar el relevo de operadores a los distintos equipos de producción y apoyo. En cada fin de turno e inicio del siguiente, los operadores del turno saliente detienen los equipos en alguno de los sectores habilitados para el relevo, mientras que los operadores del turno entrante toman los vehículos que los llevarán a los puntos de la mina en donde se

encuentran detenidos los equipos a los que fueron asignados, para ponerlos nuevamente en operación. Este relevo es realizado en terreno.

○ MEDIO TURNO

Tiempo utilizado por los operadores de equipos para hacer una detención en ruta en la mitad cronológica del turno. Los operadores detienen sus equipos en los puntos indicados para esta detención o en ruta, por un lapso de treinta minutos. Luego de lo cual vuelven a la operación.

○ ABASTECIMIENTO DE PETRÓLEO

La maniobra comienza una vez que el camión sale de la ruta de acarreo e ingresa a una de las estaciones de petróleo, se detiene completamente y comienza el llenado, esta finaliza una vez que el estanque de combustible está lleno, lo que es percatado en forma visual por el bombero (derrame de petróleo), este señala el volumen de carga y da la salida al equipo, el que nuevamente es asignado a un destino y se pone en ruta.

Los tiempos involucrados en esta detención y su descripción son las siguientes:

1. Espera Petrolera. Tiempo que transcurre desde la llegada del camión a la petrolera y el inicio de la instalación de mangueras.
2. Instalación de Mangueras. Tiempo en el que el operador de la petrolera instala la manguera en la válvula del estanque del combustible e inicia la carga.
3. Carga de Combustible. Tiempo en que se carga el combustible.

4. Desinstalación de Mangueras. Tiempo en el que el operador de la petrolera quita la manguera desde la válvula del estanque del combustible.
5. Salida. Tiempo en que demora de salir del sector el camión ya reabastecido.

○ CALCULO DE TIEMPO DE DETENCIÓN SEGÚN DISPATCH

Para el cálculo de los tiempos de detención, el sistema de despacho realiza la resta aritmética de cambios de estatus que los operadores se digitan en la consola del equipo; es decir, una detención ya sea programada o no es contabilizada en tiempo desde que el equipo adquiere ese estatus, hasta que nuevamente queda operativo, fuera de servicio o bien en reserva.

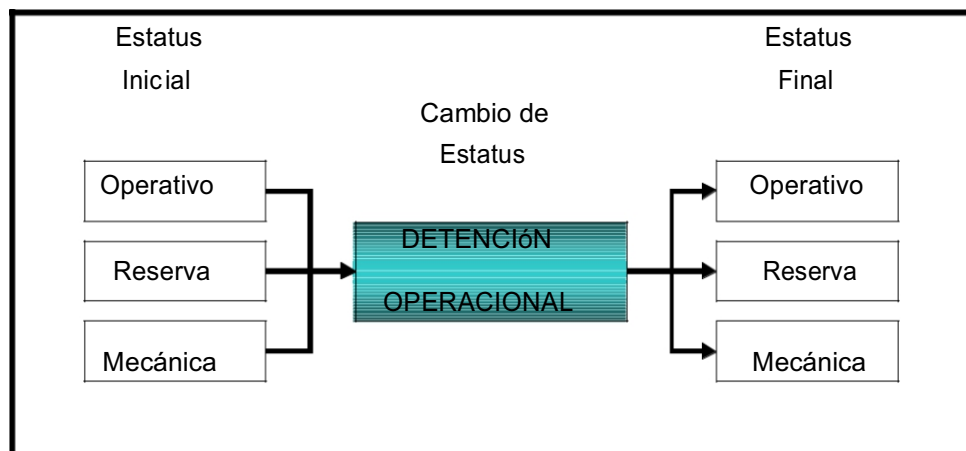


FIGURA N° 52. MEDICIÓN DE TIEMPO DE DETENCIÓN

## CAPITULO IV

### PLANIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO

Para la optimización de las operaciones de carguío y acarreo en las operaciones de la Compañía Minera Shougang Hierro Perú, se tuvo que recurrir a una adecuada técnica de dimensionamiento de los equipos de carguío y acarreo tomando para ello la información histórica de las operaciones de minado y los planes del planeamiento mensual. (Esto obtenido del área de planeamiento).

El dimensionamiento adecuado de las operaciones de minado dentro de la optimización trae como consecuencia el análisis de los equipos de carguío y acarreo frente a esta necesidad de producción de la mina.<sup>8</sup>

Dentro de los cálculos anteriores se siguieron un conjunto de cálculos tomados para el dimensionamiento de los distintos equipos de perforación, carguío y transporte dentro de los cuales se tuvieron los siguientes cálculos como son:

---

<sup>8</sup> Fuente: Huarocc Ccanto, P. (2014). Optimización de Carguío y Acarreo de Mineral Mediante el uso de indicadores claves de desempeño U.M. Chuco II de la E.M. UPKAR MINING S.A.C, Huancayo.

#### 4.1. OPERACIÓN UNITARIA DE CARGUIO

Dentro del dimensionamiento de la operación unitaria de carguío se tuvieron que evaluar una serie de cálculos dentro de los cuales se tienen.

$T$  = Tonelaje total a mover por período (toneladas).

$V_b$  = Volumen del balde del equipo de carguío (metros cúbicos).

$FL_c$  = Factor de llenado del equipo de carguío (%).

$\beta$  = Esponjamiento del material (%).

$FM$  = Factor del material que castiga el tiempo del ciclo de carguío por causa de alguna propiedad del material que haga más difícil su manipulación (%).

$TC_c$  = Tiempo de ciclo del carguío (horas).

$DF_c$  = Disponibilidad física del equipo de carguío (%).

$UT_c$  = Factor de utilización del equipo de carguío (%).

$FO_c$  = Factor operacional del equipo de carguío (%).

$HT_c$  = Horas trabajadas por turno del carguío (horas).

$TD_c$  = Turnos trabajados por día para el carguío (turnos/día).

$DP_c$  = Días por período para el carguío (días).

$\gamma$  = Densidad del material (toneladas/metro cúbico).

$C_c$  = Capacidad del equipo de carguío (toneladas por palada).

RHc = Rendimiento horario del equipo de carguío (toneladas/hora).

RDc = Rendimiento diario del equipo de carguío (toneladas/día).

La capacidad del equipo de carguío resulta de:

$$C_c = V_b \times F_{Lc} \times \gamma / (100 + ) \text{ (ton/palada)}$$

El rendimiento horario de un equipo de carguío resulta de:

$$RH_c = (C_c \times D_{Fc} \times U_{Tc} \times F_{Oc} \times F_M \times 10^{-8}) / T_{Cc} \text{ (ton/hra)}$$

El rendimiento diario de un equipo de carguío resulta de:

$$RD_c = RH_c \times H_{Tc} \times T_{Dc} \text{ (ton/día)}$$

El rendimiento por período de un equipo de carguío resulta de:

$$RP_c = RD_c \times D_{Pc} \text{ (ton/período)}$$

El número de equipos requeridos para cumplir con la producción del período resulta de:

$$N^{\circ}\text{Equipos Carguío} = T / RP_c$$

#### 4.2. OPERACIÓN UNITARIA DE ACARREO

T = Tonelaje total a mover por período (toneladas).

Cc = Capacidad del equipo de carguío (toneladas/palada).

Ctt = Capacidad del equipo de acarreo (toneladas).

FLt = Factor de llenado del equipo de acarreo (%)

TCc = Tiempo de ciclo del carguío (horas).



TCt = Tiempo de ciclo del acarreo (horas).

TMt = Tiempo de maniobras del equipo de acarreo (horas).

TVt = Tiempo de viaje del acarreo (horas).

TVct = Tiempo de viaje del acarreo cargado (horas).

TVdt = Tiempo de viaje del acarreo descargado (horas).

DFt = Disponibilidad física del equipo de acarreo (%).

UTt = Factor de utilización del equipo de acarreo (%).

FOt = Factor operacional del equipo de acarreo (%).

HTc = Horas trabajadas por turno del carguío o acarreo (horas).

TDe = Turnos trabajados por día para el carguío o acarreo (turnos/día).

DPc = Días por período para el carguío y acarreo (días).

NP = Número de paladas para cargar al equipo de acarreo.

RHt = Rendimiento horario del equipo de acarreo (toneladas/hora).

RDt = Rendimiento diario del equipo de acarreo (toneladas/día).

Además, tendremos que definir:

RD% = Resistencia a la Rodadura del equipo de acarreo (%).

P% = Pendientes máximas a vencer por el equipo de acarreo (%).

Perfiles de acarreo del período para el equipo cargado (en Kilómetros) como:

Dcht = Distancias Horizontales (pendiente 0%).

Dcst = Distancias en Subida (pendiente > 0%).

Dcbt = Distancias en Bajada (pendiente < 0%).

Dcct = Distancias en Curvas (con su respectiva pendiente).

Perfiles de acarreo del período para el equipo descargado (en Kilómetros) como:

Ddht = Distancias Horizontales (pendiente 0%).

Ddst = Distancias en Subida (pendiente > 0%)

Ddbt = Distancias en Bajada (pendiente < 0%)

Ddct = Distancias en Curvas (con su respectiva pendiente).

Velocidades desarrolladas por el equipo cargado (según catálogo, Km/hra) como:

Vcht = Velocidades en distancias horizontales (pendiente 0%+RD%).

Vcst = Velocidades en subida (P% + RD%).

Vcbt = Velocidades en bajada (P% - RD%).

Vcct = Velocidades en curvas (P% +/- RD%).

Velocidades de sarrolladas por el equipo descargado (según catálogo, Km/hra) como:

Vdht = Velocidades en distancias horizontales (pendiente 0%+RD%).

Vdst = Velocidades en subida (P% + RD%).

Vdbt = Velocidades en bajada (P% - RD%).

Vdct = Velocidades en curvas (P% +/- RD%).

De lo cual se obtiene los siguientes parámetros:

$$TVct = (Dcht / Vcht) + (Dcst / Vcst) + (Dcbt / Vcbt) + (Dcct / Vcct) \text{ (hrs)}$$

$$TVdt = (Ddht / Vdht) + (Ddst / Vdst) + (Ddbt / Vdbt) + (Ddct / Vdct) \text{ (hrs)}$$

$$TVt = TVct + TVdt \text{ (hrs)}$$

Entonces:

$$TCt = TMt + NP \times TCc + TVt \text{ (hrs)}$$

El número de paladas necesarias para cargar al equipo de acarreo está dado por:

$$NP = Ct / Cc \text{ (paladas)}$$

Cuyo resultado tendrá que ser analizado de modo que NP sea un número entero operacionalmente aceptable, es decir compatible con la operación y los criterios de selección (análisis del FLt).

El rendimiento horario de un equipo de acarreo resulta de:

$$RHt = NP \times Cc \times DFt \times UTt \times FOt \times 10^{-6} / TCt \text{ (ton/hra)}$$

Sabiendo que:

$$FLt = NP \times Cc \times 100 / Ct \text{ (\%)}$$

Entonces el rendimiento horario de un equipo de acarreo puede expresarse como:

$$RHt = FLt \times Ct \times DFt \times UTt \times FOt \times 10^{-8} / TCt \text{ (ton/hra)}$$

El rendimiento diario de un equipo de acarreo resulta de:

$$RDt = RHt \times HTc \times TDC \text{ (ton/día)}$$

El rendimiento por período de un equipo de acarreo resulta de:

$$RPt = RDt \times DPc \text{ (ton/período)}$$

Por lo tanto, el número de equipos requeridos para cumplir con la producción del período resulta de:

$$N^{\circ} \text{ Equipos Transporte} = T / RPt$$

#### 4.3. PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE

##### 4.3.1. Tiempo de ciclo de transporte (Tct)

Corresponde a la suma de los tiempos de las maniobras que realiza la máquina de transporte para completar un ciclo. Está compuesto por:

##### A. TIEMPO DE CARGA (Tc)

##### Calculo del Número de Paladas

Esto mediante la siguiente fórmula y su resultado se redondea al entero superior:

$$N^{\circ} \text{ DE PALADAS} = Ctt / [Cc \times FLB \times FE \times DMIS]$$

Ctt= Capacidad nominal del equipo de transporte (ton).

Cc= Capacidad de la pala del equipo de carguío (m3).

FLb= Factor de llenado del balde (%), se expresa como fracción decimal y corrige la capacidad del balde al volumen que realmente puede mover, dependiendo de las características del material y su ángulo de reposo, y la habilidad del operador del equipo para efectuar la maniobra de llenado del balde.

Fe= Factor de esponjamiento (%), corresponde al incremento fraccional del volumen del material que ocurre cuando está fragmentado y ha sido sacado de su estado natural (volumen in situ) y depositado en un sitio no confinado, puede expresarse como una fracción decimal o como un porcentaje.

DMis= Densidad del material in situ (ton/m<sup>3</sup>).

#### Cálculo del Tiempo de Carga (Tc)

$$TC = N^{\circ} \text{ DE PALADAS } \times TCc$$

#### B. TIEMPO DE GIRO, POSICIONAMIENTO Y DESCARGA (TMt)

El tiempo de maniobras de transporte depende de las condiciones de trabajo y del tipo de descarga del equipo. Como referencia, se entregan los valores de la siguiente tabla. Tiempos de giro, posicionamiento y descarga según tipo de descarga y condiciones de operación.

Condiciones de Operación	Tiempo según tipo de descarga (min)		
	Inferior	Trasera	Lateral
Favorables	0.3	1.0	0.7
Promedio	0.6	1.3	1.0
Desfavorables	1.5	1.5 - 2.0	1.5

Fuente: Educar Chile  
 TABLA N° 53. TIEMPO DE DESCARGA

C. TIEMPO DE POSICIONAMIENTO EN EL PUNTO DE CARGUÍO  
(TPc)

Corresponde al tiempo necesario para disponer del vehículo en el lugar de carguío

Condiciones de Operación	Tiempo según tipo de descarga (min)		
	Inferior	Trasera	Lateral
Favorables	0.15	0.15	0.15
Promedio	0.5	0.3	0.5
Desfavorables	1.0	0.5	1.0

Fuente: Educar Chile

TABLA N° 54. TIEMPO DE CARGUÍO

D. TIEMPO DE TRANSPORTE (TVt)

Está determinado por el peso del equipo y las condiciones de la vía. La velocidad de transporte dependerá de la calidad y pendiente del camino y del peso del equipo de transporte y su carga. El tiempo de transporte (TVt) se compone por el tiempo de viaje cargado (TVct) y el tiempo de viaje vacío (TVdt).

$$TVct \text{ (min)} = (Dcht / Vcht) + (Dcst / Vcst) + (Dcbt / Vcbt) + (Dcct / Vcct)$$

Donde:

Dcht (m)= Distancias horizontales (pendiente 0%).

Dcst (m)= Distancias en subida (pendiente > 0%)

Dcbt (m)= Distancias en bajada (pendiente < 0%).

Dcct (m)= Distancias en curvas (con su respectiva pendiente).

$V_{cht}$  (m/min) = Velocidades en distancias horizontales (pendiente 0%+RD%).

$V_{cst}$  (m/min) = Velocidades en subida (P% + RD%).

$V_{cbt}$  (m/min) = Velocidades en bajada (P% - RD%).

$V_{cct}$  (m/min) = Velocidades en curvas (P% +/- RD%).

RD%= Resistencia a la Rodadura del equipo de transporte (%), que corresponde al esfuerzo de tracción necesario para sobreponerse al efecto retardatorio entre los neumáticos y la vía. A modo de ejemplo, para un camino bien mantenido y seco de tierra y grava, la resistencia es de 2% del peso movilizado.

P%= Resistencia por pendientes máximas a vencer por el equipo de transporte (%), corresponde al esfuerzo de tracción necesario para sobreponerse a la gravedad y permitir el ascenso del vehículo en una vía con pendiente positiva (es decir, una vía que asciende). Corresponde a 1% del peso del vehículo por cada 1% de pendiente. Por ejemplo, un camino con 5% de pendiente tiene una resistencia por pendiente de un 5% del peso total movilizado (peso del camión más el peso de la carga).

$$TV_{dt} \text{ (min)} = (D_{dht} / V_{dht}) + (D_{dst} / V_{dst}) + (D_{dbt} / V_{dbt}) + (D_{dct} / V_{dct})$$

$D_{dht}$  (m)= Distancias horizontales (pendiente 0%).

$D_{dst}$  (m)= Distancias en subida (pendiente > 0%)

$D_{dbt}$  (m)= Distancias en bajada (pendiente < 0%).

$D_{dct} \text{ (m)} = \text{Distancias en curvas (con su respectiva pendiente)}$ .

$V_{dht} \text{ (m/min)} = \text{Velocidades en distancias horizontales}$   
 $(\text{pendiente } 0\% + RD\%)$ .

$V_{dst} \text{ (m/min)} = \text{Velocidades en subida } (P\% + RD\%)$ .

$V_{dbt} \text{ (m/min)} = \text{Velocidades en bajada } (P\% - RD\%)$ .

$V_{dct} \text{ (m/min)} = \text{Velocidades en curvas } (P\% \pm RD\%)$ .

Las velocidades de viaje vacío se obtienen de igual forma que para el equipo cargado.

$$TVt \text{ (min)} = TVct \text{ (min)} + TVdt \text{ (min)}$$

Entonces el tiempo de ciclo de transporte (TCt) viene dado por:

$$TCt \text{ (min)} = Tc + TMT + TPC + TVt$$



### 4.3.2. Datos obtenidos

#### A. DISTANCIA DE RUTAS DE ACARREO

MINA 5				
NIVEL	MATERIAL	DESTINO	TONELAJE	DISTANCIA
658	D/ER	CANCHA-53	230,412	3,199
646	D/ER	CANCHA-53	542,257	3,147
646	PO	PLANTA-2	622,299	3,343
646	BL(PO)	PLANTA-2	296,223	3,343
634	D/ER	CANCHA-53	997,355	3,404
634	D/ER	CANCHA-56	22,506	3,408
634	PO	PLANTA-2	64,259	3,706
634	BL(PO)	PLANTA-2	30,589	3,706
622	D/ER	CANCHA-53	872,000	3,565
622	D/ER	CANCHA-56	288,799	3,632
622	PO	PLANTA-2	240,125	3,611
622	BL(PO)	PLANTA-2	114,303	3,611
610	D/ER	CANCHA-53	460,000	3,758
610	D/ER	CANCHA-56	243,065	3,861
610	PO	PLANTA-2	243,509	3,821
610	BL(PO)	PLANTA-2	115,913	3,821
598	D/ER	CANCHA-53	280,000	3,855
598	D/ER	CANCHA-56	625,730	3,885
598	PO	PLANTA-2	101,462	3,825
598	BL(PO)	PLANTA-2	48,298	3,825
<b>TOTAL</b>			<b>6,439,104</b>	<b>3,556</b>

Fuente: San Martín Contratistas

TABLA N° 55. DISTANCIA PONDERADA DE RUTAS DE ACARREO

**DISTANCIAS DE RUTAS DE ACARREO PARA PRODUCCION 2019 CON DESTINOS ACANCHA 53/ 56 Y PLANTA 2**

NIVEL 658		NIVEL 646		NIVEL 646		NIVEL 646		NIVEL 634		NIVEL 634		NIVEL 634		NIVEL 634		NIVEL 622		NIVEL 622	
CANCHA 53		CANCHA 53		PLANTA 2		PLANTA 2		CANCHA 53		CANCHA 56		PLANTA 2		PLANTA 2		CANCHA 53		CANCHA 56	
MATERIAL ER/D		MATERIAL ER/D		MATERIAL PO		MATERIAL BL(PO)		MATERIAL ER/D		MATERIAL ER/D		MATERIAL PO		MATERIAL BL(PO)		MATERIAL ER/D		MATERIAL ER/D	
DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %
559	0.00%	314	0.00%	314	0.00%	314	0.00%	162	0.00%	237	0.00%	237	0.00%	237	0.00%	144	0.00%	307	0.00%
133	9.00%	133	9.00%	133	9.00%	133	9.00%	133	9.00%	266	9.00%	266	9.00%	266	9.00%	133	9.00%	132	9.00%
150	8.00%	133	9.00%	133	9.00%	133	9.00%	204	0.00%	31	0.00%	31	0.00%	31	0.00%	133	9.00%	266	9.00%
22	0.00%	150	8.00%	150	8.00%	150	8.00%	133	9.00%	266	9.00%	266	9.00%	266	9.00%	204	0.00%	31	0.00%
389	7.96%	22	0.00%	22	0.00%	22	0.00%	133	9.00%	593	8.09%	10	0.00%	10	0.00%	133	9.00%	266	9.00%
38	0.00%	389	7.96%	389	7.96%	389	7.96%	150	8.00%	38	0.00%	133	9.00%	133	9.00%	133	9.00%	593	8.09%
808	8.04%	38	0.00%	38	0.00%	38	0.00%	22	0.00%	300	8.00%	150	8.00%	150	8.00%	150	8.00%	38	0.00%
43	0.00%	808	8.04%	808	8.04%	808	8.04%	389	7.96%	137	8.76%	22	0.00%	22	0.00%	22	0.00%	300	8.00%
252	9.52%	43	0.00%	115	10.43%	115	10.43%	38	0.00%	34	0.00%	389	7.96%	389	7.96%	389	7.96%	137	8.76%
526	10.45%	252	9.52%	102	7.84%	102	7.84%	808	8.04%	368	9.78%	38	0.00%	38	0.00%	38	0.00%	34	0.00%
222	5.40%	526	10.45%	62	3.22%	62	3.22%	43	0.00%	311	9.64%	808	8.04%	808	8.04%	808	8.04%	368	9.78%
57	0.00%	222	5.40%	467	-1.28%	467	-1.28%	252	9.52%	503	8.34%	115	10.43%	115	10.43%	43	0.00%	311	9.64%
		117	0.00%	75	2.87%	75	2.87%	526	10.45%	302	4.63%	102	7.84%	102	7.84%	252	9.52%	503	8.34%
				329	0.94%	329	0.94%	222	5.40%	22	0.00%	62	3.22%	62	3.22%	526	10.45%	302	4.63%
				206	0.93%	206	0.93%	189	0.00%			467	-1.28%	467	-1.28%	222	5.40%	44	0.00%
												75	2.87%	75	2.87%	235	0.00%		
												329	0.94%	329	0.94%				
												206	0.93%	206	0.93%				
<b>3199</b>		<b>3147</b>		<b>3343</b>		<b>3343</b>		<b>3404</b>		<b>3408</b>		<b>3706</b>		<b>3706</b>		<b>3565</b>		<b>3632</b>	
230,412.00		542,257.00		622,299.00		296,223.00		997,355.00		22,506.00		64,259.00		30,589.00		872,000.00		288,799.00	

Fuente: San Martin Contratistas

TABLA N° 56 . RUTAS DE ACARREO CON DESTINOS A CANCHAS Y PLANTA 2 CANCHA 53 / 56 Y PLANTA 2

NIVEL 622		NIVEL 622		NIVEL 610		NIVEL 610		NIVEL 610		NIVEL 610		NIVEL 598		NIVEL 598		NIVEL 598		NIVEL 598	
PLANTA 2		PLANTA 2		CANCHA 53		CANCHA 56		PLANTA 2		PLANTA 2		CANCHA 53		CANCHA 56		PLANTA 2		PLANTA 2	
MATERIAL PO		MATERIAL BL(PO)		MATERIAL ER/D		MATERIAL ER/D		MATERIAL PO		MATERIAL BL(PO)		MATERIAL ER/D		MATERIAL ER/D		MATERIAL PO		MATERIAL BL(PO)	
DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %	DIST. (mts.)	G %
307	0.00%	307	0.00%	156	0.00%	385	0.00%	385	0.00%	385	0.00%	56	0.00%	127	0.00%	127	0.00%	127	0.00%
132	9.00%	132	9.00%	57	9.00%	264	9.00%	264	9.00%	264	9.00%	133	9.00%	133	9.00%	133	9.00%	133	9.00%
266	9.00%	266	9.00%	22	0.00%	266	9.00%	266	9.00%	266	9.00%	33	0.00%	129	0.00%	129	0.00%	129	0.00%
10	0.00%	10	0.00%	77	9.00%	31	0.00%	10	0.00%	10	0.00%	57	9.00%	264	9.00%	264	9.00%	264	9.00%
133	9.00%	133	9.00%	266	9.00%	266	9.00%	133	9.00%	133	9.00%	22	0.00%	266	9.00%	266	9.00%	266	9.00%
150	8.00%	150	8.00%	204	0.00%	593	8.09%	150	8.00%	150	8.00%	77	9.00%	31	0.00%	10	0.00%	10	0.00%
22	0.00%	22	0.00%	133	9.00%	38	0.00%	22	0.00%	22	0.00%	266	9.00%	266	9.00%	133	9.00%	133	9.00%
389	7.96%	389	7.96%	133	9.00%	300	8.00%	389	7.96%	389	7.96%	204	0.00%	593	8.09%	150	8.00%	150	8.00%
38	0.00%	38	0.00%	150	8.00%	137	8.76%	38	0.00%	38	0.00%	133	9.00%	38	0.00%	22	0.00%	22	0.00%
808	8.04%	808	8.04%	22	0.00%	34	0.00%	808	8.04%	808	8.04%	133	9.00%	300	8.00%	389	7.96%	389	7.96%
115	10.43%	115	10.43%	389	7.96%	368	9.78%	115	10.43%	115	10.43%	150	8.00%	137	8.76%	38	0.00%	38	0.00%
102	7.84%	102	7.84%	38	0.00%	311	9.64%	102	7.84%	102	7.84%	22	0.00%	34	0.00%	808	8.04%	808	8.04%
62	3.22%	62	3.22%	808	8.04%	503	8.34%	62	3.22%	62	3.22%	389	7.96%	368	9.78%	115	10.43%	115	10.43%
467	-	467	-1.28%	43	0.00%	302	4.63%	467	-	467	-1.28%	38	0.00%	311	9.64%	102	7.84%	102	7.84%
75	1.28%	75	2.87%	252	9.52%	63	0.00%	75	1.28%	75	2.87%	808	8.04%	503	8.34%	62	3.22%	62	3.22%
329	2.87%	329	0.94%	526	10.45%			329	2.87%	329	0.94%	43	0.00%	302	4.63%	467	-	467	-1.28%
206	0.94%	206	0.93%	222	5.40%			206	0.94%	206	0.93%	252	9.52%	83	0.00%	75	1.28%	75	2.87%
	0.93%			260	0.00%				0.93%			526	10.45%			329	2.87%	329	0.94%
												222	5.40%			206	0.94%	206	0.93%
												291	0.00%				0.93%		
3611		3611		3758		3861		3821		3821		3855		3885		3825		3825	
240,125.00		114,303.00		460,000.00		243,065.00		243,509.00		115,91300		280,000.00		625,730.00		101,462.00		48,298.00	

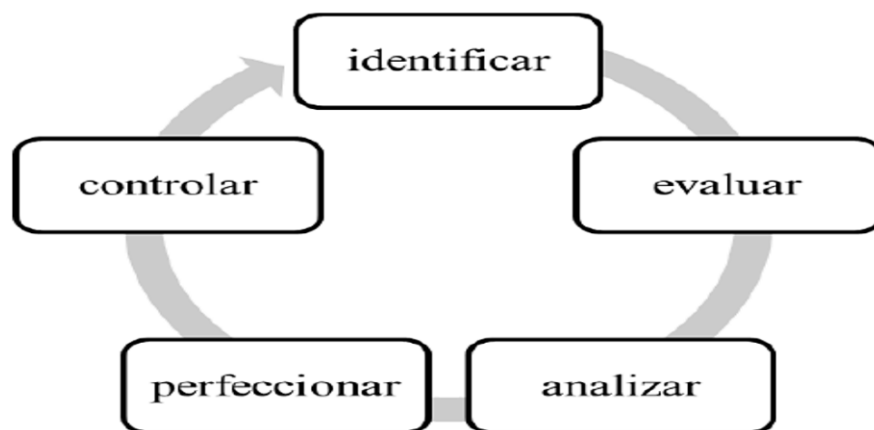
Fuente: San Martin Contratistas

TABLA N° 57. RUTAS DE ACARREO CON DESTINOS A CANCHAS Y PLANTA 2 CANCHA 53 / 56 Y PLANTA

## CAPÍTULO V

### COSTOS OPERATIVOS EN EL ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DISPATCH EN EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO EN MINERÍA A CIELO ABIERTO

#### 5.1.OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA OPERACIÓN MINERA DE CARGUÍO



La optimización de un proceso es el análisis continuo y estructurado de todas las fases, la identificación de las mejoras que se puedan realizar y el control de los resultados. Bajo esta premisa se debe utilizar una metodología que permita tener una visión

completa del proceso, que identifique las variables medibles y retro- alimente la información.

Identificar: Conocer las fases del proceso que pueden ser mejoradas.

Evaluar: Medir las variables que se puedan optimar.

Analizar: Establecer las mejoras que se puedan efectuar.

Perfeccionar: Implementar las mejoras que mejoran el proceso

Controlar: Evaluar los resultados de la mejora y medir su impacto en la operación

En el costeo generalmente se considera los:

Costos fijos: Intereses del capital invertido, depreciación, impuestos, seguros y mantenimiento

Costos variables: Energía o combustibles, lubricantes, reparaciones consumibles (cables, uñas, etc.) y mano de obra directa.

#### 5.1.1. Tipo de optimización

##### Optimización operativa

Mejorar el ciclo de carguío, incrementar el tiempo efectivo de carguío.

Incrementar la utilización efectiva de la máquina.

Una optimización operativa puede elevar los costos en algunas actividades, pero en el largo plazo siempre reducirá el costo total de operación.

La evaluación de costos debe ser siempre integral, evaluar todas las actividades para determinar el costo total. Muchas veces mejoramos el costo

de una sola actividad y el costo total se incrementa.

### 5.1.2. Descripción de equipos de carguío

#### A. Palas

Palas (eléctricas o hidráulicas) se utilizan principalmente en mediana y gran minería a cielo abierto.

Son de bajo costo por unidad de producción (costo unitario) y pueden manejar grandes volúmenes de material.

Son flexibles debido a que cada modelo puede combinarse con varios modelos de camiones.

Requieren buena programación y altos costos en el mantenimiento preventivo para evitar interrupciones en la producción.

Requieren de grandes volúmenes de material volado porque tienen poca movilidad para trabajar en varios frentes al mismo tiempo.

Para una misma producción, la energía eléctrica que consumen estos equipos resulta más económico que el consumo de combustible de una pala hidráulica. Sin embargo, se requiere de mayor infraestructura de distribución de energía eléctrica en el tajo.

El costo de inversión requerido es considerablemente mayor en el caso de una pala eléctrica.

## B. PALAS HIDRÁULICAS

Tienen mayor movilidad que las palas eléctricas de cable, aunque no están diseñadas para cambiar deposición de manera frecuente.

Con un menor costo de capital y un costo operacional levemente más alto que en el caso de las palas eléctricas, las palas hidráulicas poseen un rango de capacidades de balde menores (hasta 30yd<sup>3</sup>).

La cuchara de la pala puede estar instalada de manera frontal o inversa (como una retroexcavadora).

## C. CARGADOR FRONTAL

Son la alternativa al uso de palas eléctricas o hidráulicas.

Una de las mayores ventajas son su movilidad y la posibilidad de manejar grandes volúmenes de material (los cucharones más grandes superan las 40yd<sup>3</sup>).

Estos equipos deben maniobrar para descargar en el camión y para acceder a la frente de trabajo, a diferencia de las palas con base fija, que rotan entorno a la misma.

Los cargadores permiten mayor flexibilidad en la producción pues pueden desplazarse con relativa facilidad y rapidez de una frente de trabajo a otra.

Utilizan combustible por lo que el costo unitario es mayor que una pala.

El acarreo debe ser mínimo. Se utilizan en mediana y gran minería, tanto para minerales industriales como metálico.

### 5.1.3. Estimación de costo de carguío

Para estimar el costo de carguío, necesitamos seguir la siguiente secuencia:



Fuente: Ing. Salazar. Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial

Gráfico N° 58. ESTIMACIÓN DE COSTO DE CARGUÍO

### COMPARACIÓN DE COSTOS

Si bien los costos de capital y posesión son mayores en las palas el costo de operación es menor. La decisión económica es por las Palas ya que los costos de capital y posesión son recuperables, entonces el criterio es tener menor costos de operación.

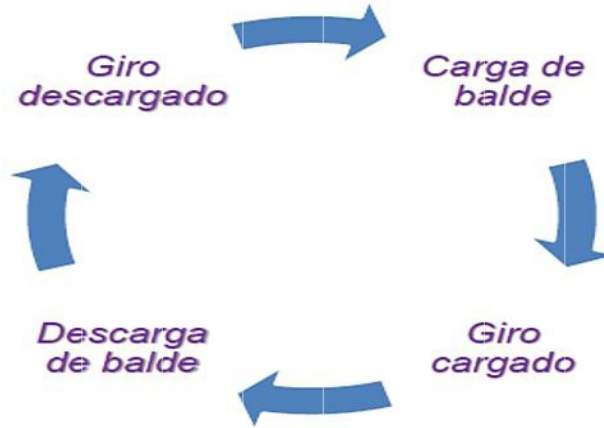
	Palas	CF
Costo Capital	30,000,000	24,000,000
Costo Posesión	64,800,000	37,440,000
Costo Operativo	53,909,000	61,704,000
Costo Accesorios	29,200,000	33,093,333
<b>total</b>	<b>177,909,000</b>	<b>156,237,333</b>

Cuadro N°59. COMPARATIVO DE COSTOS APROXIMADOS (PALAS Y CARGADOR FRONTAL)



### 5.1.4 Identificación de variables a optimizar

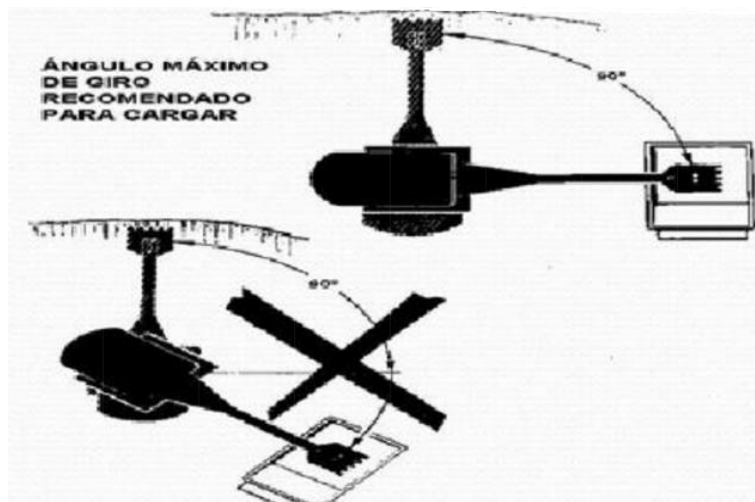
En el caso que estamos viendo, podemos identificar las siguientes variables que se pueden optimizar en ciclo de carguío.



Fuente: Ing. Salazar. Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial

Gráfico N° 60. CICLO DE CARGUÍO

De este ciclo; el GIRO representa la mayor parte del tiempo; entonces se debe de optimizar el giro de la pala.



Fuente: Ing. Salazar. Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial

Gráfico N° 61. GIRO DE LA PALA

- El arco de GIRO (ángulo entre el frente y la posición del camión) debe ser

menor de 90°.

- El ángulo donde se alcanza una eficiencia de 100% es de 70°.
- Existe una relación inversa entre el ángulo de giro y el rendimiento de la Pala, mientras menor sea este ángulo mayor rendimiento (productividad).
- Relación entre el arco de giro y el porcentaje de productividad:

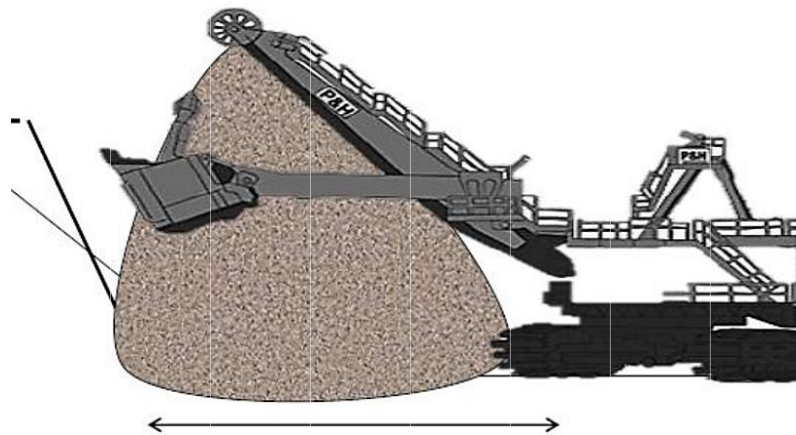
Arco de giro	Porcentaje aproximado de productividad óptima
45°	126%
50°	116%
60°	107%
70°	100% (estándar)
100°	88%
130°	77%
180°	70%

Fuente: Ing. Salazar. Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial

Cuadro N° 62. ARCO DE GIRO vs PRODUCTIVIDAD

#### A. ALCANCE ALFREENTE DE TRABAJO (RATIO DE EXCAVACIÓN)

Se define como la distancia que se necesita para que el cucharón o balde cargue el material volado (pila volada).



- El alcance mejora la productividad debido a que a mayor alcance menor desplazamiento hacia la pila volada.

- El alcance también está relacionado al Arco de Giro (ángulo de giro), si el giro se realiza sobre un punto es más eficiente que tener que retroceder para girar (caso de los cargadores).
- El alcance también permite que la pala se ubique de tal forma que los camiones sean cargados en ambos flancos, esto reduce el costo debido a que elimina el tiempo de espera del carguío por el cuadrado de camiones.

Los alcances o ratios de excavación, están relacionados a las capacidades de cuchara o balde, y característica de las palas.

Capacidad del balde	Radio de excavación	
	Pala hidráulica	Pala eléctrica
25.2m <sup>3</sup> (33.0 yd <sup>3</sup> )	16.5m	21m 17.5m
35.2m <sup>3</sup> (46.0 yd <sup>3</sup> )	24m 17.5m	24m
43.6m <sup>3</sup> (57.0 yd <sup>3</sup> )		

Fuente: Ing. Salazar. Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial

Cuadro N° 63. CAPACIDAD DE BALDE vs RADIO DE EXCAVACIÓN

La fragmentación determina la dificultad de excavación, así en las palas se puede apreciar:

Facilidad de excavación del material	Factor aproximado de llenado del balde	
	Pala eléctrica	Pala hidráulica
Excavación fácil	1.05- 1.20	.95- 1.05
Excavación media	1.00- 1.15	.90- 1.00
Excavación difícil	.90 - 1.00	.85 - .95
Excavación muy difícil	.85 - .95	.80 - .90

Fuente: Ing. Salazar. Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial

Cuadro N° 64. DIFICULTAD DE EXCAVACIÓN

## B. FACTOR DE COMPATIBILIDAD (MACH FACTOR)

- Este factor se refiere a compatibilizar las características del equipo de

carguío con las del equipo de acarreo.

- En el cuadro siguiente se ven la relación de las capacidades de cuchara y las de los camiones, así como el número de pases que se necesita para cargar.

<b>Apareamiento de las capacidades de pala hidráulica / camión</b>						
Capacidad nominal de camión Tonelada métrica (tonelada americana)		Capacidad pala				
		21m³ (28 yd³)	25m³ (33 yd³)	35m³ (46 yd³)	44m³ (57 yd³)	56m³ (73 yd³)
154	(170)	5 pasadas	4 pasadas	3 pasadas		
172	(190)	5 pasadas	4 pasadas	3 pasadas		
186	(205)	5-6 pasadas	4-5 pasadas	3 pasadas		
218	(240)	6-7 pasadas	5 pasadas	4 pasadas		
231	(255)	6-7 pasadas	5-6 pasadas	4 pasadas		
290	(320)		7 pasadas	5 pasadas		
327	(360)					
363	(400)					

<b>Apareamiento de las capacidades de pala eléctrica / camión</b>						
Capacidad nominal de camión Tonelada métrica (tonelada americana)		Capacidad pala				
		21m³ (28 yd³)	25m³ (33 yd³)	35m³ (46 yd³)	44m³ (57 yd³)	56m³ (73 yd³)
154	(170)	5 pasadas	3-4 pasadas	3 pasadas	2 pasadas	
172	(190)	5 pasadas	4 pasadas	3 pasadas	2-3 pasadas	2 pasadas
186	(205)	5-6 pasadas	4-5 pasadas	3 pasadas	3 pasadas	2 pasadas
218	(240)	6-7 pasadas	5 pasadas	3-4 pasadas	3 pasadas	2-3 pasadas
231	(255)	7 pasadas	5-6 pasadas	4 pasadas	3 pasadas	3 pasadas
290	(320)		7 pasadas	5 pasadas	3-4 pasadas	3 pasadas
327	(360)		8 pasadas	5-6 pasadas	4 pasadas	3-4 pasadas
363	(400)		8 pasadas	6 pasadas	5 pasadas	4 pasadas

Fuente: Ing. Salazar. Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial

Gráfico N° 65.FACTOR DE COMPATIBILIDAD

## 5.2.OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA OPERACIÓN MINERA DE ACARREO

### 5.2.1. Descripción de los equipos de acarreo

#### A. CAMIÓN

El camión corresponde al medio de acarreo más usado en explotación de minas.

Camiones convencionales se utilizan tanto en minería a cielo abierto, como en minería subterránea.

Los camiones convencionales aceptan tonelajes moderadamente bajos por ciclo (hasta 40 ton).

Los camiones fuera de carretera (o camiones mineros) están especialmente diseñados para acarrear tonelajes mayores.

Poseen características de diseño especiales para su utilización en minería.

Pueden acarrear sobre 350 toneladas de material encada ciclo, lo que genera un bajo costo de operación.

#### B. FAJAS TRANSPORTADORAS

Las principales dificultades de las fajas para el transporte de material de mina es la fragmentación, si existen fragmentos de gran tamaño, pueden dañar la faja o simplemente ser inmanejables para los sistemas de traspaso y carga.

Otro problema es la poca flexibilidad que otorga al tener una posición fija en la mina.

En casos donde el material extraído de la mina tiene una granulometría manejable, las fajas transportadoras ofrecen una alternativa económica y de buen rendimiento.

Resulta muy común encontrarlas en las plantas de procesamiento, pad's, o en lugares donde el material ha sido reducido de tamaño.

#### C. DETERMINACIÓN DEL EQUIPO A USAR

Si la construcción de vías es variable, como en el caso del desarrollo del tajo, botaderos y stock pile, se utilizan camiones por su gran versatilidad ante el cambio de los caminos. Si existe una ruta fija o que se usará por un tiempo

prolongado, se utilizan los ferrocarriles o fajas transportadoras.

En los últimos años y debido a que los camiones han incrementado notablemente su capacidad de carga, además que el flujo a los puntos de carguío y descarga puede ser casi continuo por el uso de software, este es el medio de transporte que se prefiere en la minería superficial.

Otra consideración importante es bajo costo de capital, versatilidad en el incremento o decremento de la flota, autonomía y mejor match factor con los equipos de carguío.

En minería cielo abierto se utiliza una combinación de tipos de transporte, generalmente de Chancado a Planta o PAD se utilizan correas o fajas transportadoras y de planta a fundición o puertos, ferrocarriles.

Finalmente, la determinación de la flota de transporte de una mina a cielo abierto es una tarea muy sensible a un número no menor de variables y a la vez esta determinación es muy gravitante en el flujo de caja de cualquier empresa minera debido a los altos costos de los equipos involucrados.

### 5.2.2. Estimación de costo de acarreo

Para estimar el costo de acarreo, necesitamos seguir la siguiente secuencia:



Fuente: Ing. Salazar. Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial

Gráfico N° 66. ESTIMACIÓN DE COSTO DE ACARREO

### 5.2.3. Optimización de costos de transporte

La optimización del proceso de transporte se puede hacer ajustando las variables de diseño (cálculo de la cantidad de unidades necesarias) o las variables de operación de las unidades de transporte. Este análisis es continuo y será permanente durante toda la vida del pit.

Siempre existe la oportunidad de mejorar el costo operativo de transporte por lo que se hace necesario cumplir con el ciclo de optimización durante todo el proceso de minado.

## 5.2.4. Tipos de optimización

### A. Optimización operativa

Mejorar el ciclo de acarreo.

Determinar el mejor mach factor económico,

Incrementar la utilización efectiva de la máquina, mejorar la disponibilidad mecánica.

La optimización operativa en el caso de acarreo con camiones, se puede lograr realizando las siguientes acciones permanentes:

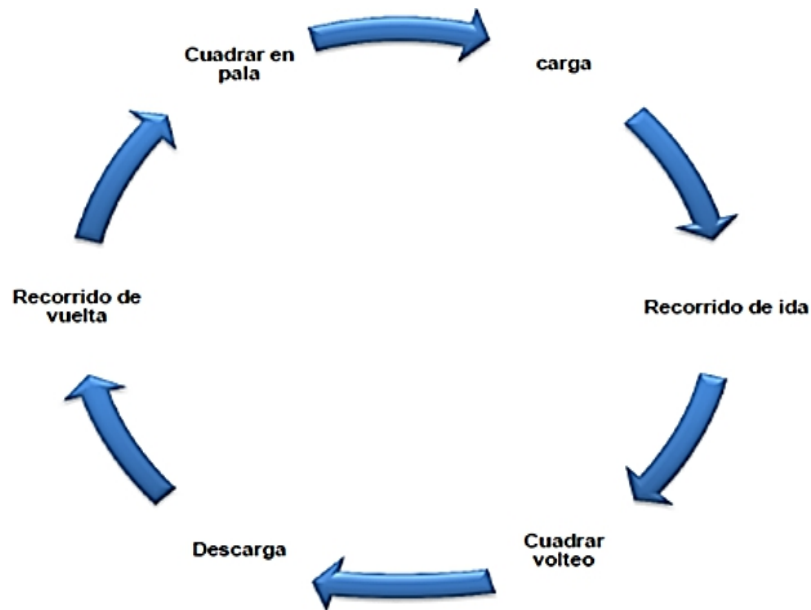
Mantenimiento de las vías: Las vías debe estar siempre libre de baches, rocas o material, una vía libre de obstáculos incrementa la productividad porque se puede lograr velocidades constantes.

Regado de vías: el constante regado de vías elimina el polvo y por tanto mejora la visibilidad. Si en el regado se aplican químicos especiales se puede lograr un mejoramiento en la dureza de la superficie de rodamiento que disminuye la resistencia a la rodadura(RR), debido a que se disminuye el coeficiente específico de rodadura del camión.

## 5.2.5. Identificación de variables a optimizar

En el caso que estamos viendo, podemos identificar las siguientes variables que se pueden optimizar en el ciclo de acarreo:





Fuente: Ing. Salazar. Costos de Carga y Transporte en Minería Superficial

Gráfico N° 67. CICLO DE ACARREO

De este ciclo, el recorrido representa la mayor parte del tiempo, entonces se debe optimizar el recorrido.

El recorrido está influenciado por la pendiente, la distancia y la velocidad que se pueda aplicar en cada tramo.

La variable que se puede optimizar es la velocidad del camión para recorrer cada tramo.

Debemos indicar que las optimizaciones se hacen en todo el proceso productivo, así si reducimos la vida de la mina tal vez tengamos que incrementar los volúmenes de procesamiento. Por eso es necesario analizar los costos globales de minado (perforación – voladura – carguío – acarreo – chancado – flotación - refinación), para poder tomar decisiones de optimización.

Dada que la operación minera de carguío acarreo es compleja y de gran impacto

económico es necesario contar con un sistema de gestión. Este sistema de gestión estará orientado a maximizar el uso de equipos y por tanto a disminuir los costos. En la minería existen software's específicos para esta labor el más usado es el que estamos usando en la investigación; Sistema "Dispatch".

#### 5.2.6.Importancia económica del ciclo de camiones

El aumento del tiempo de uso efectivo de los camiones, para un rendimiento dado, tiene como efecto un aumento en el nivel producción, optimizándose así el costo mina. Como vimos, este aumento impacta directamente en el costo unitario y la velocidad de explotación del yacimiento. Si bien es cierto el análisis compromete también la flota de carguío, ésta está condicionada en gran medida a la gestión que se realiza en acarreo.

Por otro lado, el concepto minero del ciclo de acarreo está en evitar al máximo las esperas del camión en la zona de carga, por lo que la pala debe siempre estar preparada para cargar. Siempre que el acarreo se ajuste a una actividad continua el costo será menor y existe un gran incremento de la productividad.

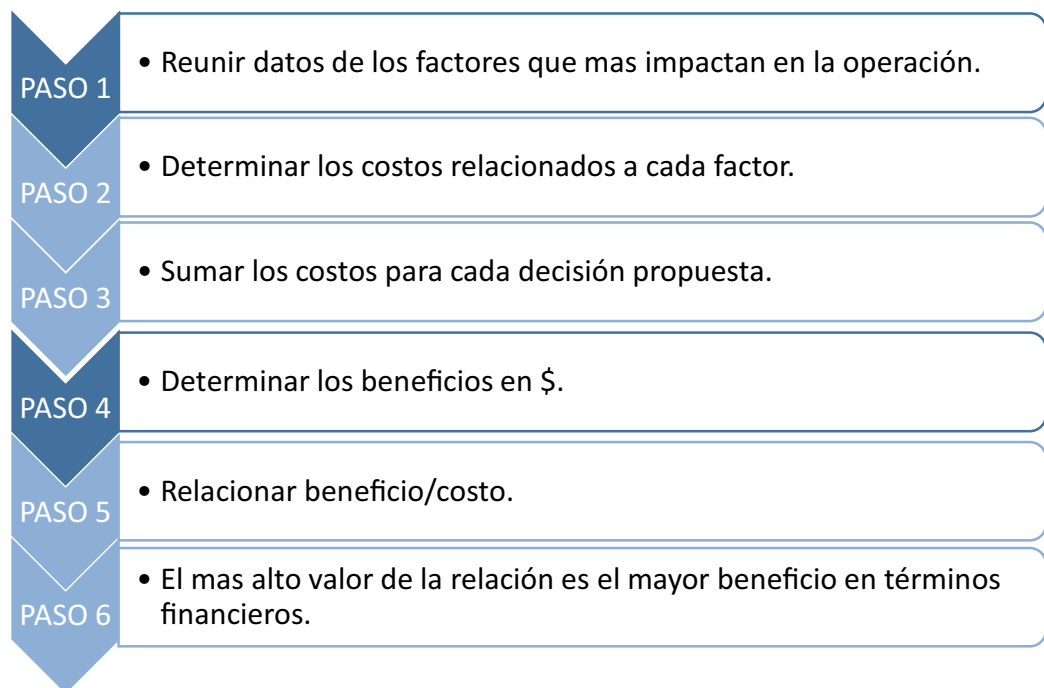
#### 5.3.ANÁLISIS COSTO- BENEFICIO

Cualquier proceso productivo en la mina implica un costo para obtener un beneficio, el principio del análisis beneficio/costo sirve para tener una guía financiera de tomar o no la decisión.

La actividad de carguío y acarreo, se considera un sub proceso del proceso de minado, esta interrelacionado y es inter dependiente de los otros procesos unitarios de minado. Es importante también recordar que el proceso de minado está inmerso en la cadena de

valor de la empresa. Por tanto, el carguío y acarreo deberá ser evaluado en el contexto de su aporte a la cadena de valor. Dicho de otra manera, se evaluará todos los beneficios que esta actividad aporte para obtener el producto final (concentrado o metal) al menor costo posible.

Normalmente los valores monetarios son los únicos que se pueden cuantificar en un proyecto, entonces se toma una decisión en base a el coeficiente Beneficio/Costo mayor. Sin embargo, existen otras consideraciones no cuantificables que deben ser analizadas para la toma de decisiones. La cuantificación monetaria de las actividades en costo o beneficio ayuda a estimar el impacto financiero o económico de una decisión. Existe una técnica para realizar un análisis de beneficio costo económico que implica 6 pasos.



## CAPÍTULO VI

### METODOLOGÍA

#### 6.1. EL PROBLEMA

##### 6.1.1. Descripción de la realidad problemática

Desde que se iniciaron las operaciones en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú., año 1992; la Compañía ha venido adquiriendo (comprando y alquilando) diferentes maquinarias para lograr así optimizar sus Operaciones de Minado, se tienen 08 perforadoras primarias, 04 perforadoras secundarias, 09 palas, 32 camiones de acarreo, 03 cargadores frontales, 12 tractores, 03 motoniveladoras, 03 plantas chancadoras y 01 conveyor o faja transportadora de 15 Km de longitud que va desde la Mina (800 m.s.n.m.) hasta los stocks de crudos en San Nicolás (a nivel del mar). Pero aún no existe un Sistema de Control de Equipos

adecuado u óptimo que apoye y haga más eficiente el Control de las Horas Efectivas y por consecuente el Control del Costo Efectivo o Costo Real en base a éstas.

Uno de los más grandes problemas o dificultades que se tiene en el Área de Operaciones Mina de la Compañía, es el Ineficiente e Inadecuado Control de los Equipos con los que se trabaja en los 04 (Cuatro) Procesos Unitarios de Mina (Perforación, Voladura, Carguío y Acarreo), porque la Compañía no cuenta con Sistema de Control de Equipos en Tajo o Cielo Abierto (DISPACHT); sólo se cuenta con un proceso de Control de Horómetro de los Equipos, el cual consiste en un formato que es llenado por Controladores o Personal de Piso, tomando como indicadores el Horómetro Inicial y Horómetro Final de cada uno de los Equipos que se encuentran asignados al área por guardia de trabajo; el cual no tiene en cuenta aspectos para Controlar Horas Efectivas u Horas Reales Trabajadas, contabilizando todo como un global sin tener en cuenta Horas de Paradas o Tiempos Muertos o Tiempos No Operativos como: Tiempo de Calentamiento del Motor del Equipo, Tiempo de Traslado de los Equipos cuando se reubican de Punto de Carguío o Punto de Trabajo, Tiempo por fallas mecánicas/ eléctricas ,Tiempo de Paradas por Temas Climáticos, Tiempo por temas de mantenimiento correctivo,etc.

Con el proceso de Control de Horómetros, en donde se toma un dato de Horómetro inicial y un dato de Horómetro final por guardia, nos da como resultado 11 horas efectivas de trabajo; las cuales son erróneas, éstas no toman en cuenta paradas o fallas mecánicas de los equipos o tiempos muertos ,por lo tanto, si tuviéramos en cuenta todos éstos datos nos daría como resultado

aproximadamente 8.5 horas de trabajos efectivos, obteniendo una diferencia referencial de casi 2.5 horas por equipo por guardia en promedio; adicionalmente, debemos tener en cuenta que 11 horas por guardia nos da como resultado un 100% de Disponibilidad Mecánica y 100% de utilización, los cuales son datos errados y muy superficiales; por lo cual es que se afirma que el actual Sistema de Control de Equipo es Ineficiente o Inadecuado.

Podremos Evaluar y Controlar la Disponibilidad Mecánica de cada uno de los Equipos asignados al área de Operaciones Mina; del mismo modo poder Evaluar y Controlar la Disponibilidad Operativa y el correcto Dimensionamiento de los Equipos para cada uno de los procesos unitarios y de los trabajos asignados. En la actualidad la mayoría de Unidades Mineras que realizan sus operaciones a Tajo o Cielo Abierto, cuentan o implementan éste tipo de Sistemas, para poder optimizar sus Operaciones de Minado y su Control de Costos, obteniendo como resultado un Control de Costo Real o Costo Efectivo, y obtener finalmente un análisis general verídico en producción y operación durante cada año de trabajo.

## 6.1.2. Planteamiento y formulación del problema

### 6.1.2.1. Identificación y selección del problema

Deficiencia e inadecuado control de los equipos de carguío y acarreo en minería a cielo abierto, MINA 5- Compañía Minera Shougang Hierro Perú S.A.A- MARCONA-PERÚ.

### 6.1.2.2. Formulación interrogativa del problema

¿De qué manera la implementación del Sistema Dispatch contribuye al mejor control de equipos de carguío y acarreo en minería a cielo abierto, MINA 5- Compañía Minera Shougang Hierro Perú?

### 6.1.3. Objetivos

#### 6.1.3.1. Objetivo general

Implementar el Sistema DISPATCH en el control de equipos de Carguío y Acarreo en Minería a Cielo Abierto para Optimizar Costos Operativos en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú S.A.A. - Mina 5 - Marcona-Perú.

#### 6.1.3.2. Objetivos específicos

Analizar el proceso actual de Control de Equipos en el área de Operaciones Mina en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú - Mina5.

Realizar un eficiente Control de Costos en relación a las Horas efectivas de los equipos.

Descubrir cómo afecta el Costo real entre el Sistema de control de equipos utilizado actualmente y con el nuevo Sistema de Control Dispatch.

#### 6.1.4. Justificación de la investigación

Las razones por las cuales se inicia el interés de elaborar el Proyecto de Investigación: “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DISPATCH: CONTROL DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO EN MINERÍA A CIELO ABIERTO, MINA 5- COMPAÑÍA MINERA SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A -MARCONA-PERÚ”, se explicarán a continuación:

##### 6.1.4.1. Justificación científica

Se necesita de la justificación científica al realizar la investigación, ya que aporta a la correcta elaboración de la misma. La deficiencia en un control adecuado de Control de Equipos a Tajo o Cielo Abierto genera que los datos obtenidos (Control de horas) también sean deficientes y no reales, esto a su vez también afecta en el Control de Costos, por lo tanto, como resultado nos llevará a pérdidas y/o gastos por ser Costos no reales afectando así al área de Operaciones Mina. Tal muestra el nivel de la investigación en rango Descriptiva. Observando la relación Causa - Efecto y el análisis continuo al desarrollo de la investigación.

##### 6.1.4.2. Justificación social

En cuanto a la Justificación Social, la Compañía Minera tiene como principal empresa contratista a pobladores del distrito donde se ubica. Debido a que la Empresa Shougang poseía equipos obsoletos, palas eléctricas, camiones con baja disponibilidad mecánica; es que se licita el proyecto en el año 2015, ganando la Empresa San Martín el Proyecto de Desarrollo de Mina 5, para el cabal cumplimiento del requerimiento de planta y botaderos, cercanas a la ubicación



de la Unidad Minera.

#### 6.1.4.3. Justificación metodológica

La toma de datos de forma tradicional (llenado manualmente) por parte de los operadores en piso, generó el interés de implementar este nuevo sistema de Control de Equipos siendo actualizados y de la mano de la tecnología para beneficio de la Compañía, facilidad operativa y de control de Costos.

#### 6.1.5. Limitaciones

Mantenimiento correctivo continuo y fallas por antigüedad de algunos equipos en operación en MINA5-Compañía Minera Shougang.

Toma de datos incompletos y no actualizados de días y meses pasados.

#### 6.1.6. Alcances de la investigación

El presente estudio analizará, mejorará, y obtendrá datos verídicos del Control de Equipos en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú.

La implementación del nuevo Sistema de Control de Equipos se realiza fundamentalmente respecto al rendimiento y tiempo de los equipos para cada trabajo designado.

La Investigación abarca únicamente a la Compañía Minera en estudio.

## 6.2. HIPÓTESIS

### 6.2.1. Hipótesis general

La Implementación del Sistema Dispatch para el control de Equipos de Carguío y Acarreo en Minería a Cielo Abierto optimizará los costos operativos en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú S.A.A-Mina 5

### 6.2.2. Hipótesis específicas

El control de los Equipos en el área de Operaciones Mina en la Compañía Minera Shougang-Mina5, es efectivo y óptimo en tiempo; durante el Ciclo de Minado para cada operación unitaria.

El Control de costos es controlado de acuerdo a las Horas efectivas de cada equipo.

El Costo Real en el Sistema de Control de Equipos es considerablemente óptimo para la Compañía Minera.

## 6.3. VARIABLES

### 6.3.1. Variable independiente

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DISPATCH: CONTROL D E EQUIPOS DE CARGUIO Y ACARREO.

### 6.3.2. Variable dependiente

OPTIMIZAR COSTOS OPERATIVOS.

## 6.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 6.4.1. Tipo de investigación

#### Investigación aplicada

Realizamos esta investigación con la recopilación, estudio y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, para posteriormente comparar los datos actuales y los posibles obtenidos al implementar el nuevo sistema de control de equipos. Así demostrar la optimización en rendimiento de equipos y costos operativos para la compañía minera.

### 6.4.2. Nivel de investigación

#### Investigación descriptiva

Se realizó la investigación enfocándonos en la deficiencia del rendimiento de los equipos, así como en el análisis de costos operativos. Lo que conlleva a un incremento en tiempos no operativos y muertos, refiere como consecuencia balances financieros alejados de la realidad.

### 6.4.3. Diseño de investigación

#### Investigación no experimental - cuantitativa

Se realizó la investigación en base al análisis de los datos numéricos actuales obtenidos en la Compañía Minera Shougang-Mina5.

## 6.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 6.5.1. Población

Lo constituye el sistema de control de los equipos de carguío y acarreo de la Compañía Minera Shougang Hierro Perú.

### 6.5.2. Muestra

Los equipos de carguío y acarreo en la mina 5.

## 6.6. TÉCNICAS, INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 6.6.1. Técnica de investigación y recolección de datos

Paso 01.

Se realizará una Evaluación y Seguimiento (etapa de recolección de datos) a cada uno de los procesos unitarios en las Operaciones de Minado, fundamentalmente a los Equipos y/o Maquinarias que intervienen en éstos procesos, tomando apuntes al detalle de ellos.

Paso 02.

Luego se realizará un Diagnóstico, que consta en una evaluación del Problema o Realidad Problemática para de ésta manera poder conocer los cuellos de botella en cada frente de trabajo.

Paso 03.

Acompañado al diagnóstico, se estudiará El Problema o la Realidad Problemática de cada uno de los Procesos Unitarios en las Operaciones de Minado.

Paso 04.

Procederemos a Implementar un Sistema de Control de Pérdidas o Tiempos Muertos que ocurren o existen en los Procesos Unitarios de las Operaciones de Minado.

Paso 05.

Se realizará una segunda recolección de datos, con la finalidad ante todo de verificar o dar validez a la Implementación del Sistema de Control de Pérdidas o Tiempos Muertos en los Procesos Unitarios de Operaciones de Minado.

Paso 06.

Teniendo la información recolectada y analizada se harán las mejoras correspondientes al Sistema de Control de Pérdidas o Tiempos Muertos, para luego poder Implementar un Sistema Final adecuado de Control de Equipos en Perforación, Carguío y Acarreo, en los Procesos Unitarios de las Operaciones de Minado a Tajo Abierto (DISPATCH).

Paso 07.

Se dejará Implementado un adecuado y eficiente Sistema de Control de Equipos a Tajo o Cielo Abierto (DISPATCH), el cual conlleva a un adecuado, real y eficiente Control de Horas Efectivas de las Maquinarias y/o Equipos, así como del Control de Costos, para obtener finalmente como resultado un Costo Real o un Costo Efectivo, dando como resultado la disminución o minimización o control de las pérdidas económicas para el área o para la Compañía Minera.

### 6.6.2. Validación del estudio

Se evidenciarán el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados en el presente Proyecto de Investigación, realizando un comparativo de los problemas o realidades problemáticas que se tenían en la Compañía Minera, las mejoras realizadas u obtenidas con las Implementación del Sistema de Control de Equipos (DISPATCH), la Optimización en cada uno de los Procesos Unitarios de las Operaciones de Minado.

### 6.6.3. INSTRUMENTOS TÁCTICOS

Consideramos a los instrumentos tácticos fundamentales para nuestro proceso de investigación y logro de nuestros objetivos:

Correcta recolección de datos antiguos y actuales insitu, obtenidos durante el proceso de minado.

Orden y archivamiento correcto de los datos obtenidos.

Selección de información relevante y puntual que nos permita tener una idea clara de lo necesario para realizar la investigación.

## 6.7. FORMA DE TRATAMIENTO DE LOS DATOS

### 6.7.1. Etapa de campo

Consistió en la recopilación de información del área de trabajo, para el acarreo de estéril y/o mineral de hierro: topografía, rutas y distancias de acarreo (mineral de hierro a planta y estéril a los botaderos), rampas y vías auxiliares (9% de pendiente), mantenimiento de vías y bermas de seguridad, reportes RDP (TM/h).

### 6.7.2.Etapa de gabinete

Consistió en la recopilación y análisis de información proporcionada por el Área de Planeamiento.

### 6.7.3 Levantamiento de datos

OBJETIVOS	INSTRUMENTOS	DATOS
Analizar el proceso actual de Control de Equipos en el área de Operaciones Mina en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú - Mina5.	OBSERVACIÓN	Dificultades en el llenado de registro de Control de los Equipos
	GRUPOS FOCALES	Debilidades y sugerencias al realizar el trabajo de Control de Equipos
	DOCUMENTOS Y REGISTROS	Recolección de información registrada para un análisis en condiciones reales que presenta la Compañía Minera.
Realizar un eficiente Control de Costos en relación a las Horas efectivas de los equipos.	DOCUMENTOS Y REGISTROS	Recolección de datos, como características físicas y de fábrica para cada equipo, en su Ciclo operativo de trabajo.
Descubrir cómo afecta el Costo real entre el Sistema de control de equipos utilizado actualmente y con el nuevo Sistema de Control Dispatch.	GRUPOS FOCALES	Frecuencia con la que realizaban gastos por equipo operativo ( Mantenimiento, Reparación, Cambios, Etc.)
	DOCUMENTOS Y REGISTROS	Recolección de Horas efectivas y control de tiempos por equipo. Por ende el costo real de acuerdo a la información registrada.

LEYENDA	
OBJETIVOS	Se consideró los Objetivos Especificos
INSTRUMENTOS	Instrumentos que se utilizó para la recolección de datos
DATOS	Lo que concretamente se quiere obtener

#### 6.7.4 Forma de análisis de las informaciones

Primero realizamos un análisis personal con la ayuda de los instrumentos utilizados para el estudio la investigación.

Para poder realizar un adecuado y exacto análisis de datos consideramos dentro del Proyecto de Investigación Tablas Estadísticas (Frecuencia, Histograma, Relación de variables), para datos numéricos, representación e interpretación de los resultados.

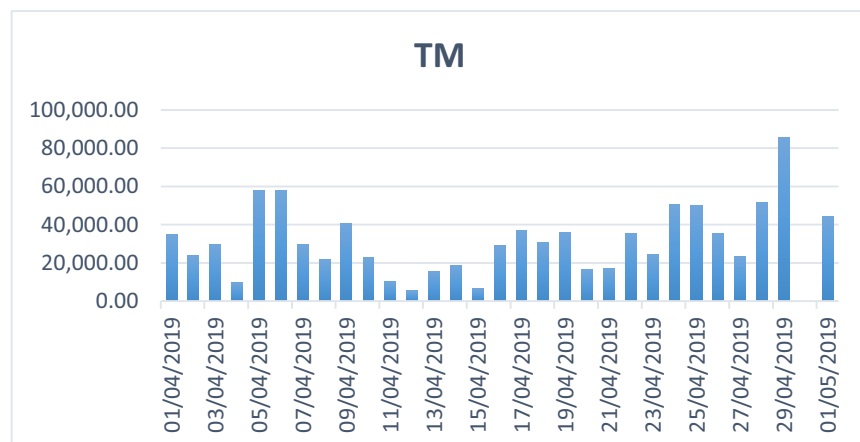


## CAPÍTULO VII

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

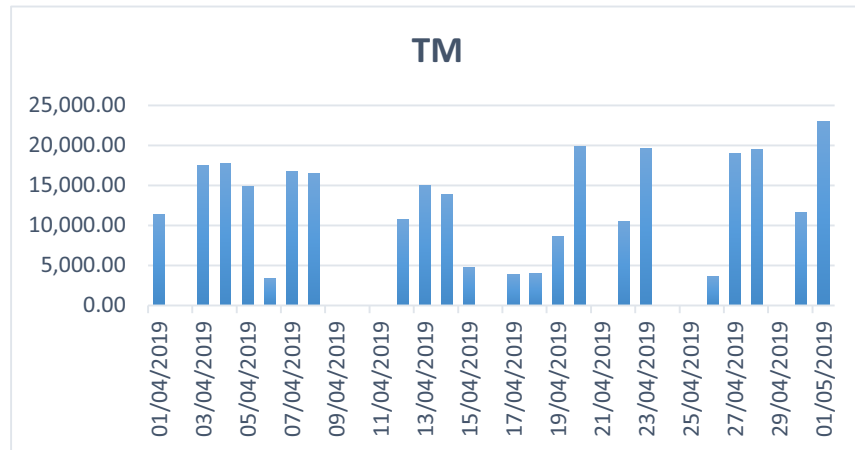
#### 7.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la investigación desarrollada en cuanto a la producción de la Compañía Minera Shougang Hierro Perú, los costos de carguío y transporte, y los factores que intervinieron en la investigación de esto se obtuvieron los siguientes gráficos que nos permiten observar las variaciones que se presentaron en el desarrollo de la investigación.



Fuente: Propia

Gráfico N° 68. PRODUCCIÓN ACUMULADA DE MINERAL



Fuente: Propia

Gráfico N° 69. PRODUCCIÓN ACUMULADA DE DESMONTE

Se observa que la producción de Mineral (gráfico N° 68.) se mantiene estable dentro del rango 24,000 TM de producción acumulada, con ligeras bajas posiblemente por factores operacionales, variación de leyes, entre otros.

#### 7.1.1. Costos de carguío y acarreo

##### 7.1.1.1. Carguío: Palas

###### COSTO DE CAPITAL:

Se calculó mediante los datos el costo de adquisición del equipo y costo operativo esto para poder realizar el análisis y fundamentar nuestra hipótesis entre el costo de adquisición y costo unitario por equipo. Así finalmente optar por escoger lo más conveniente para la empresa.

CÁLCULO DE COSTOS DE CAPITAL				
<b>PALAS</b>				
A.-	<b>DATOS</b>			
	Tasa Interés efectiva anual (TEA)	12%		
	Maquina	PALA 6040 CAT		
	Potencia de Motor			
	VALOR DE LA MAQUINA (V)	15,000	US\$	
	Valor residual - término de vida útil (10%)	1,500	US\$	
	Precio Base de Depreciación	13,500,000	US\$	
	Tiempo de Depreciación	146,000	Vida Util Hrs (ve)	
		20.00	Años (N)	
		2.00	Guardias/día	
		10.00	Hrs efect. Gdía.	
	Horas de operación por año	7,300	Horas	
	Inversión Anual Promedio =	$(N+1)/2N \times V$		
Inversión Anual Promedio =	7,875,000.00	US\$		
B.-	<b>COSTO DE POSESIÓN</b>			
	Depreciación por Hora	$\frac{\text{Precio Base Depreciación}}{\text{Tiempo de Depreciación}}$	=	US \$/ Hr 675,000.00
		Costo Financiero	$\frac{(N+1/2N) \times V \times i \times N}{\text{Vida Útil}}$	=
	<b>COSTO DE POSESIÓN POR HORA</b>			= 1,620,000.00

Fuente: Propia

Cuadro N° 70. CÁLCULO DE COSTOS DE CAPITAL - CARGUÍO: PALAS

COSTO DE POSESIÓN PARA 2 EQUIPOS Y UNA VIDA ÚTIL DE 20

AÑOS:

COSTO DE CAPITAL, DEPRECIACIÓN E INTERESES				
	COSTO UNITARIO ANUAL	TOTAL DE MAQUINAS	COSTOS POR UNA MÁQUINA POR SU VIDA ÚTIL (PALA 20 AÑOS)	COSTOS TOTAL DE LAS MÁQUINAS POR SU VIDA ÚTIL (PALA 20 AÑOS)
NUMERO DE PALAS		2		
PRECIO PUESTO EN MINA	15,000,000	30,000,000		
DEPRECIACIÓN ANUAL	675,000	1,350,000	13,500,000	27,000,000
INTERÉS Y SEGURO	945,000	1,890,000	18,900,000	37,800,000
<b>COSTO POSESIÓN TOTAL</b>	<b>1,620,000</b>	<b>3,240,000</b>	<b>32,400,000</b>	<b>64,800,000</b>

Fuente: Propia

Cuadro N° 71. CÁLCULO DE COSTOS DE POSESIÓN - CARGUÍO: PALAS

## CÁLCULO DE COSTOS OPERATIVOS.

CÁLCULO DE COSTOS OPERATIVOS DE PALAS				
	COSTO UNITARIO ANUAL	TOTAL DE MÁQUINAS	COSTOS POR UNA MAQUINA POR SU VIDA ÚTIL (PALA 20 AÑOS)	COSTO TOTAL DE LAS MAQUINAS POR SU VIDA ÚTIL (PALA 20 AÑOS)
NÚMERO DE PALAS		2		
SALARIOS, BENEFICIOS SOCIALES	365,000	730,000	7,300,000	14,600,000
COSTO ELECTRICIDAD	405,150	810,300	8,103,000	16,206,000
COSTO LUBRICANTES	202,575	405,150	4,051,500	8,103,000
MANTENIMIENTO	375,000	750,000	7,500,000	15,000,000
<b>COSTO OPERACIONAL TOTAL</b>	<b>1,347,725</b>	<b>2,695,450</b>	<b>26,954,500</b>	<b>53,909,000</b>
REPARACIONES /ACCESORIOS	730,000	1,460,000	14,600,000	29,200,000
<b>COSTO TOTAL REPARACIONES</b>	<b>730,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>14,600,000</b>	<b>29,200,000</b>

Fuente: Propia

Cuadro N° 72. CÁLCULO DE COSTOS OPERATIVOS- CARGUÍO: PALAS

CALCULO DE COSTO TOTAL.

CÁLCULO DE COSTO TOTAL DE PALAS				
	COSTO UNITARIO ANUAL	TOTAL DE MÁQUINAS	COSTOS POR UNA MÁQUINA A POR SU VIDA ÚTIL (PALA 20 AÑOS)	COSTO TOTAL DE LAS MÁQUINAS POR SU VIDA ÚTIL (PALA 20 AÑOS)
NÚMERO DE PALAS		2		
PRECIO PUESTO EN MINA	15,000,000	30,000,000		
DEPRECIACIÓN ANUAL	675,000	1,350,000	13,500,000	27,000,000
INTERÉS Y SEGURO	945,000	1,890,000	18,900,000	37,800,000
COSTO POSESIÓN TOTAL	1,620,000	3,240,000	32,400,000	64,800,000
SALARIOS, BENEFICIOS SOCIALES	365,000	730,000	7,300,000	14,600,000
COSTO COMBUSTIBLE	405,150	810,300	8,103,000	16,206,000
COSTO LUBRICANTES	202,575	405,150	4,051,500	8,103,000
MANTENIMIENTO	375,000	750,000	7,500,000	15,000,000
COSTO OPERACIONAL TOTAL	1,347,725	2,695,450	26,954,500	53,909,000
REPARACIONES Y ACCESORIOS	730,000	1,460,000	14,600,000	29,200,000
COSTO TOTAL REPARACIONES	730,000	1,460,000	14,600,000	29,200,000
COSTO TOTAL	3,697,725	7,395,450	73,954,500	147,909,000

Fuente: Propia  
Cuadro N° 73. CÁLCULO DE COSTO TOTAL - CARGUÍO: PALAS

CÁLCULO DE COSTO UNITARIO DE CAPITAL				
PALAS				
A.-	<b>DATOS</b>			
	Tasa Interés efectiva anual (TEA)	12,00 %		
	Maquina	PALA 6040 CAT		
	Potencia de Motor			
	VALOR DE LA MAQUINA (V)	15,000,000	US\$	
	Valor residual - termino de vida util (10%)	1,500,000	US\$	
	Precio Base de Depreciación	13,500,000	US\$	
	Tiempo de Depreciación	146,000	Vida Útil Hrs (ve)	
		20.00	Años (N)	
		2.00	Guardias/día	
		10.00	Hrs efect./Gdia.	
	Horas de operación por año	7,300	Horas	
	Inversión Anual Promedio =	$(N+1)/2N \times V$		
	Inversión Anual Promedio =	7,875,000.00	US\$	
B.-	<b>COSTO DE POSESIÓN</b>			
	Depreciación por Hora	$\frac{\text{Precio Base Depreciación}}{\text{Tiempo de Depreciación}}$	=	US \$/ Hr 92.47
	Costo Financiero	$\frac{(N+1/2N) \times V \times i \times N}{\text{Vida Útil Hrs}}$	=	129.45
	<b>COSTO DE POSESIÓN PORHORA</b>		=	<b>221.92</b>

Fuente: Propia  
Cuadro N° 74. CÁLCULO DE COSTO UNITARIO DE CAPITAL - CARGUÍO: PALAS

COSTO UNITARIO DE PALA:

COSTO UNITARIO DE OPERACIÓN.

C. COSTOS DE OPERACIÓN					US \$/ hr	
	Consumo Electricidad	1,850,00	Kw	0.03	\$ Kw/hr	55.50
	Consumo de Aceite, grasas y filtros,etc					27.75
	Mantenimiento y Reparación MR= %MR x (V/ Ve)					51.37
	Costo de Operación por Hora					134.62
D.	Mano de Obra Directa (Salario + Beneficios sociales + Bonos)					50.00
E.	Accesorios	Vida útil Hrs. Efect.		Precio USD \$		US \$/ hr
	Reparaciones, cuchara, cables	100.00		10000		100.00
	Costo Accesorios					100.00
F.	<b>COSTO TOTAL HORARIO</b>					<b>506.54</b>

Fuente: Propia

Cuadro N° 75. CÁLCULO DE COSTO UNITARIO DE OPERACIÓN - CARGUÍO: PALAS

A los costos unitarios de operación de añade el costo de posesión por hora. Para finalmente obtener el Costo total horario.

RENDIMIENTO DE PALA.

PALAS MINERAL			PALAS DESMONTE		
Cc	18.53	m3	Cc	20.63	m3
E	0.83	%	E	0.83	%
F	0.8	%	F	0.85	%
H	1		H	1	
A	1.1		A	1.1	
% Esponj.	0.83	%	% Esponj.	0.78	%
Dens.Min.	2.5	TM/ m3	Dens.Min.	0	TM/ m3
Dens.Desm.	0	TM/m3	Dens.Desm.	2.7	TM/m3
TC	24	Segundos	TC	30	Segundos
	0.4	Minutos		0.5	Minutos

Fuente: Propia

Cuadro N° 76. CÁLCULO DE RENDIMIENTO DE PALA - CARGUÍO: PALAS

$$\text{Rend. Equi.Carguío} = ((60 \times Cc \times E \times F \times H \times A) \times (1 - \% \text{Esponj.}) / Tc) \times (\text{Dens.Mat.})$$

Rend. Equi.Carguío =	Rendimiento de Equipo de Carguío (TM/Hora)
Cc =	Capacidad de la cuchara
E =	Factor de Utilización (Tanto por uno)
F =	Factor de Llenado (Tanto por uno)
H =	Factor de corrección por altura de pila de material
Tc =	Ciclo de un cuchareo (minutos)
%Esponj =	Porcentaje de Esponjamiento
A =	Factor de corrección por ángulo de giro (Para la pala es 1.1)
Dens.Mat =	Densidad del material

Rend. (Mineral) =	862.8	TM/Hora
Rend. (Desmonte) =	1141.2	TM/Hora

### COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN D E LA PALA.

$$\text{Costo producción Unitario} = \frac{\text{costo Unitario total máquina}}{\text{producción horaria}}$$

Costo Unitario Mineral =	506.54 / 862.80 =	0.587 \$/TM
Costo Unitario Desmonte =	506.54 / 1141.2 =	0.444 \$ / TM

### COMPARACIÓN DE COSTOS CARGADO R FRONTAL Y PALA

Si bien los costos de capital y posesión son mayores en las palas el costo de operación es menor. La decisión económica es por las Palas ya que los costos de capital y posesión son recuperables, entonces el criterio es tener menor costos de operación.

	PALAS	CF
COSTO CAPITAL	30,000,000	24,000,000
COSTO POSESIÓN	64,800,000	37,440,000
COSTO OPERATIVO	53,909,000	61,704,000
COSTO ACCESORIOS	29,200,000	33,093,333
TOTAL	177,909,000	156,237,333



CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS  
DISPATCH SE OBTUVO EL NUEVO RENDIMIENTO DE EQUIPO

Los nuevos tiempos por pase se ven en el cuadro.

MATERIAL	PASE ANTERIOR (Minutos)	TIEMPO CARGA CAMIÓN (Minutos)	PASE NUEVO (Minutos)	TIEMPO CARGA CAMIÓN (Minutos)
MINERAL	0.4	2	0.4	1.6
DESMONTE	0.5	2.5	0.5	2

Fuente: Propia  
Cuadro N° 77. NUEVOS TIEMPOS CON SISTEMA DISPATCH

**NUEVO RENDIMIENTO DE PALA.**

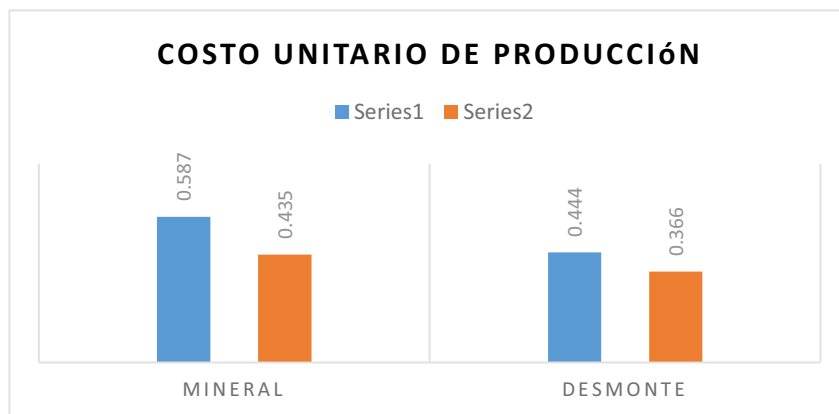
PALAS MINERAL			PALAS DESMONTE		
Cc	25	m3	Cc	25	m3
E	0.83	%	E	0.83	%
F	0.8	%	F	0.85	%
H	1		H	1	
A	1.1		A	1.1	
% Esponj.	0.83	%	% Esponj.	0.78	%
Dens.Min.	2.5	TM/ m3	Dens.Min.	0	TM/ m3
Dens.Desm.	0	TM/m3	Dens.Desm.	2.7	TM/m3
TC	24	Segundos	TC	30	Segundos
	0.4	Minutos		0.5	Minutos

Fuente: Propia  
Cuadro N° 78. NUEVOS RENDIMIENTO CON SISTEMA DISPATCH

Rend. (Mineral) =	1164.1	TM/Hora
Rend. (Desmonte) =	1382.9	TM/Hora

$$\text{Costo producción Unitario} = \frac{\text{costo Unitario total máquina}}{\text{producción horaria}}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo Unitario Mineral} &= 506.54 / 1164.1 = 0.435 \text{ \$/TM} \\ \text{Costo Unitario Desmonte} &= 506.54 / 1382.9 = 0.366 \text{ \$/ TM} \end{aligned}$$



Fuente: Propia  
 Grafico N° 79. COSTO UNITARIO DE PRODUCCION ANTES vs AHORA

### 7.1.1.2.Carguío: Cargador Frontal

## COSTO DE CAPITAL:

Cargadores Frontales				
A.	<b>DATOS</b>			
	Tasa Interes efectiva anual (TEA)	12%		
	Maquina	KOMATZU WA 1200		
	Potencia de Motor			
	VALOR DE LA MAQUINA (V)	6,000,000	US \$	
	/Sor residual - termino de vida util	600,000	US \$	
	Precio Base de Depreciación	5,400,000	US \$	
	Tiempo de Depreciación	73,000	Vida útil Hrs (ve)	
		10.00	Años (N)	
		2.00	Guardias/día	
		10.00	Hrs efect./Gdia.	
	Horas de operación por año =	7,300,00		Horas
Inversión Anual Promedio =	$(N-1)/2N \times V$		US \$	
Inversión Anual Promedio =	3,300,00		US \$	
B.	<b>COSTO DE POSESIÓN</b>			
	Depreciación por Hora	$\frac{\text{Precio Base de Depreciación}}{\text{Tiempo Depreciación}}$	=	US \$/Hr
				540,000,00
	Costo Financiero	$\frac{(N+1/2N) \times V \times i \times N}{\text{Vida útil}}$	=	396,000,00
	<b>COSTO DE POSESIÓN</b>		<b>936,000,00</b>	

Fuente: Propia  
 Cuadro N° 80. COSTO DE CAPITAL - CARGUÍO: CARGADOR FRONTAL

COSTO DE POSESIÓN PARA 4 EQUIPOS Y UNA VIDA ÚTIL DE 20 AÑOS :

COSTO DE CAPITAL TOTAL DE CF				
	Costo Unitario Anual	Total de Maquinas	Costos por una máquina por su vida (CF 10 años)	Costo Total de las maquinas por su vida Útil (CF 10 años)
Número de Cargadores		4		
Precio Puesto en Mina	6,000,000	24,000,000		
Depreciación Anual	540,000	2,160,000	5,400,000	21,600,000
Interés y Seguro	396,000	1,584,000	3,960,000	15,840,000
<b>Costo Posesión Total</b>	<b>936,000</b>	<b>3,744,000</b>	<b>9,360,000</b>	<b>37,440,000</b>

Fuente: Propia

Cuadro N° 81. COSTO DE CAPITAL- CARGUÍO: CARGADOR FRONTAL

CÁLCULO DE COSTOS OPERATIVOS.

COSTOS OPERATIVOS				
Salarios, beneficios Sociales	365,000	1,460,000	3,650,000	14,600,000
Costo Combustible	511,000	2,044,000	5,110,000	20,440,000
Costo Lubricantes	306,600	1,226,400	3,066,000	12,264,000
Mantenimiento	360,000	1,440,000	3,600,000	14,400,000
<b>Costo Operacional Total</b>	<b>1,542,600</b>	<b>6,170,400</b>	<b>15,426,000</b>	<b>61,704,000</b>
Reparaciones Accesorios	584,000	2,336,000	5,840,000	23,360,000
Llantas	243,333	973,333	2,433,333	9,733,333
<b>Costo Total Reparaciones</b>	<b>827,333</b>	<b>3,309,333</b>	<b>8,273,333</b>	<b>33,093,333</b>

Fuente: Propia

Cuadro N° 82. COSTOS OPERATIVOS CARGUÍO: CARGADOR FRONTAL

COSTO TOTAL CF				
	Costo Unitario Anual	Total de Maquinas	Costos por una máquina por su vida (CF 10 años)	Costo Total de las maquinas por su vida Util (CF 10 años)
Número de Cargadores		4		
Precio Puesto en Mina	6,000,000	24,000,000		
Depreciación Anual	540,000	2,160,000	5,400,000	21,600,000
Interés y Seguro	396,000	1,584,000	3,960,000	15,840,000
Costo Posesión Total	936,000	3,744,000	9,360,000	37,440,000
Salarios, beneficios Sociales	365,000	1,460,000	3,650,000	14,600,000
Costo Combustible	511,000	2,044,000	5,110,000	20,440,000
Costo Lubricantes	306,600	1,226,400	3,066,000	12,264,000
Mantenimiento	360,000	1,440,000	3,600,000	14,400,000
Costo Operacional Total	1,542,600	6,170,400	15,426,000	61,704,000
Reparaciones accesorios	584,000	2,336,000	5,840,000	23,360,000
Llantas	243,333	973,333	2,433,333	9,733,333
Costo Total Reparaciones	827,333	3,309,333	8,273,333	33,093,333
<b>Costo Total</b>	<b>3,305,933</b>	<b>13,223,733</b>	<b>33,059,333</b>	<b>132,237,333</b>

Fuente: Propia

Cuadro N° 83. COSTO TOTAL - CARGUÍO: CARGADOR FRONTAL

COSTO UNITARIO DEL CARGADOR FRONTAL:

CARGADORES FRONTALES				
A.	DATOS			
	Tasa Interes efectiva anual (TEA)	12%		
	Maquina	KOMATZU WA 1200		
	Potencia de Motor			
	VALOR DE LA MAQUINA (V)	6,000,000	US \$	
	/Sor residual - terrnino de vida útil	600,000	US \$	
	Precio Base de Depreciación	5,400,000	US \$	
	Tiempo de Depreciación	73,000	Vida Util Hrs (ve)	
		10.00	Años (N)	
		2.00	Guardias/día	
		10.00	Hrs efect./Gdia.	
	Horas de operación por año =	7,300,00		Horas
	Inversión Anual Promedio =	$(N+1)/2N \times V$		US \$
	Inversión Anual Promedio =	3,300,00		US \$
B.	COSTO DE POSESIÓN			
	Depreciación por Hora	$\frac{\text{Precio Base de Depreciación}}{\text{Tiempo Depreciación (Hrs)}}$	=	US \$/Hr
				73.97
	Costo Financiero	$\frac{(N+1/2N) \times V \times i \times N}{\text{Vida útil}}$	=	
				54.25
	COSTO DE POSESIÓN POR HORA			128.22

Fuente: Propia  
Cuadro N° 84. COSTO UNITARIO DE CAPITAL - CARGUÍO: CARGADOR FRONTAL

COSTO UNITARIO DE OPERACIÓN DEL CARGADOR FRONTAL						
C.	COSTOS DE OPERACIÓN					US \$/ Hr.
	Consumo Diesel	20	Gln/hr	3.5	\$/gln	70.00
	Consumo de aceite, grasas, filtros. etc. (% consumo combustible segun tabla)					42.00
	Mantenimiento y Reparación $MR=\%MR*(V/Ve)$					49.32
	Costo de Operación por Hora					161.32
D.	Mano de Obra directa (Salario+ Beneficios sociales + Bonos)					50.00
E.	Accesorios			Vida útil Hrs. Efect.	Precio USD \$	US \$/ Hr.
	Reparaciones			100.00	8000	80.00
	llantas			1500.00	50000	33.33
	Costo Accesorios					113.33
F.	COSTO TOTAL HORARIO					452.87

Fuente: Propia

Cuadro N° 85. COSTO UNITARIO DE OPERACIÓN - CARGUÍO: CARGADOR FRONTAL

Para obtener los costos operativos también se considera dentro de la suma el costo de posición inicial del equipo.

### RENDIMIENTO DEL CARGADOR FRONTAL.

CF MINERAL			CF DESMONTE		
Cc	18.53	m3	Cc	20.63	m3
E	0.83	%	E	0.83	%
F	0.8	%	F	0.85	%
H	1		H	1	
A	1		A	1	
% Esponj.	0.83	%	% Esponj.	0.78	%
Dens.Min.	2.5	TM/ m3	Dens.Min.	0	TM/ m3
Dens.Desm.	0	TM/m3	Dens.Desm.	2.7	TM/m3
TC	24	Segundos	TC	30	Segundos
	0.4	Minutos		0.5	Minutos

Fuente: Propia

Cuadro N° 86. RENDIMIENTO DEL CARGADOR FRONTAL

RENDIMIENTO (MINERAL) =	784.4	TM/Hora
RENDIMIENTO (DESMONTE) =	1037.4	TM/Hora

**COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN DE CARGUÍO CON  
CARGADOR FRONTAL.**

COSTO PRODUCCIÓN UNITARIO =	$\frac{\text{COSTO HORARIO MAQUINA}}{\text{PRODUCCIÓN HORARIA}}$	
COSTO UNITARIO MINERAL =	$482.57 / 784.40 =$	0.615 \$/TM
COSTO UNITARIO DESMONTE =	$482.57 / 1037.40 =$	0.465 \$/TM

**7.1.1.3.Acarreo: Camiones**

**COSTO DE CAPITAL:**

COSTO DE CAPITAL DE CAMIONES			
<b>A.</b>	<b>DATOS</b>		
	Tasa Interes efectiva anual (TEA)	12%	
	Maquina	KOMATZU HD1500	
	Potencia de Motor		
	VALOR DE LA MAQUINA (V)	2,100,000	US \$
	/Sor residual - terrnino de vida util	210,000	US \$
	Precio Base de Depreciación	1,890,000	US \$
	Tiempo de Depreciación	73,000	Vida Util Hrs (ve)
		10.00	Años (N)
		2.00	Guardias/día
		10.00	Hrs efect./Gdia.
	Horas de operación por año =	7,300,00	Horas
	Inversión Anual Promedio =	$(N+1)/2N \times V$	US \$
	Inversión Anual Promedio =	1,155,000	US \$
<b>B.</b>	<b>COSTO DE POSESIÓN</b>		
	Depreciación por Hora	$\frac{\text{Precio Base de Depreciación}}{\text{Tiempo Depreciación (Hrs)}}$	US \$/Hr
			189,000,00
	Costo Financiero	$\frac{(N+1/2N) \times V \times i \times N}{\text{Vida útil}}$	
			138,000,00
	<b>COSTO DE POSESIÓN POR HORA</b>		
			<b>327,600,00</b>

Fuente: Propia  
Cuadro N° 87. COSTO DE CAPITAL - ACARREO: CAMIONES

COSTO DE CAPITAL PARA 12 CAMIONES Y 15 AÑOS DE VIDA ÚTIL:

	Costo Unitario Anual	Total de Maquinas	Costos por una máquina por su vida (Camión 10 años)	Costo Total de las maquinas por su vida Útil
Número de Cargadores		12		
Precio Puesto en Mina	2,100,000	25,200,000		
Depreciación Anual	189,000	2,268,000	1,890,000	22,680,000
Interés y Seguro	138,600	1,663,200	1,386,000	16,632,000
<b>Costo Posesión Total</b>	<b>327,600</b>	<b>3,931,200</b>	<b>3,276,000</b>	<b>39,312,000</b>

Fuente: Propia

Cuadro N° 88. COSTO DE CAPITAL - ACARREO: CAMIONES

**COSTOS OPERATIVOS.**

	COSTO UNITARIO ANUAL	TOTAL DE MAQUINAS	COSTO POR UNA MAQUINA POR SU VIDA (10 AÑOS)	COSTO TOTAL DE LAS MAQUINAS POR SU VIDA UTIL
Número de Camiones		12		
Salarios, beneficios Sociales	219,000	2,628,000	2,190,000	26,280,000
Costo Combustible	459,900	5,518,800	4,599,000	55,188,000
Costo Lubricantes	229,950	2,759,400	2,299,500	27,594,000
Mantenimiento	105,000	1,260,000	1,050,000	12,600,000
<b>Costo Operacional Total</b>	<b>1,013,850</b>	<b>12,166,200</b>	<b>10,138,500</b>	<b>121,662,000</b>
Reparaciones Accesorios	0	0	0	0
Llantas	60,833	730,000	608,333	7,300,000
<b>Costo Total Reparaciones</b>	<b>60,833</b>	<b>730,000</b>	<b>608,333</b>	<b>7,300,000</b>

Fuente: Propia

Cuadro N° 89. COSTOS OPERATIVOS- ACARREO: CAMIONES



## COSTO TOTAL DE TRANSPORTE.

COSTO TOTAL DE CAMIÓN				
	Costo Unitario Anual	Total de Maquinas	Costos por una máquina por su vida (10 años)	Costo Total de las maquinas por su vida Util (10 años)
Número de Cargadores		12		
Precio Puesto en Mina	2,100,000	25,200,000		
Depreciación Anual	189,000	2,268,000	1,890,000	22,680,000
Interés y Seguro	138,600	1,663,200	1,386,000	16,632,000
<b>Costo Posesión Total</b>	<b>327,600</b>	<b>3,931,200</b>	<b>3,276,000</b>	<b>39,312,000</b>
Salarios, beneficios Sociales	219,000	2,628,000	2,190,000	26,280,000
Costo Combustible	459,900	5,518,800	4,599,000	55,188,000
Costo Lubricantes	229,950	2,759,400	2,299,500	27,594,000
Mantenimiento	105,000	1,260,000	1,050,000	12,600,000
<b>Costo Operacional Total</b>	<b>1,013,850</b>	<b>12,166,200</b>	<b>10,138,500</b>	<b>121,662,000</b>
Reparaciones accesorios	0	0	0	0
Llantas	60,833	730,000	608,333	7,300,000
<b>Costo Total Reparaciones</b>	<b>60,833</b>	<b>730,000</b>	<b>608,333</b>	<b>7,300,000</b>
<b>Costo Total</b>	<b>1,402,283</b>	<b>16,827,400</b>	<b>14,022,833</b>	<b>168,274,000</b>

Fuente: Propia

Cuadro N° 90. COSTOS TOTAL DE TRANSPORTE

COSTO UNITARIO DEL CAMIÓN :

COSTO DE CAPITAL DEL CAMIÓN			
<b>A.</b>	<b>DATOS</b>		
	Tasa Interes efectiva anual (TEA)	12%	
	Maquina	KOMATZU HD1500	
	Potencia de Motor		
	VALOR DE LA MAQUINA (V)	2,100,000	US \$
	/Sor residual - termino de vida util	210,000	US \$
	Precio Base de Depreciación	1,890,000	US \$
		73,000	Vida Útil Hrs (ve)
	Tiempo de Depreciación	10.00	Años (N)
		2.00	Guardias/día
		10.00	Hrs efect./Gdia.
	Horas de operación por año =	7,300,00	Horas
	Inversión Anual Promedio =	$(N+1)/2N \times V$	US \$
	Inversión Anual Promedio =	1,155,000	US \$
<b>B.</b>	<b>COSTO DE POSESIÓN</b>		
	Depreciación por Hora	$\frac{\text{Precio Base de Depreciación}}{\text{Tiempo Depreciación (Hrs)}}$	US \$/Hr
		=	25.89
	Costo Financiero	$\frac{(N+1/2N) \times V \times i \times N}{\text{Vida Util (Hrs)}}$	=
		=	18.99
	<b>COSTO DE POSESIÓN POR HORA</b>		
	<b>44.88</b>		

Fuente: Propia

Cuadro N° 91. COSTO DE CAPITAL UNITARIO DE CAMIÓN

**COSTO DE OPERACIÓN.**

<b>C.</b>	<b>COSTOS DE OPERACIÓN</b>				<b>US \$/ hir.</b>
	Consumo Diesel	18	Gln/hr	3.5	\$/gln
	Consumo de aceite, grasas, filtros. etc. (% consumo combustible segun tabla)				63.00
	Consumo de aceite, grasas, filtros. etc. (% consumo combustible segun tabla)				31.50
	Mantenimiento y Reparación $MR = \%MR \times (V/Ve)$				14.38
	<b>Costo de Operación por Hora</b>				<b>108.88</b>
<b>D.</b>	Mano de Obra directa (Salario+ Beneficios sociales + Bonos)				30.00
<b>E.</b>	Accesorios		Vida Útil Hrs. Efect.	Precio USD \$	US \$/ Hr.
	Llantas		60,000.00	50,000	8.33
	<b>Costo Accesorios</b>				<b>8.33</b>
<b>F.</b>	<b>COSTO TOTAL HORARIO</b>				<b>192.09</b>

Fuente: Propia

Cuadro N° 92. COSTO DE OPERACIÓN UNITARIO DE CAMIÓN

Al costo de operación se consideró también el costo de capital del camión.

### RENDIMIENTO DEL CAMIÓN.

MINERAL			DESMONTE		
Cv	100	m3	Cv	100	m3
E	0.83	%	E	0.83	%
F.LL	80%	%	F.LL	0.85	%
% Esponj.	17%	%	% Esponj.	22%	%
Disp.Mec	88%	TM/ m3	Disp.Mec	88%	TM/ m3
Dens.Min.	2.5	TM/m3	Dens.Desm.	2.7	TM/m3
TC	14.8	Minutos	TC	24.8	Minutos

Fuente: Propia

Cuadro N° 93. RENDIMIENTO DEL CAMIÓN

RENDIMIENTO DE VOLQUETE (Mineral)=	493.3	TM/Hora
RENDIMIENTO DE VOLQUETE (Desmonte)=	317.5	TM/Hora

### COSTO UNITARIO DIRECTO DE PRODUCCIÓN EN TRANSPORTE CON CAMION.

COSTO PRODUCCIÓN  
UNITARIO =

$\frac{\text{COSTO HORARIO MAQUINA}}{\text{PRODUCCIÓN HORARIA}}$

COSTO UNITARIO MINERAL =  $\frac{192.09}{493.3} = 0.389 \text{ \$/TM}$   
 COSTO UNITARIO DESMONTE =  $\frac{192.09}{317.05} = 0.606 \text{ \$/TM}$

### CALCULO DEL NUEVO RENDIMIENTO DEL CAMIÓN :

MINERAL			DESMONTE		
Cv	100	m3	Cv	100	m3
E	0.83	%	E	0.83	%
F.LL	80%	%	F.LL	0.85	%
% Esponj.	17%	%	% Esponj.	22%	%
Disp.Mec	88%	TM/ m3	Disp.Mec	88%	TM/ m3
Dens.Min.	2.5	TM/m3	Dens.Desm.	2.7	TM/m3
TC	10.2	Minutos	TC	17.5	Minutos

Fuente: Propia

Cuadro N° 94. NUEVO RENDIMIENTO DEL CAMIÓN

RENDIMIENTO DE VOLQUETE (Mineral)=		715.8	TM/Hora
RENDIMIENTO DE VOLQUETE (Desmorte)=		449.9	TM/Hora

Con estos resultados, nuestros costos totales de transporte bajarán hasta en un 70%.

### CÁLCULO DEL NUEVO COSTO DE CAMIÓN.

CALCULO DEL NUEVO COSTO TOTAL DEL CAMIÓN				
	Costo Unitario Anual	Total de Maquinas	costos por una máquina por su vida (camión 10 años)	Costo Total de las maquinas por su vida Util mina

Número de Camiones		7		
Precio Puesto en Mina	2,100,000	14,700,000		

Depreciación Anual	189,000	1,323,000	1,890,000	13,230,000
Interés y Seguro	138,600	970,200	1,386,000	9,702,000
<b>Costo Posesión total</b>	<b>327,600</b>	<b>2,293,200</b>	<b>3,276,000</b>	<b>22,932,000</b>
Salarios, beneficios Sociales	219,000	1,533,000	2,190,000	15,330,000
Costo Combustible	459,900	3,219,000	4,599,000	32,193,000
Costo Lubricantes	229,950	1,609,650	2,299,500	16,096,500
Mantenimiento	105,000	735,000	1,050,000	7,350,000
<b>Costo Operacional total</b>	<b>1,013,850</b>	<b>7,096,650</b>	<b>10,138,500</b>	<b>70,969,500</b>
Reparaciones accesorios	0	0	0	0
Llantas	60,833	425,833	608,333	4,258,333
<b>costo total Reparaciones</b>	<b>60,833</b>	<b>425,833</b>	<b>608,333</b>	<b>4,258,333</b>
<b>Costo Total</b>	<b>1,402,283</b>	<b>9,815,683</b>	<b>14,022,833</b>	<b>98,198,833</b>

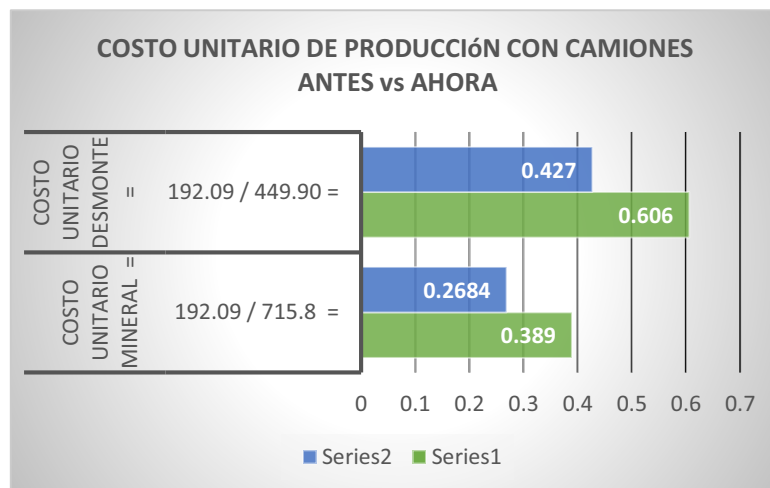
Fuente: Propia  
Cuadro N° 95. NUEVO COSTO DEL CAMIÓN

Debemos indicar que las optimizaciones se hacen en todo el proceso productivo, así si reducimos la vida de la mina. Por eso es necesario analizar los costos globales de minado (perforacion-voladura-carguío-acarreo-chancado-flotacion-refinacion), para poder tomar decisiones de optimización.

## COSTO DE PRODUCCIÓN UNITARIO DE TRANSPORTE CON CAMION.

$$\text{COSTO PRODUCCIÓN UNITARIO} = \frac{\text{COSTO HORARIO MAQUINA}}{\text{PRODUCCIÓN HORARIA}}$$

$$\begin{aligned} \text{COSTO UNITARIO MINERAL} &= 192.09 / 715.8 = 0.2684 \text{ \$/TM} \\ \text{COSTO UNITARIO DESMONTE} &= 192.09 / 449.90 = 0.427 \text{ \$/TM} \end{aligned}$$



Fuente: Propia  
Gráfico N° 96. COSTO UNITARIO DE PRODUCCIÓN ANTES vs AHORA

### 7.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de la investigación observados en los gráficos anteriores, nos permiten visualizar la mejora obtenida en cuanto al nivel operativo de los equipos de Carguío y Acarreo, con la Implementación del nuevo Sistema de Control de Equipos (Dispatch), generando así el aumento en producción de mineral en la Mina 5 de la Compañía Minera Shougang Hierro Perú. Los resultados que se obtuvieron durante el desarrollo de la presente investigación exponen la mejora que se obtuvo tras la Implementación del Sistema de Control de Equipos (Dispatch) de Carguío y Acarreo. Con esto se puede visualizar que mediante el control operativo correcto se puede observar que se ahorra tiempo de hasta 5 minutos por ciclo de carguío y acarreo, con los mismos recursos dentro del proceso operativo, los costos unitarios de carguío se reducen hasta 0.435\$/TM y el costo unitario de transporte se reduce hasta 0.268\$/TM.

## CARGUÍO:

Del cálculo del costo total vemos que el uso de Palas eléctricas es 5% más económico que el uso de Cargadores frontales.

El costo mayor en los cargadores se da básicamente por el costo operativo (combustible) y las llantas. Se considera el análisis del nuevo costo total para Palas con los nuevos datos obtenidos en los resultados.

### PALAS:

CT= Producción Total + Costo unitario

CT Mineral =	720,000,000 TM * 0.435 \$/TM =	313,200,000 \$
CT Desmonte		
=	720,000,000 TM * 0.366 \$/TM =	263,520,000 \$

COSTO TOTAL DE CARGUÍO =	576,720,000 \$
--------------------------	----------------

### CF:

CT= Producción Total + Costo unitario

CT Mineral =	720,000,000 TM * 0.615 \$/TM	=	442,800,000 \$
CT Desmonte =	720,000,000 TM * 0.465 \$/TM	=	334,800,000 \$

COSTO TOTAL DE CARGUÍO =	777,600,000 \$
--------------------------	----------------

Calculamos el costo total después de la optimización, es importante indicar que en la fase de estudio no se utiliza el análisis de costo debido a que esta se dará respecto a la explotación realizada.

## ACARREO:

La optimización del proceso de transporte se puede hacer ajustando las variables de diseño (cálculo de la cantidad de unidades necesarias) o las variables de operación de las unidades de transporte. Este análisis es continuo y será permanente durante toda la

vida del pit.

Siempre existe la oportunidad de mejorar el costo operativo de transporte por lo que se hace necesario cumplir con el ciclo de optimización durante todo el proceso de minado.

El aumento del tiempo de uso efectivo de los camiones, para un rendimiento dado, tiene como efecto un aumento en el nivel producción, optimizándose así el costo mina. Como vimos, este aumento impacta directamente en el costo unitario y el, a la velocidad de explotación del yacimiento. Si bien es cierto el análisis compromete también la flota de carguío, ésta está condicionada en gran medida a la gestión que se realiza en transporte.

Por otro lado, el concepto minero del ciclo de acarreo está en evitar al máximo las esperas del camión en la zona de carga, por lo que la pala debe siempre estar preparada para cargar. Siempre que el acarreo se ajuste a una actividad continua el costo será menor y existe un gran incremento de la productividad.

CAMIONES:

CT= Producción Total + Costo unitario

CT Mineral =	720,000,000 TM * 0.268 \$/TM	=	192,960,000 \$
CT Desmonte =	720,000,000 TM * 0.427 \$/TM	=	307,440,000 \$

COSTO TOTAL DE ACARREO =	500,400,000 \$
--------------------------	----------------

ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO:

Si determinamos el Beneficio-Costo en base al costo total, optamos por el siguiente análisis.

	PALAS	CF
COSTO CAPITAL	30,000,000	24,000,000
COSTO POSESIÓN	64,800,000	37,440,000
COSTO OPERATIVO	53,909,000	61,704,000
COSTO ACCESORIOS	29,200,000	33,093,333
TOTAL	177,909,000	156,237,333

TOTAL, DE VENTAS= \$ 2,473,118.4  
CARGUIO/TRANSPORTE= \$ 519,490,254

Tenemos que determinar el % de costo de este subproceso en la obtención del metal. Suponemos que es 20%, entonces el beneficio que le corresponde a carguío transporte es el 20% del total de ventas (+) más el % de total de ventas.

$$\text{PALAS (B/C)} = 519,490,254 / 177,909,000 = 2.92$$

$$\text{C.F. (B/C)} = 519,490,254 / 156,140,000 = 3.33$$

Vemos que es mejor usar el Cargador Frontal, ya que genera mayor beneficio; Sin embargo, el costo de capital, depreciación e intereses es un costo fijo y se recupera a lo largo de un tiempo determinado. Por tanto, es un costo que no afecta a la productividad.

Determinamos ahora el Beneficio-Costo en base al costo operativo y de accesorios (Costo variable).

$$\text{PALAS (B/C)} = 519,490,254 / 82,109,000 = 6.25$$

$$\text{C.F. (B/C)} = 519,490,254 / 94,700,000 = 5.49$$

Vemos que la Pala nos brinda mayor beneficio, debido a que este costo es más sensible y se verá afectado por cambios en el proceso (tiempo explotación, leyes, etc.) Los Resultados de mayor importancia obtenidos en todo el presente análisis y Control de Tiempos y Horas Efectivas de los Equipos y/o Maquinarias asignadas al área de Operaciones Mina de la Compañía Minera es la diferencia económica o ahorro Mensual y Anual entre lo Presupuestado y lo Ejecutado al Implementarse y Aplicarse éste nuevo Sistema de Control de Tiempos – DISPACHT.



### 7.3.DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una de las primeras interrogantes que se tuvo es:

¿Qué tan factible es ~~éste~~ Sistema DISPACHT: Control de Equipos en Minería a Cielo Abierto?

Éste Sistema DISPACHT: Control de Equipos en Minería a Cielo Abierto, no sólo permite tener un Control de Equipos, Horas Reales o Efectiva de Trabajo, sino que también nos permite obtener una Valorización o Control de Costos más Real o Efectivo, en base a sus Horas Reales o Efectivas trabajadas, tomando nota de la Demoras Mecánicas, Demoras Operativas y Demoras No Operativas para no Valorizarlas o Costearlas.

La siguiente interrogante que se tuvo es:

¿Qué tan difícil o tedioso sería la Implementación de éste Sistema DISPACHT: Control de Equipos en Minería a Cielo Abierto, en la Empresa?

La implementación del Sistema DISPACHT: Control de Equipos en Minería a Cielo Abierto no es difícil, todo empieza por un registro de Equipos y/o Maquinarias que tenga la Empresa (propias o de contratas), luego se tiene que generar los formatos para el Control de Horas de Trabajo de los Equipos y/o Maquinarias, continuando con una Capacitación Teórica – Práctica a todo nivel del personal de Operaciones Mina para el correcto llenado de éstos formatos; finalizando con el ingreso de éstos datos a una Computadora.

La mejora de la operación de minado radica en varios factores como son:

### CARGUÍO:

Inicio de operaciones por transporte de equipos de canchas de mineral a zona de carguío muy tarde.

Elevada granulometría del material a cargar por parte de las excavadoras siendo necesario establecer la rotura de los mismos por impacto.

Falta de una programación para el cambio de aceites y grasas.

Necesidad de programas de mantenimiento programado, correctivo, preventivo

### ACARREO:

Vías en mal estado que regulan la velocidad de los equipos de transporte siendo necesario equipos de servicios como son: motoniveladoras, rodillos, tractor oruga.

Programación de los mantenimientos programados, correctivos, cambios de aceite, cambio de llantas.

Programación de las fechas de lastrado de vías de las zonas de tajeo a las zonas de botadero y canchas de mineral.

Eliminación constante de los materiales excedentes en las bermas de los botaderos con los equipos de servicio.

En tanto los resultados que se obtuvieron de la investigación forman parte de los defectos de proceso que se mencionan anteriormente, así mismo estos defectos de procesos se pueden gestionar con la actuación conjunta en el proceso de minado.

## 7.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN (contrastación de hipótesis)

### 7.4.1. Comprobación de la hipótesis general

Para poder validar y evaluar la hipótesis que se planteó se tuvieron que analizar los cálculos para la validación.

H<sub>1</sub>: Con la Implementación del Sistema Dispatch en el control de equipos de Carguío y Acarreo en Minería a Cielo Abierto se optimizan costos operativos en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú.

H<sub>2</sub>: Con la Implementación del Sistema Dispatch en el control de equipos de Carguío y Acarreo en Minería a Cielo Abierto no se optimizan costos operativos en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú.

Para poder contrastar esta hipótesis se tuvieron que evaluar las ventajas y desventajas que ocasiona el uso del Sistema Dispatch en el Control de Equipos en el proceso de Carguío y Acarreo, Versus los controles estándar que se estuvieron desarrollando. Es así que para la evaluación se tuvo que verificar el uso de la base de datos tradicional con la que se estuvo trabajando versus el control de las operaciones mediante tablas históricas de las operaciones de minado.

**ANÁLISIS DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE UN SISTEMA TRADICIONAL DE CONTROL EN LAS OPERACIONES BÁSICAS DE CARGUÍO Y ACARREO**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Excesiva información por parte de los controles dentro del proceso productivo ayudan a la toma de decisiones.	Falta de información con relevancia para la toma de decisiones dentro del proceso productivo.
Recopilación de información con un exhaustivo análisis de diferentes criterios.	Carencia de información real (con un mínimo de % de error) que nos permita evaluar la rentabilidad del proceso productivo en tiempo actual.
Bajo nivel de conocimiento de las dificultades primordiales del desarrollo financiero en relación a la operatividad de los equipos.	La planificación resulta poco beneficiosa si no se ha conocido en qué grado está impactando en la correcta toma de decisiones en el negocio minero.
Conocimiento de los problemas que enfrenta la operación de minado.	Dificultad para la toma de la planificación con la calidad de información con la que se cuenta.
	El control mediante el sistema tradicional no refleja las metas propuestas ni el avance de las mismas para el desarrollo de un buen proceso productivo.
	Carencia de un análisis del beneficio-costos que genera la operación de minado por la tenencia de una base de datos que no valide con la confiabilidad y rentabilidad de la operación minera.
	Carencia de un sentido de planificación para la organización de los costos operativos reflejados en los principales consumibles de la operación de minado.

**ANÁLISIS DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DEL SISTEMA DISPATCH EN EL CONTROL DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Mayor conocimiento de lo que está pasando en tiempo real dentro de las operaciones de carguío y acarreo.	Se requiere de trabajadores capacitados para el manejo automatizado y entendimiento del nuevo sistema incorporado.
Detectan potenciales de optimización y reducción de costos.	Se prevee que, para un mejor seguimiento del nuevo sistema de control, requiere conjuntamente la instalación de cámaras y manejo desde sala de control operativo.
Obtienen y persiguen metas por la alta gerencia de la Compañía Minera, esto en base a los datos obtenidos en el acto.	
Identifican oportunidades de optimización dentro del proceso productivo.	
Mejor control que permite visualizar el desempeño por guardia.	
Reducción de tiempo no operativo, cálculos financieros, costos operativos y costos/hora	
Mejor seguimiento del equipo y desempeño del mismo durante la guardia.	
Identificación de puntos débiles y defectos operativos de los equipos.	
Determinación de objetivos y metas cuantificables dentro de las operaciones de minado.	

#### 7.4.2. Comprobación de las hipótesis específicas

##### PRIMERA HIPÓTESIS ESPECÍFICA

H<sub>1</sub>: Se realiza el análisis correcto de los equipos de carguío y acarreo en el área de operaciones en la Mina 5.

H<sub>2</sub>: No se realiza el análisis correcto de los equipos de carguío y acarreo en el área de operaciones en la Mina 5.

Para comprobar la primera hipótesis se tuvo que analizar el registro operativo de los equipos de Carguío y Acarreo tomados tradicionalmente, así centramos nuestra atención en los tiempos muertos, no operativos, productivos y no productivos. Tomando como referencia la mayor cantidad de tiempo que implica que la máquina esta parada y sin operación productiva nos genera deficiencia en cantidad de producción/día.

##### SEGUNDA HIPÓTESIS ESPECÍFICA

H<sub>1</sub>: El control de costos es eficiente en relación a las horas efectivas de los equipos.

H<sub>2</sub>: El control de costos no es eficiente en relación a las horas efectivas de los equipos.

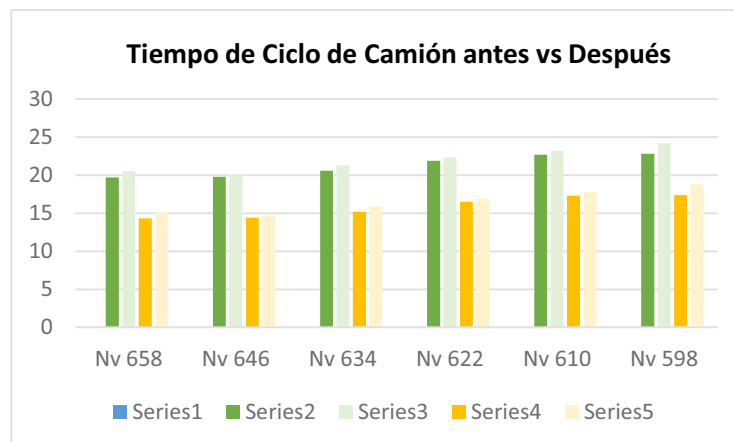
Dentro de los controles que se vinieron realizando en el proceso productivo la gestión de la producción, tuvo bastante descuido por parte de la empresa que desarrollaba las operaciones, no teniendo datos específicos de las horas efectivas de los equipos, tampoco nos permitía obtener datos financieros esenciales para

la empresa, es por ello la necesidad de implementar un sistema de control mediante controladores que nos permitan optimizar un control de los equipos de carguío mediante los formatos de control las cuales eran gestionadas por el equipo de controladores de la empresa contratista.

Tiempo de ciclo camión	ANTES		DESPUÉS	
	MINERAL	DESMONTE	MINERAL	DESMONTE
Nv 658	19.7	20.5	14.3	15.1
Nv 646	19.8	20.1	14.4	14.7
Nv 634	20.6	21.3	15.2	15.9
Nv 622	21.9	22.3	16.5	16.9
Nv 610	22.7	23.2	17.3	17.8
Nv 598	22.8	24.2	17.4	18.8

Fuente: Propia

Cuadro N° 97. TIEMPO DE CICLO DE CAMIÓN ANTES vs DESPUES



Fuente: Propia

Gráfico N° 98. TIEMPO DE CICLO DE CAMIÓN ANTES vs DESPUES

### TERCERA HIPÓTESIS ESPECÍFICA

H<sub>1</sub>: El costo real es óptimo (reducido) con la implementación del nuevo Sistema de Control Dispatch.

H<sub>2</sub>: El costo real no es óptimo (reducido) con la implementación del nuevo Sistema de Control Dispatch.

Para la evaluación de la reducción de los costos operativos mediante el uso del nuevo Sistema de Control Dispatch, se tuvieron que recolectar una serie de evaluación de datos operativos de cada equipo, así como los tomados insitu por operadores en piso; además el ranking de producción durante estos últimos años, datos que nos permitan visualizar la diferencia en cuanto a la reducción de costos en función a (US\$/Tn), para obtener el cálculo del costo total (US \$). Ya que este parámetro nos permite visualizar si realmente el costo se está reduciendo o no.

Para la comprobación de la hipótesis presentada se evaluó los costos históricos de carguío u acarreo bajo el comportamiento histórico de estos costos.

CUADRO COMPARATIVO DE COSTO TOTAL DE PRODUCCION DE CARGUÍO Y ACARREO (mes)				
N°	CRITERIO	CONTROL TRADICIONAL DE PRODUCCION	CONTROL DE PRODUCCIÓN CON LA IMPLEMENTACIÓN DE DISPATCH	DIFERENCIA
1	Costos de Carguío Palas (US\$)	742,320,000	576,720,000	165,600,000.00
2	Costos de Acarreo (US\$)	716,400,000.00	500,400,000.00	216,000,000.00

Fuente: Propia  
Cuadro N° 99. COMPARATIVO DE COSTO DE PRODUCCIÓN DE CARGUÍO Y ACARREO

Evaluación de la correlación de los costos de carguío, que en este caso se eligió de preferencia palas, tomamos como referencia sus datos (US\$).



## 7.5. Aportes de la tesista

Los aportes están focalizados en la gestión de la información minera para la adecuada toma de decisiones, esto con la correcta evaluación de la calidad de información que se detalla dentro del proceso productivo, la toma de decisiones es evaluada de acuerdo a los defectos que se pueden evaluar en el proceso productivo operacional con esto se obtuvo una mejora del nivel productivo con una variación en la producción operativa del equipo y una mejora en la diferencia de los meses anteriores, de la misma manera en los costos carguío y transporte que nos validan una adecuada investigación en los diferentes estándares de producción minera.

## CONCLUSIONES

1. La implementación del Sistema de Control Dispatch nos permite una reducción de costos totales con diferencia de hasta 165,600,000.00 para Equipos de Carguío y en acarreo hasta en 216,000,000.00 en la operación unitaria, de la misma manera se observa una diferencia considerable en costo unitario en carguío y acarreo de 0.435\$/TM y 0.268 \$/TM respectivamente.
2. El Sistema de Control de Equipos Dispatch para equipos de Carguío y Acarreo, muestra una considerable mejora en producción operativa de los equipos empezando por ahorro de tiempo considerable de hasta 5 minutos por ciclo, teniendo como tiempo máximo de 22.8 minutos a una reducción con el nuevo sistema de hasta 17.4 minutos. Generando que el Sistema de Control de Horas Efectivas de los Procesos Unitarios sean más sinceros, reales y con información real por lo que se puede tener un efectivo control sobre ellos.
3. El uso del Sistema de Control de Equipos Dispatch, nos permite tener un mayor conocimiento de las operaciones en cuanto se refiere al rendimiento operativo de los equipos de carguío y acarreo, con ello poder tomar decisiones de optimización en niveles que son más recurrentes a la disminución de costos de operación.
4. La implementación del Sistema de Control de equipos Dispatch, no solo son números que cuantifican el nivel operativo de un equipo, también sirven para alertar frente a posibles dificultades que se estén enfrentando en el proceso de carguío y acarreo, tal es así que cuando se tienen un rango de control automáticamente nos indica si el desempeño del equipo se está realizando en su totalidad o presenta alguna deficiencia para realizarlo.
5. Los presupuestos futuros van a ser más detallados y precisos, debido a que con ésta herramienta vamos a poder optimizar los procesos unitarios de las operaciones.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere se establezca una comunicación efectiva y la definición de conceptos básicos del proceso de carguío y acarreo entre varios grupos involucrados con las operaciones como son: operadores y supervisores, conjuntamente capacitar al personal de Control de Equipos en cuanto a los beneficios e importancia que tiene el Sistema de Control Dispatch; de tal forma que puedan realizar un trabajo orientado a la optimización de las operaciones de carguío y acarreo.
2. Evaluar cada fase (Ida y retorno), tiempo de carguío, descarga es importante porque nos ayuda a comparar tiempos y poder observar donde están las fallas operacionales, mediante la Incorporación del Nuevo Sistema de Control de Equipos.
3. Adiestrar e instruir al puntero (persona encargada de cuadrar los camiones para que descarguen en botadero como en planta) contribuyó a la mejora del tiempo, con este adiestramiento el puntero tomo en cuenta que a mayores puntos de descarga listos tenga menos va a ser la probabilidad de formación de colas (botadero), y en planta reportar las paradas de planta por cola de camiones.
4. Mantener las zonas de carguío, descarga con las dimensiones adecuadas tanto para el equipo de carga como para los camiones, así como las vías de acarreo en buen estado y seguras, que permitan circular a nuestras unidades de acarreo a velocidades óptimas.
5. Evaluar y Aplicar éste mismo Sistema DISPACHT para el Control de Horas Efectivas de las Maquinarias asignadas a otras áreas de la Compañía Minera, áreas en las que se trabaje con Maquinarias o Equipos propios o alquilados tales como: el Área Ingeniería y Obras Civiles, el Área de Medio Ambiente, el Área de Planta (Pad de Lixiviación), etc.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- López, E y C. (1992). Manual de Arranque y Proyectos de Minas de Cielo Abierto. Madrid: ITGM, (3 ed.).
- López, E y C. (2003). Manual de Perforación y Voladura de Rocas. Madrid: ITGM, (2 ed.).
- Caballero, E. (2009). Tipos de Investigación. Perú: 83-85p.
- Sampieri, R. (1983). Metodología de Investigación. México: (5 ed.).
- López, C. (1985). Manual de Arranque Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto. España: Instituto Geo Minero. (2 ed.).
- Ing. Turmero, I. (2010). Cálculo de Parámetros de mantenimiento de equipo pesado. Lima. Perú: Universidad nacional de Ingeniería.
- CAT–Ferreyros. (2001). Manual de Maquinarias de Excavación y Transporte en Minería a Cielo Abierto. Lima. Perú: (1 ed.).
- Instituto Tecnológico y Minero de España. (1995). Manual de Arranque, Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto. Madrid: (2 ed.).
- Revista Tecnológica Minera. (2013). Lima. Perú: (42 ed.).
- INCITEMI. (1976). Estudio de Estabilidad de Taludes de las Minas. Marcona
- Caterpillar Performance Handbook. (2000). Illinois USA: (30 ed.). Inc. 30-17p.
- San Martin Contratistas. (2016). Plan de Minado. Marcona. Perú.
- Ing. Salazar, J. (2010). Costos de carga y transporte en Minería Superficial. Piura. Perú: Universidad Nacional de Piura
- Investigación apoyada en la Tesis:  
Lagos, E. (2007). Gestión Operativa del Sistema de Despacho Estudio Técnico y Económico. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias. Departamento de Ingeniería de Minas.

### WEB SITE

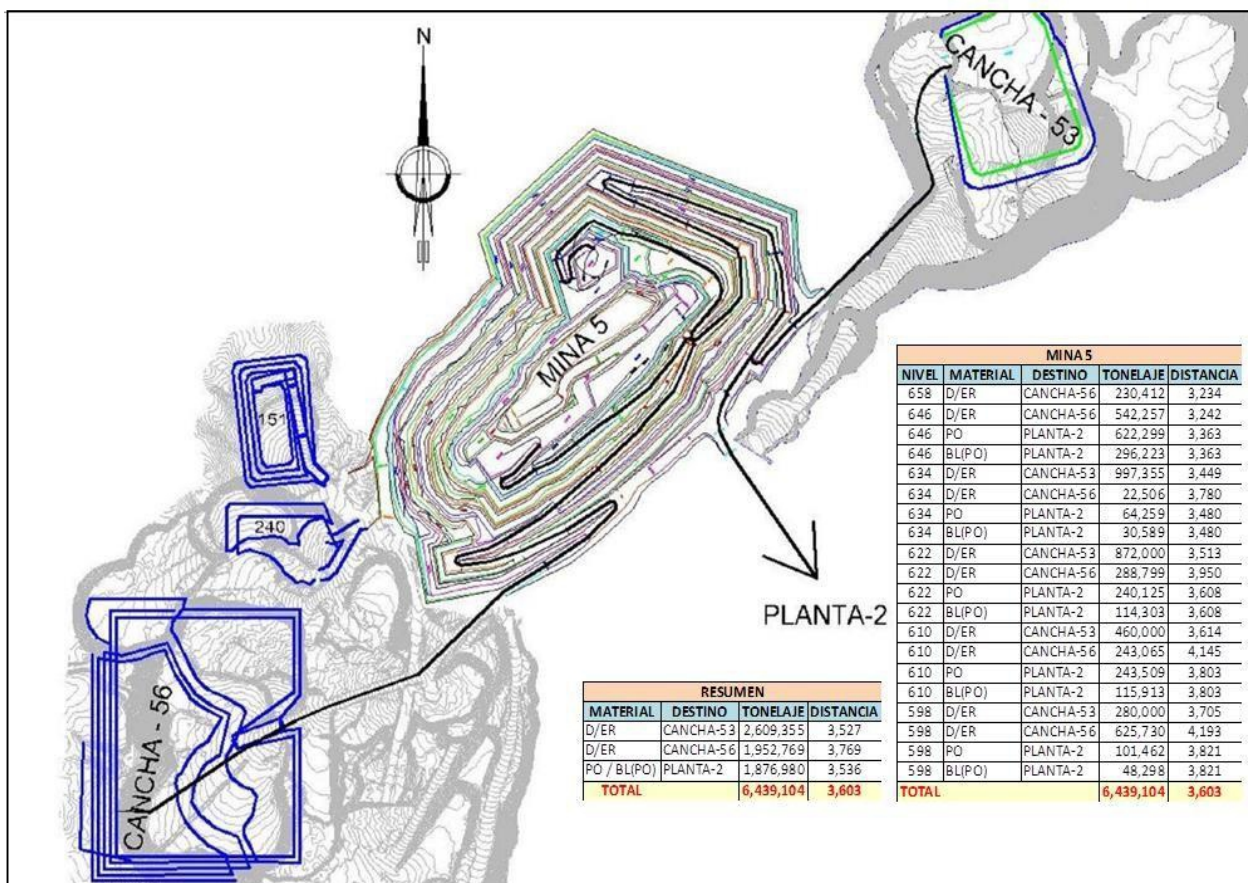
- P&H  
<http://pdf.directindustry.com/pdf/p-h-minepro-services-40115.html>
- Revista minería chilena  
[http://www.mch.cl/revistas/index\\_neo.php?id=1097](http://www.mch.cl/revistas/index_neo.php?id=1097)

## ANEXOS

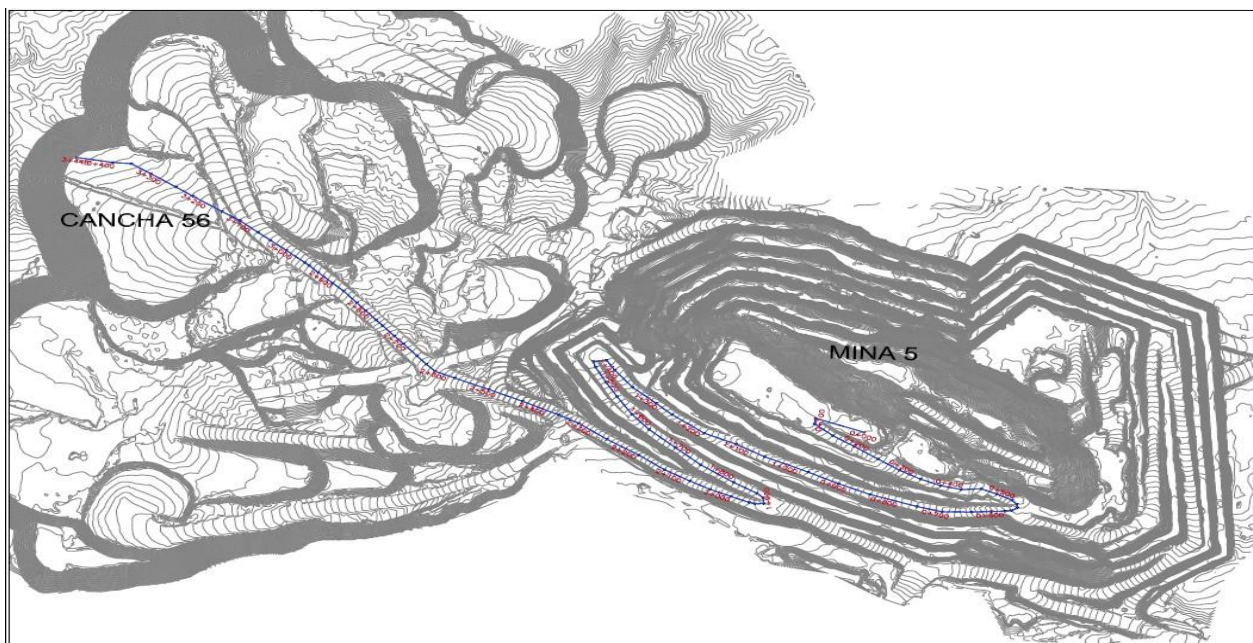
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DISPATCH: CONTROL DE EQUIPOS DE CARGUÍO Y ACARREO EN MINERÍA A CIELO ABIERTO PARA OPTIMIZAR COSTOS OPERATIVOS EN LA COMPAÑÍA MINERA SHOUGANG HIERRO PERÚ S.A.A - MINA 5 - MARCONA -PERÚ</b>	<u>PROBLEMA GENERAL</u> ¿De qué manera la implementación del Sistema Dispatch contribuye al mejor control de equipos de Carguío y Acarreo en Minería a Cielo Abierto, MINA 5- Compañía Minera Shougang Hierro Perú ?	<u>OBJETIVO GENERAL</u> Implementar el Sistema DISPATCH en el control de equipos de Carguío y Acarreo en Minería a Cielo Abierto -Mina 5 Compañía Minera Shougang Hierro Perú.	<u>JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA</u> Se necesita de la justificación científica al realizar la investigación, ya que aporta a la correcta elaboración de la misma. La deficiencia en un control adecuado de Control de Equipos a Tajo o Cielo Abierto genera que los datos obtenidos (Control de horas) también sean deficientes y no reales, esto a su vez también afecta en el Control de Costos, por lo tanto, como resultado nos llevará a pérdidas y/o gastos por ser Costos no reales afectando así al área de Operaciones Mina. Tal muestra el nivel de la investigación en rango Descriptiva. Observando la relación Causa - Efecto y el análisis continuo al desarrollo de la investigación.	<u>HIPÓPTESIS GENERAL</u> - La Implementación del Sistema Dispatch para el control de Equipos de Carguío y Acarreo en Minería a Cielo Abierto optimizará los costos operativos en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú S.A.A-Mina 5
	<u>PROBLEMA ESPECÍFICO</u> - ¿Se realizará el análisis correcto de los equipos de Carguío y Acarreo en el área de operaciones de la mina 5? - ¿En qué medida la relación de horas efectivas y control de costos será eficiente? - ¿De qué manera afectará el nuevo Sistema de Control de Equipos Dispatch al Costo Real?	<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u> - Analizar el proceso actual de Control de Equipos en el área de Operaciones Mina en la Compañía Minera Shougang Hierro Perú - Mina5. - Realizar un eficiente Control de Costos en relación a las Horas efectivas de los equipos. - Descubrir cómo afecta el Costo real entre el Sistema de control de equipos utilizado actualmente y con el nuevo Sistema de Control Dispatch.	<u>JUSTIFICACIÓN SOCIAL</u> En cuanto a la Justificación Social, la Compañía Minera tiene como principal empresa contratista a pobladores del distrito donde se ubica. Debido a que la Empresa Shougang poseía equipos obsoletos, palas eléctricas, camiones con baja disponibilidad mecánica; es que se licita el proyecto en el año 2015, ganando la Empresa San Martin el Proyecto de Desarrollo de Mina 5, para el cabal cumplimiento del requerimiento de planta y botaderos, cercanas a la ubicación de la Unidad Minera.	<u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</u> -Análisis correcto de los equipos de Carguío y Acarreo en el área de operaciones de la Mina 5 - Control de costos eficiente en relación a las Horas efectivas de los equipos. - Costo Real óptimo( reducido) con la implementación del Nuevo Sistema de Control de Equipos Dispatch.
			<u>JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA</u> La toma de datos de forma tradicional (llenado manualmente) por parte de los operadores en piso, generó el interés de implementar este nuevo sistema de Control de Equipos siendo actualizados y de la mano de la tecnología para beneficio de la Compañía, facilidad operativa y de control de Costos.	

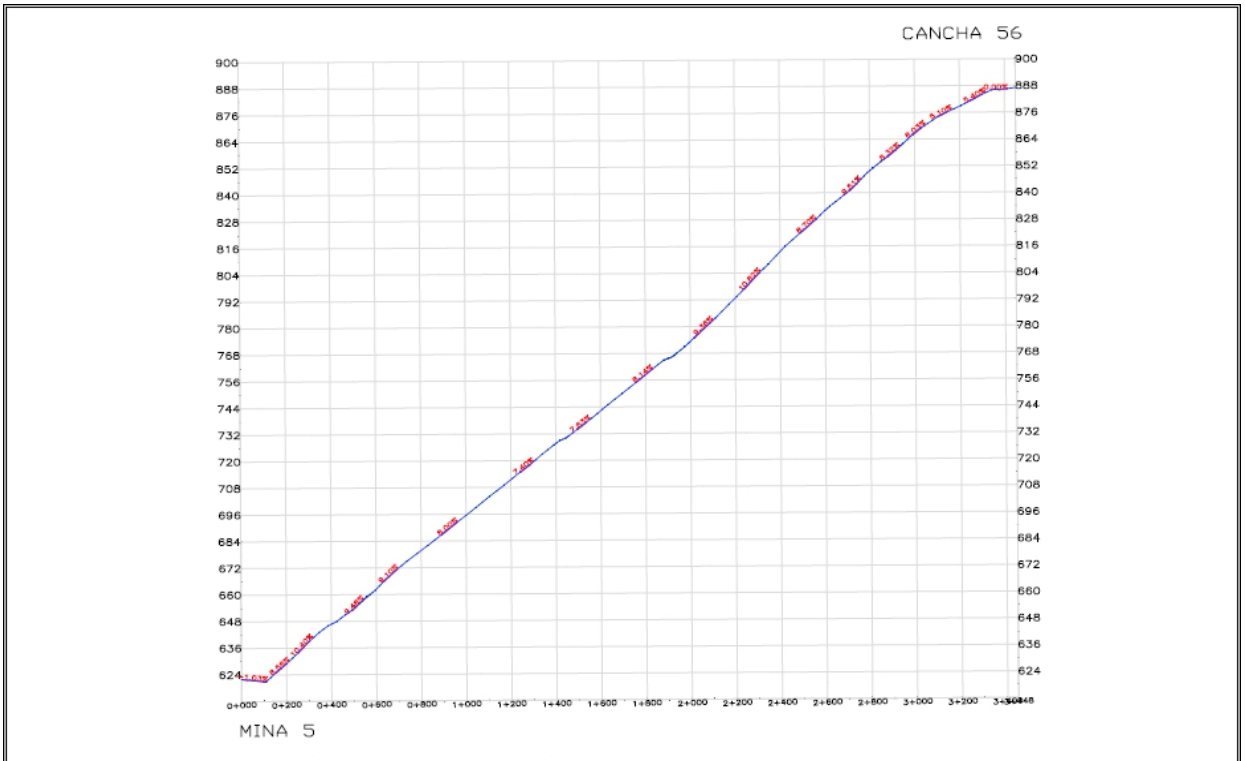
## MINA 5 PLANO GENERAL



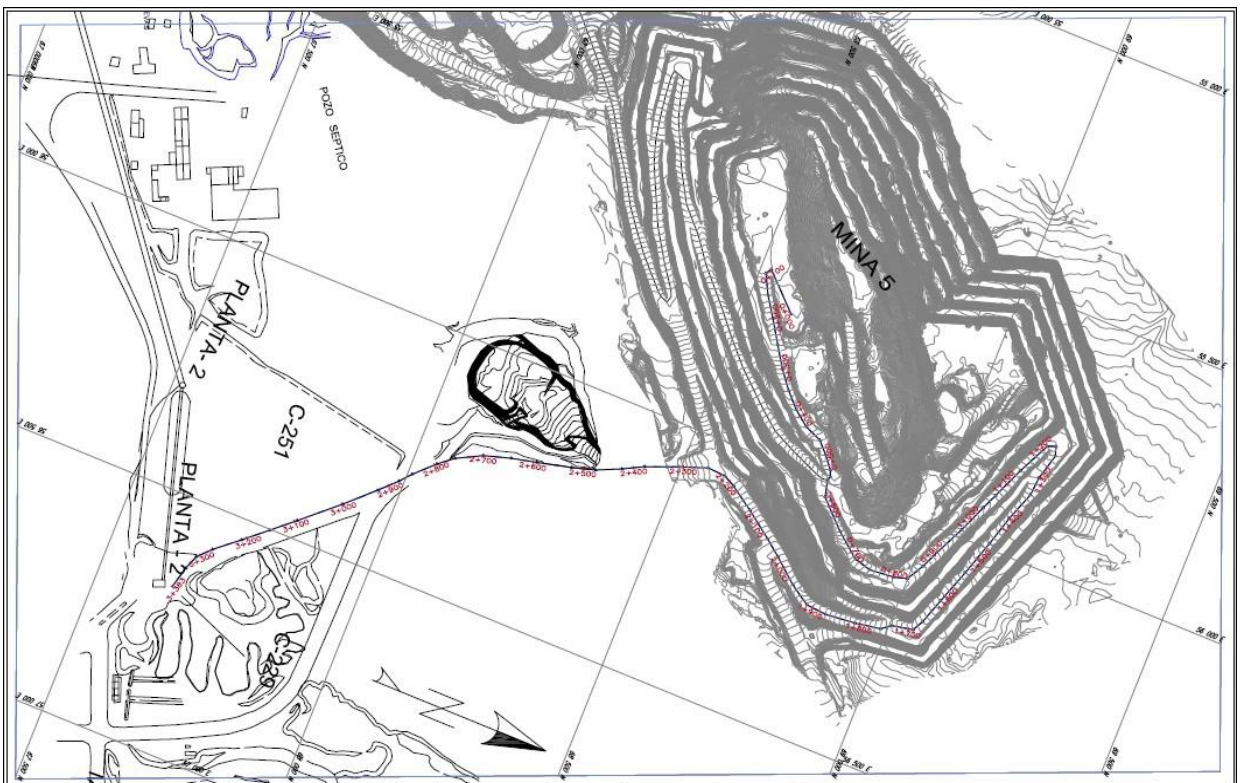
ANEXO.01. CUADRO RESUMEN DE PRODUCCION 2016 CON DESTINOS A CANCHAS Y PLANTA 2  
ANEXO 02: PROGRESIVA DE RUTA MINA 05 A CANCHA 56





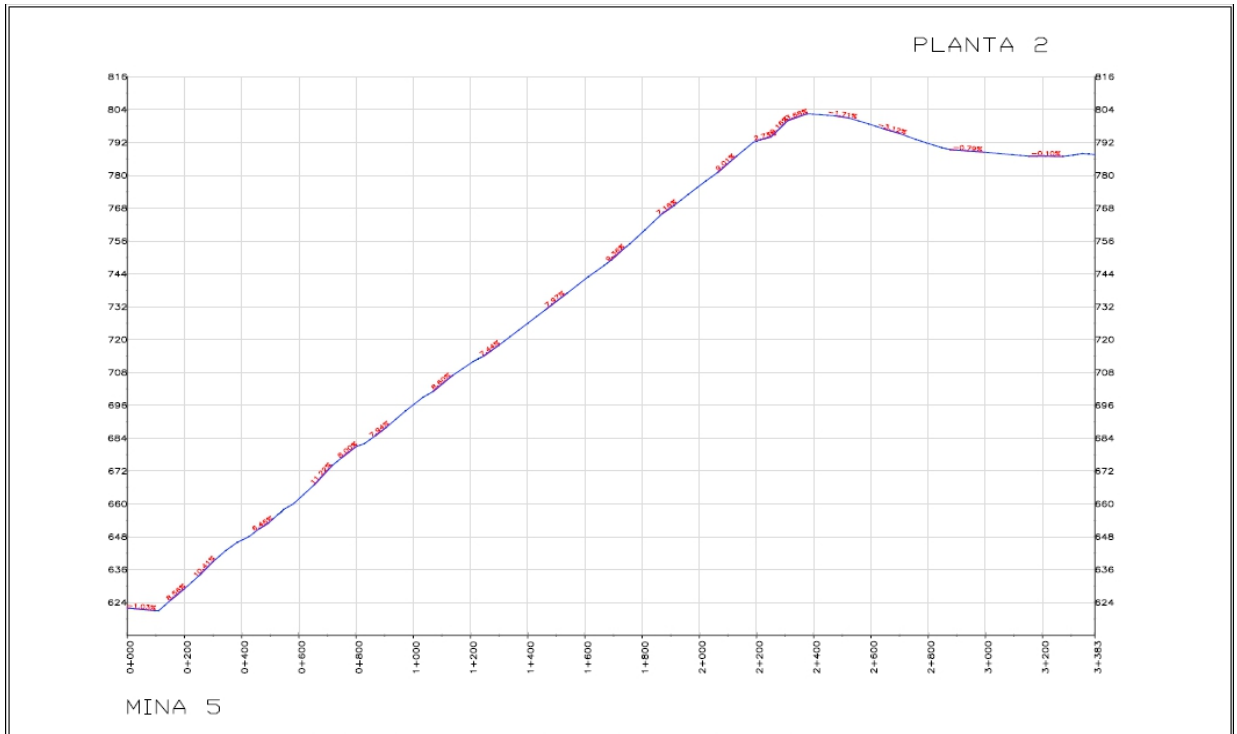


ANEXO 03: PERFIL DE RUTA MINA 05 A CANCHA 56

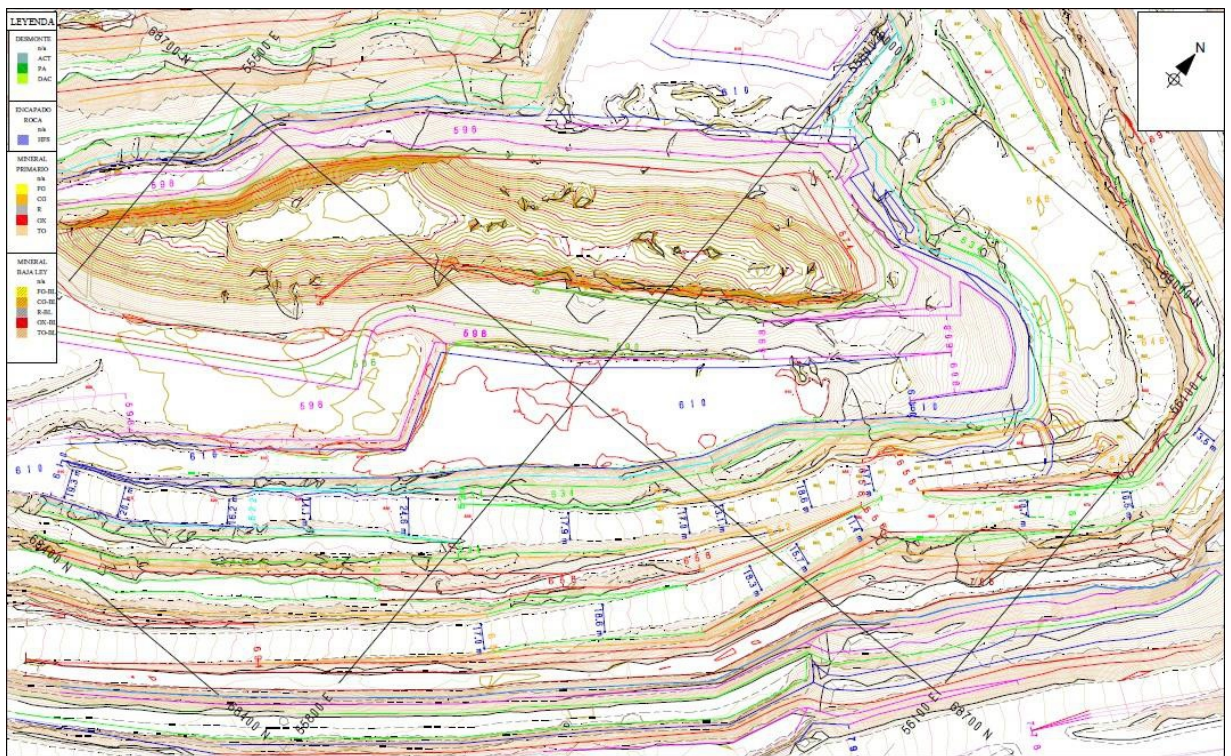


ANEXO 04: PROGRESIVA DE RUTA MINA DE MINA 05 A PLANTA 2

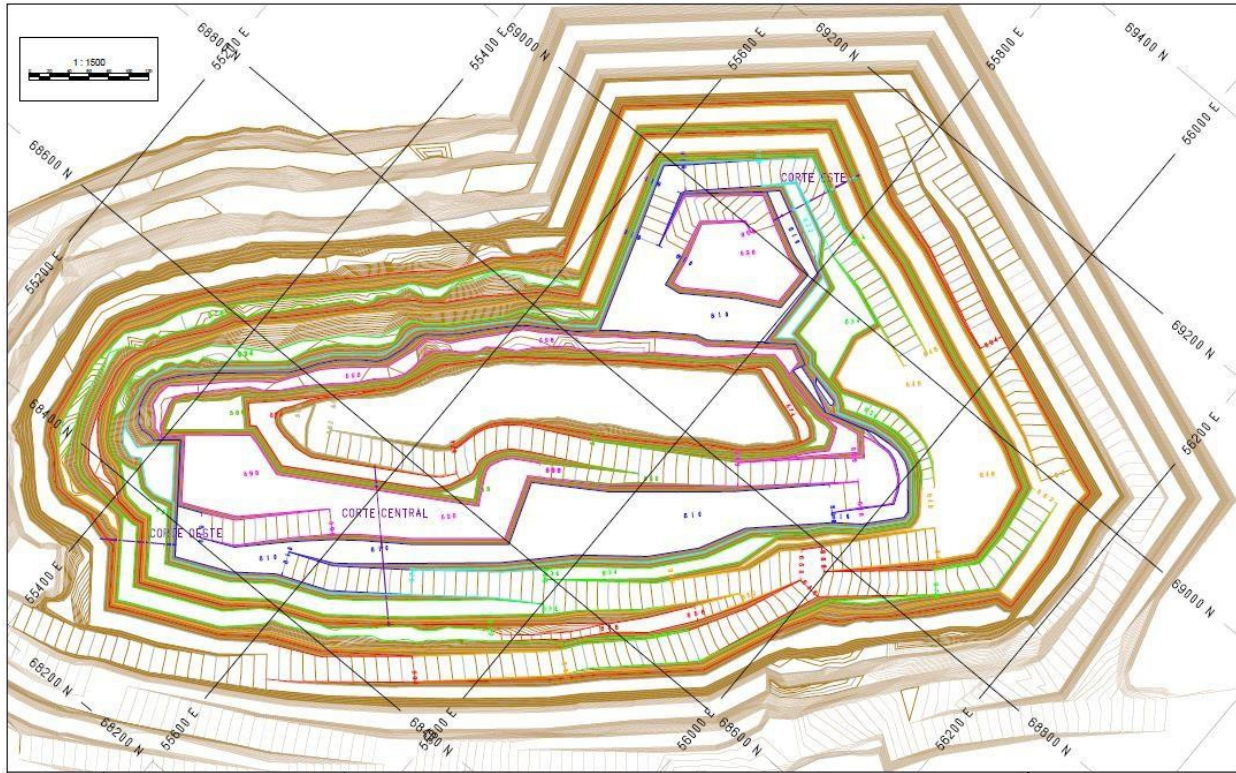




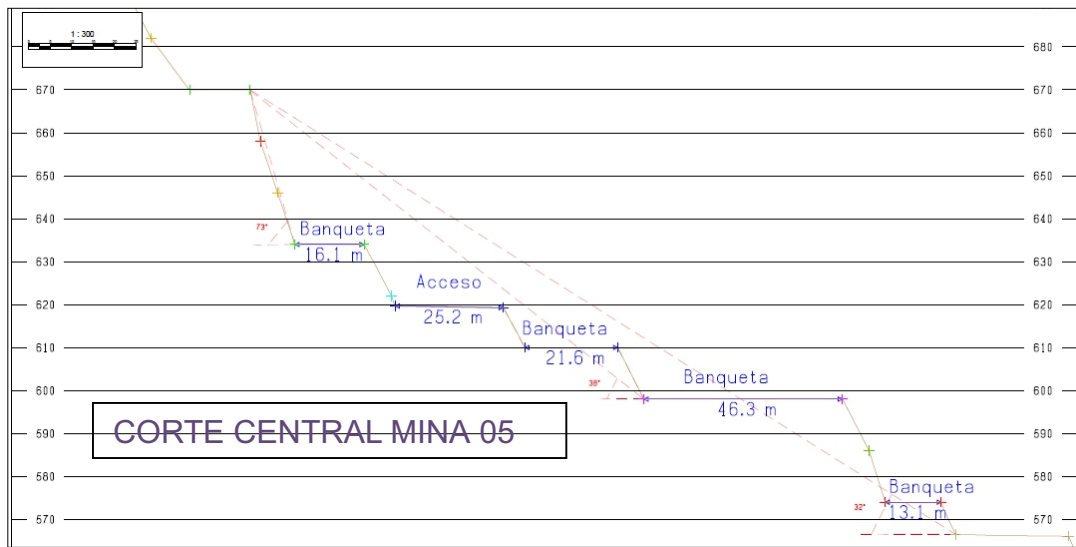
ANEXO 05: PERFIL DE RUTA MINA 05 A PLANTA 2



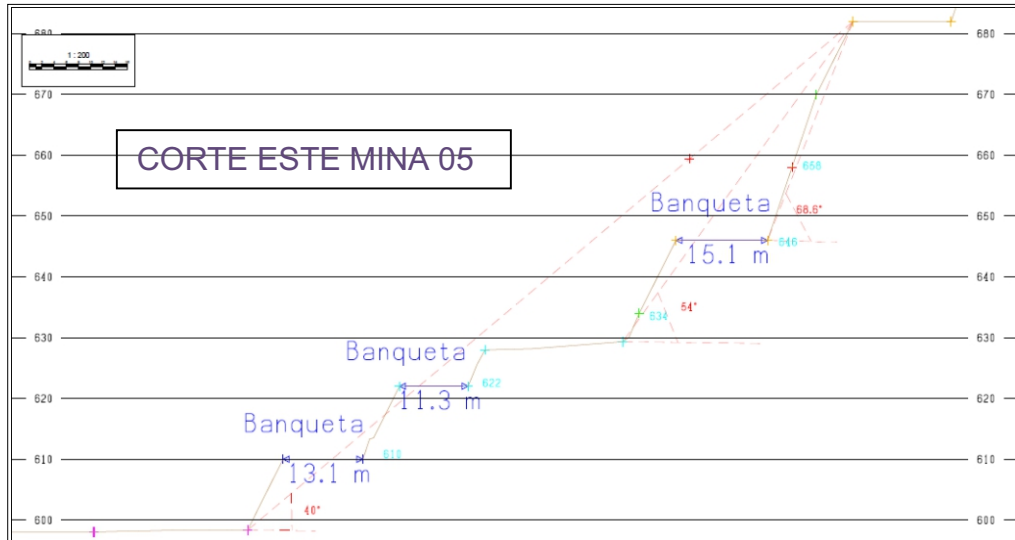
ANEXO 06: ANCHO DE VIA MINA 05



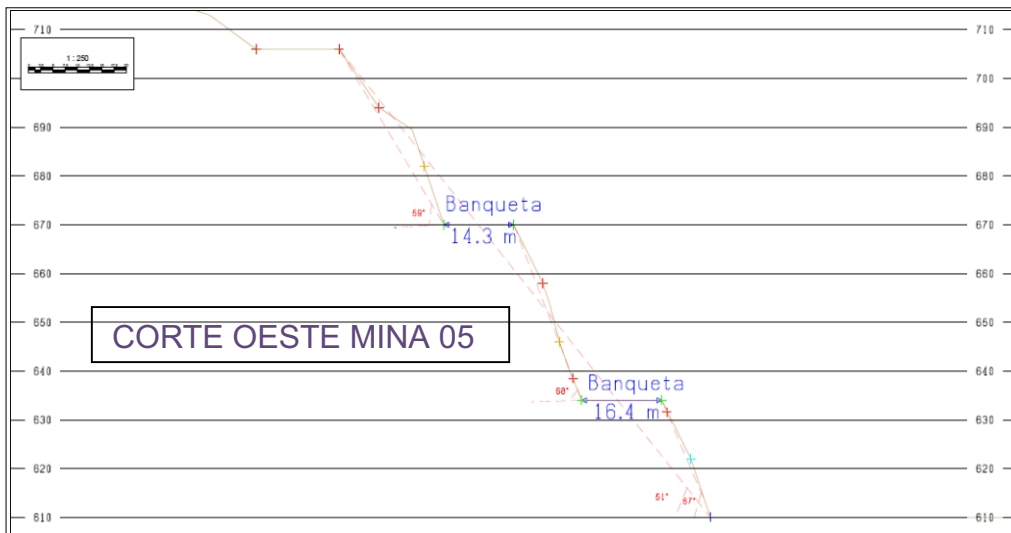
ANEXO 07: CORTES EN SECCIÓN MINA 05



ANEXO 08: CORTES EN SECCIÓN MINA 05 - CORTE CENTRAL



ANEXO 09: CORTES EN SECCIÓN MINA 05 - CORTE ESTE



ANEXO 10: CORTES EN SECCIÓN MINA 05 - CORTE OESTE

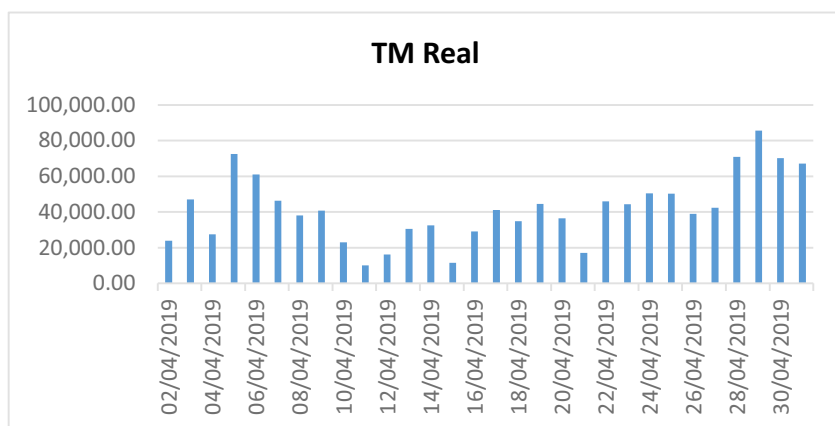
Material :	Desmante
Fecha actualizada:	01 Mayo de 2019

Producción Meta del Mes (TM)	720,000
PU =	US\$ 1.38 51.104.000
Avance Tiempo	96.8%
Avance Producción	161.9%

Turnos	Fecha	TM Prog.	DIA	NOCHE	TM Real	Acum.TM Prog.	Acum TM Real	US\$ Prog.	US\$ Real	Acum US\$Prog.	Acum.US\$ Real
2	1/04/2019	25,806.00	9,519.00	36,465.00	45,984.00	25,806.45	459,819.00	35,612.90	63,457.78	35,612.90	63,457.78
2	2/04/2019	25,806.00	16,358.00	7,521.00	23,879.00	51,612.90	69,863.20	35,612.90	32,953.43	71,225.81	96,411.22
2	3/04/2019	25,806.00	25,917.00	21,095.00	47,012.00	77,419.35	116,875.10	35,612.90	64,876.42	106,838.71	161,287.64
2	4/04/2019	25,806.00	18,663.00	8,776.00	27,439.00	103,225.81	144,313.60	35,612.90	37,865.13	142,451.61	199,152.77
2	5/04/2019	25,806.00	36,259.00	36,233.00	72,492.00	129,032.26	216,805.60	35,612.90	100,038.96	178,064.52	299,191.73
2	6/04/2019	25,806.00	18,527.00	42,569.00	61,096.00	154,838.71	277,901.60	35,612.90	84,312.48	213,677.42	383,504.21
2	7/04/2019	25,806.00	27,764.00	18,507.00	46,271.00	180,645.16	32,417,120.00	35,612.90	63,853.43	249,290.32	447,357.64
2	8/04/2019	25,806.00	31,564.00	6,492.00	38,056.00	206,451.61	362,227.90	35,612.90	52,516.87	284,903.23	499,874.50
2	9/04/2019	25,806.00	19,056.00	21,709.00	40,765.00	232,258.06	402,992.90	35,612.90	56,255.70	320,516.13	556,130.20
2	10/04/2019	25,806.00	1,577.00	7,140.00	22,910.00	258,064.52	425,903.30	35,612.90	31,616.35	356,129.03	587,746.55
2	11/04/2019	25,806.00	5,246.00	4,828.00	10,074.00	283,870.97	435,977.60	35,612.90	13,902.53	391,741.94	601,649.09
2	12/04/2019	25,806.00	16,153.00	0.00	16,153.00	309,677.42	452,131.00	35,612.90	22,291.69	427,354.84	623,940.78
2	13/04/2019	25,806.00	15,675.00	14,786.00	30,461.00	335,483.87	482,591.90	35,612.90	42,036.04	462,967.74	665,976.82
2	14/04/2019	25,806.00	17,383.00	15,060.00	32,444.00	361,290.32	515,035.40	35,612.90	44,772.03	498,580.65	710,748.85
2	15/04/2019	25,806.00	11,190.00	312.00	11,503.00	387,096.77	526,537.90	35,612.90	15,873.45	534,193.55	726,622.30



2	16/04/2019	25,806.00	2,096.00	8,102.00	29,061.00	412,903.23	555,599.30	35,612.90	40,104.73	569,806.45	766,727.03
2	17/04/2019	25,806.00	25,062.00	16,088.00	41,151.00	438,709.68	596,749.80	35,612.90	56,787.69	605,419.35	823,514.72
2	18/04/2019	25,806.00	15,979.00	18,793.00	34,772.00	464,516.13	631,521.90	35,612.90	47,985.50	641,032.26	871,500.22
2	19/04/2019	25,806.00	2,635.00	18,164.00	44,514.00	490,322.58	676,035.70	35,612.90	61,429.04	676,645.16	932,929.27
2	20/04/2019	25,806.00	18,497.00	17,895.00	36,392.00	516,129.03	712,428.00	35,612.90	50,221.37	712,258.06	983,150.64
2	21/04/2019	25,806.00	17,063.00	0.00	17,063.00	541,935.48	729,491.20	35,612.90	23,547.22	747,870.97	1,006,697.86
2	22/04/2019	25,806.00	2,292.00	23,004.00	45,924.00	567,741.94	775,415.10	35,612.90	63,374.98	783,483.87	1,070,072.84
2	23/04/2019	25,806.00	21,989.00	22,328.00	44,316.00	593,548.39	819,731.40	35,612.90	61,156.49	819,096.77	1,131,229.33
2	24/04/2019	25,806.00	30,037.00	20,352.00	50,389.00	619,354.84	870,119.90	35,612.90	69,536.13	854,709.68	1,200,765.46
2	25/04/2019	25,806.00	28,433.00	21,826.00	50,259.00	645,161.29	920,378.70	35,612.90	69,357.14	890,322.58	1,270,122.61
2	26/04/2019	25,806.00	18,145.00	20,875.00	39,020.00	670,967.74	959,398.70	35,612.90	53,847.60	925,935.48	1,323,970.21
2	27/04/2019	25,806.00	23,575.00	18,804.00	42,379.00	696,774.19	1,001,778.00	35,612.90	58,483.43	961,548.39	1,382,453.64
2	28/04/2019	25,806.00	31,945.00	38,933.00	70,878.00	722,580.65	1,072,655.60	35,612.90	97,811.09	997,161.29	1,480,264.73
2	29/04/2019	25,806.00	46,418.00	39,157.00	85,575.00	748,387.10	1,158,230.10	35,612.90	118,092.81	1,032,774.19	1,598,357.54
2	30/04/2019	25,806.00	33,096.00	36,998.00	70,094.00	774,193.55	1,228,324.00	35,612.90	96,729.58	1,068,387.10	1,695,087.12
2	1/05/2019	25,806.00	36,286.00	30,883.00	67,169.00	800,000.00	1,295,493.40	35,612.90	92,693.77	1,104,000.00	1,787,780.89
		800,000	701,738	533,635	1,235,433			1,104,000	1,787,781		

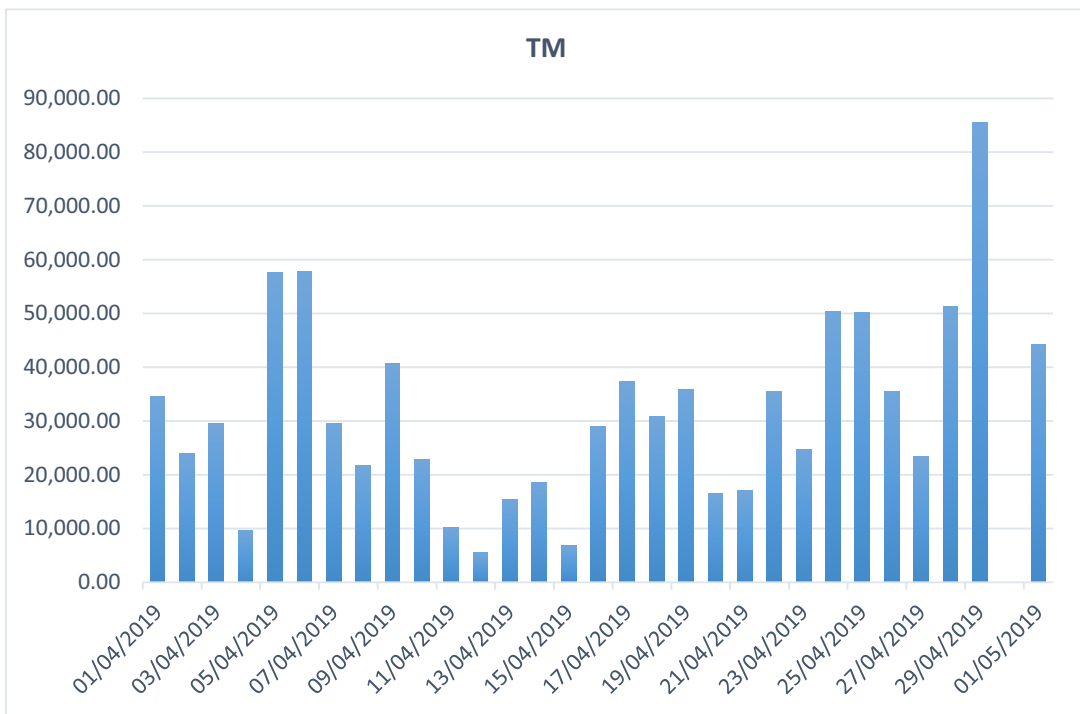
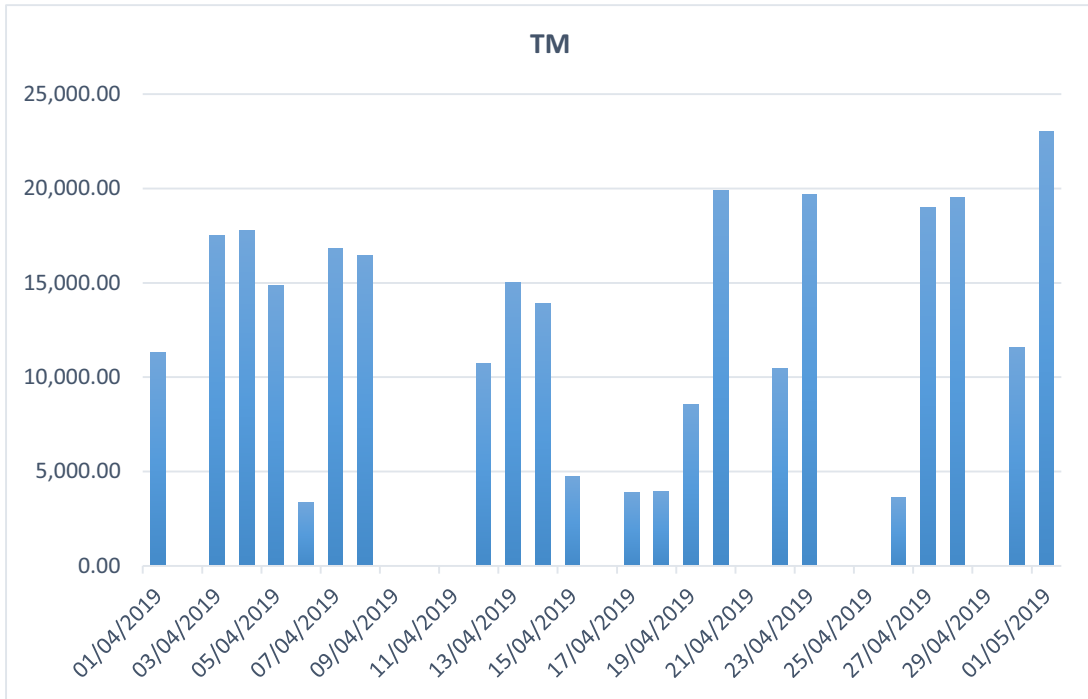


**ANEXO 11: CUADRO E PROUCCIÓ N DESMONTE**

PRODUCCIÓN ACUMULADA				
Mineral				
FECHA	TM	KM RUTA PROM.PONDERADO	TM.KM	VIAJES
1/04/2019	11,321.00	3.53	39,503.95	2.24
2/04/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
3/04/2019	17,522.50	3.54	62,029.65	1.89
4/04/2019	17,763.70	3.17	56,231.50	2.02
5/04/2019	14,864.00	3.61	53,678.21	1.97
6/04/2019	3,376.00	3.06	10,344.06	1.77
7/04/2019	16,803.30	3.49	58,581.66	1.91
8/04/2019	16,430.70	3.54	58,100.34	1.95
9/04/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
10/04/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
11/04/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
12/04/2019	10,720.40	3.58	38,336.15	1.73
13/04/2019	15,049.90	3.51	52,826.33	1.71
14/04/2019	13,885.00	3.40	47,268.96	2.08
15/04/2019	4,732.50	3.61	17,080.63	2.01
16/04/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
17/04/2019	3,921.00	3.57	14,013.65	1.85
18/04/2019	3,970.10	3.61	14,340.00	1.63
19/04/2019	8,570.00	3.60	30,836.73	1.68
20/04/2019	19,908.20	3.67	73,105.28	1.75
21/04/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
22/04/2019	10,489.90	3.61	37,868.54	1.76
23/04/2019	19,659.40	3.34	65,670.13	1.85
24/04/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
25/04/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
26/04/2019	3,634.00	3.11	11,290.84	1.87
27/04/2019	19,017.00	3.38	64,295.61	1.88
28/04/2019	19,532.00	3.14	61,418.37	2.12
29/04/2019	0.00	0.00	0.00	0.00
30/04/2019	11,570.20	3.21	37,182.82	1.90
1/05/2019	22,993.00	3.24	74,543.31	1.97
	<b>285,733.80</b>	<b>3.426</b>	<b>978,546.73</b>	<b>1.91</b>

ANEXO 12: PRODUCCIÓN ACUMULADA DE MINERAL

PRODUCCIÓN ACUMULADA				
Desmante				
FECHA	TM	KM RUTA PROM.PONDERADO	TM.KM	VIAJES
1/04/2019	34,662.90	3.49	120,954.10	2.36
2/04/2019	23,879.30	3.49	83,410.39	2.45
3/04/2019	29,489.40	3.41	100,705.45	2.34
4/04/2019	9,674.80	3.44	33,281.31	2.43
5/04/2019	57,628.00	3.54	203,901.14	2.32
6/04/2019	57,720.00	3.47	200,321.22	2.40
7/04/2019	29,467.30	3.39	99,773.96	2.26
8/04/2019	21,625.00	3.44	74,317.19	2.20
9/04/2019	40,765.00	3.53	144,035.79	2.18
10/04/2019	22,910.40	3.56	81,521.16	2.20
11/04/2019	10,074.30	3.54	35,632.57	2.02
12/04/2019	5,433.00	3.43	18,635.19	1.80
13/04/2019	15,411.00	3.57	55,004.74	2.32
14/04/2019	18,558.50	3.55	65,879.92	2.18
15/04/2019	6,770.00	3.49	23,613.76	2.17
16/04/2019	29,061.40	3.49	101,337.87	2.27
17/04/2019	37,229.50	3.50	130,303.05	2.19
18/04/2019	30,802.00	3.35	103,202.42	2.27
19/04/2019	35,943.80	3.46	124,321.07	2.18
20/04/2019	16,484.10	3.59	59,206.16	2.06
21/04/2019	17,063.20	3.51	59,911.94	2.05
22/04/2019	35,434.00	3.58	126,850.11	2.16
23/04/2019	24,656.90	3.61	88,898.25	2.09
24/04/2019	50,388.50	3.59	181,116.86	2.19
25/04/2019	50,258.80	3.61	181,252.94	2.15
26/04/2019	35,386.00	3.62	127,971.43	2.17
27/04/2019	23,362.30	3.61	84,241.11	2.21
28/04/2019	51,345.60	3.61	185,266.86	2.17
29/04/2019	85,574.50	3.65	312,088.22	2.26
30/04/2019	58,523.70	3.66	214,161.32	2.25
1/05/2019	44,176.40	3.76	165,954.76	2.17
	1009759.6	3.552	3587072.26	2.23





ANEXO 13: PRODUCCIÓN ACUMULADA DE DESMONTE

FECHA	CODIGOS	TM/HM	VJE S/HM	TMNJ	TM/HM	VJES/HIA	TMNJE
01/08/2016	FC-82				351.70	2.25	155.97
1/04/2019	FC-82	380.27	243.00	156.33	351.70	2.25	155.97
1/04/2019	FC-99	328A4	2.22	147.80	348.84	2.30	151.67
1/04/2019	FC-100	-	-	-	353.01	2.32	152.44
1/04/2019	FC-101	-	-	-	354.65	2.32	152.65
1/04/2019	FC-102	410.00	2.59	158.14	359.71	2.35	152.88
1/04/2019	FC-70	237.11	2.67	88.92	197.83	2.17	91.22
1/04/2019	FC-71	224.00	2.50	89.60	211.49	2.30	92.00
1/04/2019	FC-72	225.58	2.56	88.18	211.41	2.28	92.62
1/04/2019	FC-76	230.00	2.56	89.91	208.75	2.27	91.85
1/04/2019	FC-78	215.22	2.39	90.00	205.32	2.23	91.90
1/04/2019	FC-85	165.33	2.00	82.67	-	-	-
1/04/2019	FC-30	336.74	2.39	140.82	309.20	2.20	140.55
1/04/2019	FC-98	-	-	-	333.23	2.32	143.43
1/04/2019	FC-90	-	-	-	327.10	2.30	142.22
1/04/2019	C-51	-	-	-	1,600.40	-	-
1/04/2019	CH-05	2,148.67	2.43	-	2,446.23	2.28	-
2/04/2019	FC-82	385.45	2.47	156.21	310.00	2.00	155.00
2/04/2019	FC-99	-	-	-	376.21	2.50	150.49
2/04/2019	FC-100	-	-	-	372.03	2.41	154.13
2/04/2019	FC-101	357.69	2.31	155.00	347.31	2.31	150.50
2/04/2019	FC-102	-	-	-	368.80	2.40	153.67
2/04/2019	FC-70	219.74	2.47	89.05	300.00	3.33	90.00
2/04/2019	FC-71	226.53	2.53	89.42	225.00	2.50	90.00
2/04/2019	FC-72	212.47	2.47	86.17	300.00	3.33	90.00
2/04/2019	FC-74	208.04	2.39	87.00	-	-	-
2/04/2019	FC-76	218.90	2.47	88.78	300.00	3.33	90.00
2/04/2019	FC-85	212.78	2.50	85.11	303.33	3.33	91.00
2/04/2019	FC-95	-	-	-	337.78	2.22	152.00
2/04/2019	FC-30	333.42	2.37	140.78	-	-	-
2/04/2019	FC-98	-	-	-	341.72	2.41	141.57
2/04/2019	FC-90	350.53	2.40	146.06	351.67	2.33	150.71
2/04/2019	CH-05	2,158.05	2.44	-	2,593.55	2.65	-

ANEXO 14: CUADRO DE RENDIMIENTO DIA/NOCHE

Día	
Noche	

RENDIMIENTOS POR EQUIPOS DE CARGUÍO MINERAL						
FECHA	T. PRODUCIDAS		H. TRABAJADAS		TMIHR	
	C-51	CH-05	C-51	CH-05	C-51	CH-05
1/04/2019	11,321.00	0.00	7.00	0.00	161,729.00	
2/04/2019			0.00	0.00		
3/04/2019	7,416.80	10,105.70	4.10	6.00	1,808.98	1,684.28
4/04/2019	14,027.80	3,735.90	7.00	2.00	2,003.97	1,867.95
5/04/2019	0.00	14,864.00	0.00	7.70		1,930.39
6/04/2019	3,376.00'	0.00	1.60	0.00	2,110.00	
7/04/2019	3,687.30	13,116.00	2.10	7.70	1,755.86	1,703.38
8/04/2019	1,667.00	14,763.70	0.90	7.90	1,852.22	1,868.82
9/04/2019						
10/04/2019			0.00	0.00		
11/04/2019						
12/04/2019	10,720.40	0.00	7.10	0.00	1,509.92	
13/04/2019	15,049.90	0.00	9.40	0.00	1,601.05	
14/04/2019	4,557.00	9,328.00	3.10	4.70	1,470.00	1,984.68
15/04/2019	4,732.50	0.00	3.50	0.00	1,352.14	
16/04/2019			0.00	0.00		
17/04/2019	3,921.00	0.00	3.60	0.00	1,089.17	
18/04/2019	3,970.10	0.00	3.50	0.00	1,134.31	
19/04/2019	8,570.00	0.00	5.00	0.00	1,714.00	
20/04/2019	19,908.20	0.00	11.20	0.00	1,777.52	
21/04/2019						
22/04/2019	10,489.90	0.00	7.00	0.00	1,498.56	
23/04/2019	19,659.40	0.00	15.20	0.00	1,293.38	
24/04/2019			0.00	0.00		
25/04/2019			0.00	0.00		
26/04/2019	3,634.00	0.00	2.00	0.00	1,817.00	
27/04/2019	15,731.00	0.00	9.50	0.00	1,655.89	
28/04/2019	19,532.00	0.00	9.80	0.00	1,993.06	
29/04/2019			0.00	0.00		
30/04/2019	11,570.20	0.00	8.70	0.00	1,329.91	
1/05/2019	22,993.00	0.00	14.90	0.00	1,543.15	

ANEXO 15: RENDIMIENTO POR EQUIPO DE CARGUÍO (MINERAL)

RENDIMIENTOS DE CARGUÍO PARA DESMONTE					
	TM/HR				
FECHA	RE-639-AL	C-51	C-45	CH-05	RE-710-AL
1/04/2019		1,364.00		2,354.88	
2/04/2019				2,278.56	
3/04/2019		2,047.30		1,845.33	
4/04/2019		1,488.43			
5/04/2019		2,177.27		2,039.67	
6/04/2019		1,869.41		2,157.72	
7/04/2019		1,826.46			625.83
8/04/2019		1,564.38		1,500.00	620.98
9/04/2019		2,028.11			
10/04/2019		1,992.21			
11/04/2019		2,011.79			624.52
12/04/2019					603.67
13/04/2019		1,449.61			367.65
14/04/2019		1,691.94		1,357.57	
15/04/2019				1,692.50	
16/04/2019				2,152.70	
17/04/2019		2,012.44		1,478.23	
18/04/2019				1,545.51	
19/04/2019	288.42	1,764.30		2,375.41	
20/04/2019		1,739.03		2,253.40	
21/04/2019		1,714.26		1,716.41	
22/04/2019		1,804.07		1,768.14	537.37
23/04/2019		2,418.57		1,922.11	546.09
24/04/2019		2,052.79		2,078.08	
25/04/2019				2,131.33	550.63
26/04/2019				2,004.06	582.86
27/04/2019				1,900.28	508.18
28/04/2019		1,724.76		1,984.96	578.08
29/04/2019		1,899.03		2,239.33	
30/04/2019		1,714.85		2,151.70	
1/05/2019		1,733.18		1,887.06	
Total Mes	288.42	1,852.56		2,002.59	572.33

ANEXO 16: RENDIMIENTO POR EQUIPO DE CARGUÍO (DESMONTE)

			VELOCIDAD Km/hr	MINERA L	DESMONT E
	FASE	Banco			
CARGADO	1	Nv 658	subiendo y llano 9%	16	15
	1	Nv 646	subiendo y llano 9%	16	15
	1	Nv 634	subiendo y llano 9%	16	15
	1	Nv 622	subiendo y llano 9%	16	15
	1	Nv 610	subiendo y llano 9%	16	15
	1	Nv 598	subiendo y llano 9%	16	15
VACIO	1	Nv 658	llano y bajando 9%	42	42
	1	Nv 646	llano y bajando 9%	42	42
	1	Nv 634	llano y bajando 9%	42	42
	1	Nv 622	llano y bajando 9%	42	42
	1	Nv 610	llano y bajando 9%	42	42
	1	Nv 598	llano y bajando 9%	42	42

ANEXO 17: VELOCIDAD DE EQUIPOS CARGADOS Y VACIOS MINA 05

			Tiemp o Ciclo	MINERAL	DESMONTE
	FASE	Banco			
CARGADO	1	Nv 658	subiendo y llano 9%	11.7	12.9
	1	Nv 646	subiendo y llano 9%	11.8	12.6
	1	Nv 634	subiendo y llano 9%	12.4	13.5
	1	Nv 622	subiendo y llano 9%	13.3	14.2
	1	Nv 610	subiendo y llano 9%	13.9	14.9
	1	Nv 598	subiendo y llano 9%	14.0	15.6
VACIO	1	Nv 658	llano y bajando 9%	4.5	4.6
	1	Nv 646	llano y bajando 9%	4.5	4.5
	1	Nv 634	llano y bajando 9%	4.7	4.8
	1	Nv 622	llano y bajando 9%	5.1	5.1
	1	Nv 610	llano y bajando 9%	5.3	5.3
	1	Nv 598	llano y bajando 9%	5.3	5.6

ANEXO 18: TIEMPO DE CICLO IDA/VUELTA MINA 05

Tiempo de Espera cola		MINERAL	DESMONTE
1	Nv 658	1	1
1	Nv 646	1	1
1	Nv 634	1	1
2	Nv 622	1	1
3	Nv 610	1	1
4	Nv 598	1	1

ANEXO 19: TIEMPO DE ESPERA EN COLA

Tiempo de aculatamiento		MINERAL	DESMONTE
1	Nv 658	0.5	0.5
1	Nv 646	0.5	0.5
1	Nv 634	0.5	0.5
1	Nv 622	0.5	0.5
1	Nv 610	0.5	0.5
1	Nv 598	0.5	0.5

ANEXO 20: TIEMPO DE ACULATAMIENTO MINA 05

Tiempo de Descarga		MINERAL	DESMONTE
1	Nv 658	2	1.5
1	Nv 646	2	1.5
1	Nv 634	2	1.5
1	Nv 622	2	1.5
1	Nv 610	2	1.5
1	Nv 598	2	1.5

ANEXO 21: TIEMPO DE DESCARGA MINA 05

Tiempo de ciclo camión		MINERA L	DESMONT E
1	Nv 658	19.7	20.5
1	Nv 646	19.8	20.1
1	Nv 634	20.6	21.3
1	Nv 622	21.9	22.3
1	Nv 610	22.7	23.2
1	Nv 598	22.8	24.2

ANEXO 22: TIEMPO DE CICLO DE CAMIÓN MINA 05

Número de vueltas			MINE RA L	DESMONTE
1	Nv 658		3.05	2.93
1	Nv 646		3.03	2.99
1	Nv 634		2.91	2.82
1	Nv 622		2.74	2.69
1	Nv 610		2.64	2.59
1	Nv 598		2.63	2.48

ANEXO 23: NÚMERO DE VUELTAS MINERAL/DESMONTE MINA 05

DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS		CANTIDAD
1	Perforadoras primarias	8
2	Perforadoras secundarias	4
3	Palas	9
4	Camiones de acarreo	32
5	Cargadores frontales	3
6	Tractores	12
7	Motoniveladoras	3
8	Plantas Chancadoras	3
9	Conveyor	1
TOTAL		75

Anexo 24. Cantidad total de Equipos

