

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE INGENIERIA ADMINISTRATIVA E INGENIERIA
INDUSTRIAL**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



**DISEÑAR UN SISTEMA DE PLANEAMIENTO EN EL PROCESO
DE ACARREO DE MINERAL Y DESMONTE PARA LOGRAR
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA SAN
MARTIN CONTRATISTAS GENERALES S.A. SEDE SHOUGANG
2019**

MODALIDAD:
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

AUTOR:
MARLY ANDREINA SARAVIA ALVAREZ

ASESOR:
CASTRO RETES AUGUSTO ANGEL

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

2019

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 26-dic.-2023 4:19 p. m. -05
Identificador: 2264971210
Número de palabras: 17028
Entregado: 1

DISEÑAR UN SISTEMA DE PLANEAMIENTO EN EL PROCESO DE ACARREO DE MINERAL Y DESMONTE PARA LOGRAR INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA SAN MARTIN

Índice de similitud	Similitud según fuente
26%	Internet Sources: 27% Publicaciones: N/A Trabajos del estudiante: 18%

CONTRATISTAS GENERALES S.A. SEDE SHOU GANG 2019 Por Marly Andreina Saravia Alvarez

3% match (Internet desde 08-dic.-2018)

http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3506/1/2017_Chavez-Moreno.pdf

3% match (Internet desde 30-oct.-2022)

<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5341/MARINOVICH%20AZABACHE%2c%20Frano%20Antun.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

3% match (Internet desde 20-jun.-2018)

<https://documents.mx/documents/20-informe-finalpdf.html>

2% match (Internet desde 15-jun.-2021)

<http://sanmartin.com/gestion-de-seguridad/#premios-reconocimientos>

2% match (Internet desde 23-ago.-2019)

<http://sanmartin.com/servicios-y-proyectos/>

2% match (Internet desde 23-ago.-2019)

<http://sanmartin.com/nosotros/>

2% match (Internet desde 12-jul.-2022)

<http://Repositorio.Unsa.Edu.Pe/bitstream/handle/UNSA/5063/Mihuhuma.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

2% match (Internet desde 23-nov.-2022)

https://kupdf.net/download/tesiseinformestransportedemineralpdf_59bfeee208bbc5ed39686edb_pdf

1% match (Internet desde 19-dic.-2019)

http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3511/1/2017_Trujillo-Huincho.pdf

1% match (Internet desde 05-nov.-2017)

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/133/B2-M-18223.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

1% match (Internet desde 03-jun.-2020)

<https://es.scribd.com/document/435472682/Evaluacion-Distancia-2019-111>

1% match (Internet desde 07-may.-2019)

<https://es.scribd.com/document/385600713/Cuaderno-Gestion-de-La-Calidad>

1% match ()

[Ruiz Diaz, Michael Diego, Sandoval Rojas, Fernando Manuel. "Implementación de un plan estratégico de mantenimiento de vías para optimización de la flota de acarreo en Minera La Zanja, 2022", Universidad Privada del Norte SAC, 2023](#)

1% match ()

[Malpica Quijada, Cinthya Fiorella. "Evaluación de rendimientos de equipos en las operaciones de movimiento de tierras en el minado Cerro Negro Yanacocha - Cajamarca", Universidad Privada del Norte, 2015](#)

1% match (Internet desde 07-nov.-2022)

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4945/T010_42941058_T.pdf?isAllowed=y&sequence=1

1% match (Internet desde 25-sept.-2021)

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2601/DIAGN%C3%93STICO%20DEL%20SISTEMA%20DE%20G%20isAllowed=y&sequence=1>

1% match (Internet desde 20-ago.-2022)

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146286/Selecci%C3%B3n-y-asignaci%C3%B3n-%C3%B3ptima-de-equipos-de-cargu%C3%ADo-para-el-cumplimiento-de-un-plan-de-producci%C3%B3n-en-miner%C3%ADa-a-cielo-abierto-.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

1% match (Internet desde 09-jul.-2016)

<https://www.scribd.com/doc/315546940/5Scccc>

1% match (Internet desde 09-sept.-2023)

<http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7460/TRABAJO%20Benavides%20Le%20c3%b3n.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA FACULTAD DE INGENIERIA ADMINISTRATIVA E INGENIERIA INDUSTRIAL CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL DISEÑAR UN SISTEMA DE PLANEAMIENTO EN EL PROCESO DE ACARREO DE MINERAL Y DESMONTE PARA LOGRAR INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES S.A. SEDE SHOU GANG 2019 MODALIDAD: TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PRESENTADO POR: MARLY ANDREINA SARAVIA ALVAREZ DOCENTE: CASTRO RETES AUGUSTO ANGEL PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL 2019 DEDICATORIA A mis queridos padres Celia Alvarez Pérez y Juan Saravia Torres, por darme el ejemplo de lucha y perseverancia para alcanzar mis metas. INDICE GENERAL Contenido DEDICATORIA 2 INDICE GENERAL 3 INDICE DE FIGURAS

DEDICATORIA

A mis queridos padres
Celia Alvarez Pérez y Juan Saravia Torres, por
darme el ejemplo de lucha y perseverancia
para alcanzar mis metas.

INDICE GENERAL

Contenido

DEDICATORIA	2
INDICE GENERAL.....	3
INDICE DE FIGURAS	5
INDICE DE TABLAS	5
INDICE DE GRAFICOS	6
RESUMEN.....	7
INTRODUCCION	8
Capítulo 1. Introducción y antecedentes de la empresa	9
1.1 Datos generales	10
1.2 Nombre o razón social de la empresa	10
1.3 Ubicación de la empresa	10
1.4 Giro de la empresa.....	11
1.5 Tamaño de la empresa	12
1.6 Breve reseña histórica de la empresa	12
1.7 Organigrama de la empresa.....	13
1.8 Misión, Visión y Política.....	15
1.9 Productos y clientes	15
1.10 Premios y certificaciones.....	19
1.11 Relación de la empresa con la sociedad.....	22
Capítulo 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
2.1 Descripción del área analizada	24
2.2 Definición del Problema	30
2.3 Problema General	34
2.4 Objetivos	34
2.5 Justificación.....	35
2.6 Alcances y limitaciones	35
Capítulo 3. Marco Teórico.....	37
3.1 Bases Teóricas.....	38
1.1.1 Productividad	38
1.1.2 Producción	39
1.1.3 Planificación Minera	39

1.1.4	Camión de Acarreo	40
1.1.5	Tiempo de ciclo de transporte.....	40
1.1.6	Acarreo y Carguío	41
1.1.7	Diseño y Construcción de Caminos Mineros	42
1.1.8	Mantenimiento Correctivo.....	42
1.1.9	Mantenimiento Preventivo	43
1.1.10	Disponibilidad Mecánica.....	43
1.1.11	Toma de decisiones	44
1.1.12	Mejora Continua	44
1.1.13	PDCA (Círculo de Deming)	44
3.2	Antecedentes	45
Capítulo 4. Metodología de investigación		49
4.1	Metodología de la investigación.....	50
4.2	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
4.3	Procedimientos sistemáticos	51
Capítulo 5. Análisis crítico y planteamiento de alternativas.....		54
5.1	El Círculo de Deming – PHVA	55
5.2	Estudio del trabajo.....	57
5.3	Lean Six Sigma	57
Capítulo 6. Justificación de la solución escogida.....		59
6.1	Justificación de la solución escogida	60
6.2	Desarrollo de la propuesta.....	61
	1era Fase: Planificar	61
	2da Fase: Hacer	69
	3era Fase: Verificar	77
	4ta Fase: Actuar.....	90
Capítulo 7: Implementación de la propuesta.....		93
7.1	Calendario de actividades	94
7.2	Costo en la implementación de mejora.....	96
7.3	Presupuesto	96
Capítulo 8: Conclusiones y recomendaciones.....		99
8.1	Conclusiones	100
8.2	Recomendaciones	100
Referencias bibliográficas.....		101

Referencias electronicas	103
Anexos.....	104

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Logo de la Empresa.....	10
Figura 2 Mapa de ubicación de San Martín CGSA. Sede Shougang.....	11
Figura 3 Inicios de San Martín	12
Figura 4 Organigrama San Martín Contratistas Generales SA	14
Figura 5 Relación de la empresa con la sociedad	22
Figura 6 Proceso de Perforación - Perforadora Sanvik D75KS	24
Figura 7 <i>Proceso de Voladura – Camión fabrica cargando Anfo</i>	25
Figura 8 <i>Proceso de Carguío - Pala CAT 6050</i>	26
Figura 9 <i>Proceso de Acarreo - Camión KOM HD 1500-7</i>	26
Figura 10 <i>Proceso de Mantenimiento de vías - Equipos Auxiliares</i>	27
Figura 11 <i>Equipos en Operación</i>	28
Figura 12 <i>Diagrama del tiempo de ciclo de acarreo</i>	30
Figura 13 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	33
Figura 14 <i>Interpretación del ciclo PHVA</i>	53
Figura 15 <i>Diseño de Mina 05 Desarrollo</i>	62
Figura 16 <i>Diagrama de Ciclo acarreo</i>	64
Figura 17 <i>Diagrama de Ishikawa – Demoras en el ciclo de Acarreo</i>	67
Figura 18 <i>Ratio Base de Consumo Diesel por modelo de Camión</i>	69
Figura 19 <i>Diagrama de flujo del proceso de acarreo de material</i>	70
Figura 20 <i>Flujograma para mejoramiento de vías de Acarreo</i>	75
Figura 21 <i>Registro de Capacitación al personal</i>	77
Figura 22 <i>Cronograma para la ejecución del mantenimiento de vías</i>	79
Figura 23 <i>Sección Típica de Mantenimiento de vía</i>	80
Figura 24 <i>Perfil de acceso diseño para el mantenimiento de vías</i>	81
Figura 25 <i>Corte de Vía – Tractor D9T</i>	82
Figura 26 <i>Regado de Vías</i>	82
Figura 27 <i>Chorro de material fino</i>	83
Figura 28 <i>Regado al material fino</i>	83
Figura 29 <i>Reconformación de vías</i>	84
Figura 30 <i>Charlas a Supervisión de campo</i>	89
Figura 31 <i>Charlas a Operadores de equipo pesado</i>	89
Figura 32 <i>Método de carguío a los equipos de acarreo</i>	91

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales clientes de San Martín contratistas generales S.A.....	18
Tabla 2 Principales clientes de San Martín contratistas generales S.A.....	20

Tabla 3 Proyectos y Producción diaria en sede Shougang.....	28
Tabla 4 Equipos para el proyecto de Mina 05 Desarrollo.....	29
Tabla 5 Tiempo actual de ciclo de Acarreo de material	66
Tabla 6 Distancia promedio ponderado de rutas de acarreo del desarrollo Nor-Oeste de Mina 5 (por secuencia de minado)	71
Tabla 7 Plan de producción Mensual.....	73
Tabla 8 Alquiler de equipos auxiliares para mantenimiento de vías.	74
Tabla 9 Ciclo ponderado de Acarreo de desmonte / obtenido con las vías en mal estado.....	78
Tabla 10 Ciclo ponderado de Acarreo de desmonte / Obtenido con las vías mejoradas.....	85
Tabla 11 Cuadro comparativo de producción Mensual	86
Tabla 12 Gantt Calendario de Actividades.....	95
Tabla 13 Costos por alquiler de equipos para el mantenimiento de vías	96
Tabla 14 Costos de Producción	97
Tabla 15 Incremento de ventas después del mejoramiento de vías	98

INDICE DE GRAFICOS

Grafica 1 Incidencia de Costos Operacionales Mina.....	63
Grafica 2 Incidencia de Costos en camiones gigantes.....	68
Grafica 3 Consumo Diesel histórico con vías en mal estado	76
Grafica 4 Avance de Producción diaria.....	87
Grafica 5 Margen de Venta Mensual	87
Grafica 6 Consumo Diesel histórico con vías mejoradas	88
Grafica 7 Comparativo de Producción mensual.....	90

RESUMEN

La empresa motivo del estudio es San Martín Contratistas Generales SA, líder en Operación Minera, Construcción e Infraestructura.

Los servicios que ofrece son; planeamiento y diseño de mina, acarreo, perforación, voladura, carguío, trituración, mantenimiento de caminos, etc. La empresa viene brindando sus servicios a Minera Shougang, la cual 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.

El presente trabajo muestra el plan de minado para un proyecto de extracción de mineral y desmonte en una operación minera a tajo abierto de hierro.

En toda operación minera el transporte del mineral y desmonte hacia la planta de procesamiento y botadero respectivamente es crítica, ya que estas distancias van a variar constantemente. La correcta planificación garantizará que los objetivos se cumplan a lo largo de la duración del proyecto.

Se detectó incumplimiento de las metas diarias y mensuales de producción, aumento de costos y constantes mantenimientos correctivos a los equipos de acarreo. Por lo cual se hace un levantamiento de información para detectar la problemática existente.

Llegando a la conclusión que se debe tomar medidas en la planificación para realizar dicha producción, debido a lo mencionado se consideró establecer indicadores de medición y control, mejorar la condición de las vías transitadas por los equipos pesados, capacitar al personal involucrado sobre las técnicas y metas que se deben cumplir.

De esta forma demostrar que tan importante es el proceso de acarreo y la incidencia directa que tiene con el costo de la producción. Logrando un ciclo estándar durante la producción se reflejará una mejor productividad y reducción en los costos.

PALABRAS CLAVES: Planeamiento, Productividad, Producción, Indicadores, Ciclo de Acarreo.

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como objetivo brindar una propuesta de mejora en el planeamiento del proceso de acarreo del mineral y desmonte para incrementar la productividad en la empresa San Martin Contratistas Generales S.A., 2019, a través de un estudio metodológico PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), que es el proceso de mejora continua, un ciclo constante de innovación dentro de un proceso productivo. Se realizó un análisis del proceso actual de acarreo de mineral y desmonte de la empresa en sede Mina Shougang, se busca incrementar la productividad.

San Martin Contratistas Generales S.A. cuenta con 30 años de experiencia brindando soluciones en operación minera, construcción e infraestructura, en Latinoamérica y Europa. El diagnóstico de la problemática presentada en sede Shougang Minería, surgió debido al incumplimiento de proyecciones mensuales planteadas al cliente y a la baja producción que se viene reflejando en los últimos meses.

Dentro del proceso de transporte del material (mineral o desmonte), los costos unitarios son muy importantes y siempre se busca minimizar dicho monto; para esto, una variable importante es mantener la maquinaria dedicada a la productividad de la mina trabajando el mayor tiempo posible y evitando al máximo que se encuentren inoperativos, o tiempos muertos que afecten el ciclo estándar. Es por lo que dicha problemática se planteó en un diagrama de Ishikawa, en la cual analizaremos las causas que originan la baja productividad, para luego plantear las mejoras.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1 Datos generales

La empresa motivo del estudio es San Martín Contratistas Generales S.A., líder en Operación Minera, Construcción e Infraestructura.

Cuenta con 30 años de experiencia brindando soluciones en operación minera, construcción e infraestructura, en Latinoamérica y Europa, generando valor a nuestros clientes, colaboradores, accionistas y la sociedad, a través del desarrollo de nuestros procesos.

1.2 Nombre o razón social de la empresa

Nombre: San Martín Contratistas Generales SA.

Nombre comercial: San Martín CGSA.

RUC: 20102078781

Logo de la empresa:



Figura 1 Logo de la Empresa

Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

1.3 Ubicación de la empresa

Dirección oficina Lima: Jirón Morro Solar Nro. 1010, urbanización Juan Pablo de Monterrico, Surco, provincia y departamento de Lima.

Dirección sede Mina Shougang: Carretera sur de Lima km. 503 Marcona, Nazca-Ica.

Teléfono: (+51) (1) 450 1999

Mapa de ubicación:

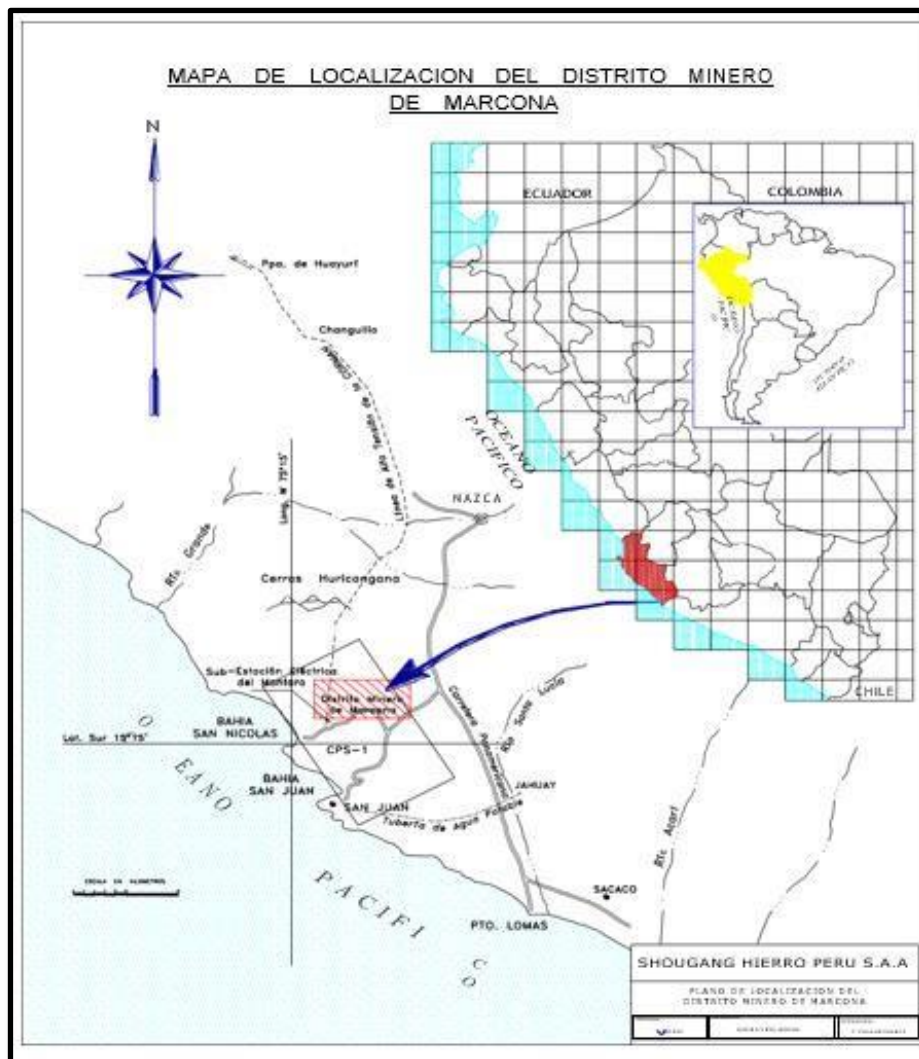


Figura 2 Mapa de ubicación de San Martín CGSA. Sede Shougang

Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

1.4 Giro de la empresa

San Martín Contratistas Generales SA, operación minería, desde 1990 brindamos servicios de operación minera y explotación de canteras de manera exitosa.

1.5 Tamaño de la empresa

Grande Empresa, lo conforman una cantidad de aproximadamente 4,000 trabajadores, cuyas ventas anuales son aproximadamente 130,000 UITs.

1.6 Breve reseña histórica de la empresa

A través de los años, San Martín ha jugado un rol muy importante en el desarrollo de los principales proyectos de operación minera, construcción e infraestructura a nivel nacional e internacional.

Nuestra historia se remonta a los años noventa, en medio de una coyuntura social, política y económica compleja, cuando nuestros fundadores decidieron apostar por el país y crearon una empresa especializada en servicios mineros bajo fuertes valores morales como honestidad, compromiso y el respeto, que nos distinguen hasta hoy.

Con el paso de los años, San Martín se consolidó como una de las principales empresas de rubro brindando los servicios de operación minera, construcción e infraestructura.



Figura 3 Inicios de San Martín

Fuente: Web site: <http://sanmartin.com/nosotros/>

1.7 Organigrama de la empresa

Estructura orgánica de San Martín Contratistas Generales SA. (Revisar figura 6).

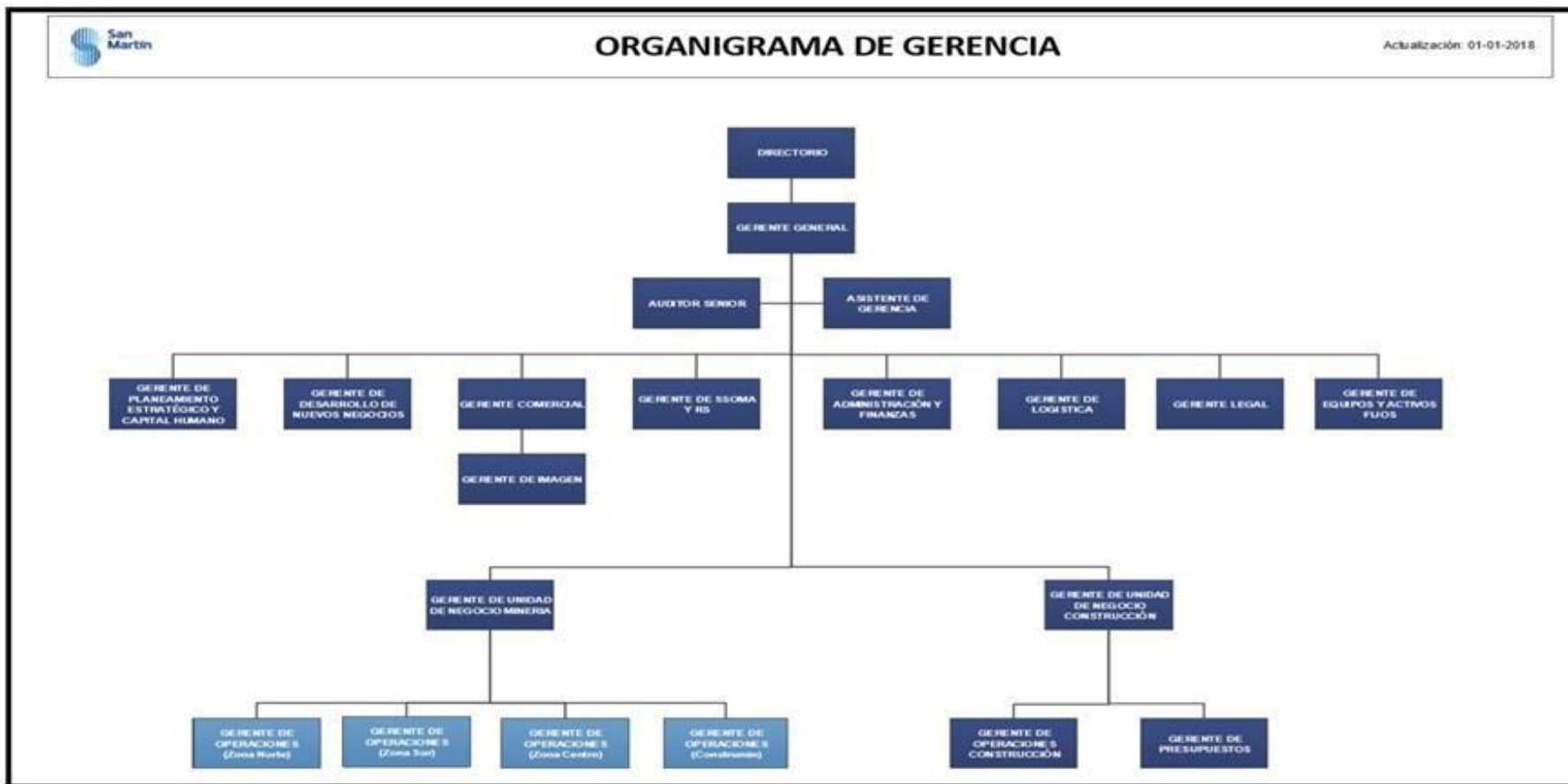


Figura 4 Organigrama San Martín Contratistas Generales SA.

Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

1.8 Misión, Visión y Política

1.8.1 Misión:

Brindar soluciones en operación minera, construcción e infraestructura para generar valor a nuestros clientes, colaboradores, accionistas y la sociedad.

1.8.2 Visión:

Ser reconocidos en el mercado iberoamericano como el socio estratégico de nuestros clientes.

1.8.3 Política:

- Política de gestión de Calidad, Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Responsabilidad Social

La seguridad y salud ocupacional de nuestros trabajadores y los que estén bajo nuestra responsabilidad, protección al medio ambiente y ser socialmente responsables.

- Política libre de alcohol y drogas

San Martín Contratistas Generales SA tiene la responsabilidad y el compromiso con la salud, seguridad y el bienestar de todos sus trabajadores y contratistas.

- Política de protección al trabajador

Los trabajadores tienen derechos básicos como: el derecho de saber, el derecho a participar y a ser consultado, el derecho a rehusarse a realizar una actividad en caso de riesgo inminente.

1.9 Productos y clientes

1.9.1 Productos:

Brindamos servicios de operación minera, construcción e infraestructura a nivel internacional, ejecutando diversos proyectos con los más altos estándares de calidad y seguridad.

Operación Minería:

Desde 1990 brindamos servicios de operación minera y explotación de canteras de manera exitosa.

Con más 30 años de experiencia, contamos con diversos proyectos en operación minera y explotación de canteras dentro y fuera del país, de los cuales, el de mayor trayectoria lleva 23 años de trabajo ininterrumpido, lo cual es muestra del reconocimiento de los clientes a nuestra calidad y vocación por lograr su entera satisfacción. Esta experiencia nos ha posicionado como la mejor y más grande empresa del Perú en este rubro, tanto en términos de seguridad, como en toneladas de material movilizado, flota de equipos y facturación.

Servicios de Operación Minera:

- Planeamiento y diseño de mina
- Acarreo
- Perforación
- Voladura
- Carguío
- Trituración
- Mantenimiento de caminos
- Minado subterráneo.

Operación Construcción:

Somos reconocidos en el mercado por brindar servicios de construcción con los más altos estándares de calidad en las condiciones más exigentes, lo cual nos ha posicionado como una de las contratistas líderes del Perú.

Contamos con permanentes reconocimientos por parte de nuestros clientes quienes luego de evaluar nuestra performance, continúan depositando su confianza en nosotros ampliando la contratación de nuestros servicios de construcción, llegando en ocasiones a quintuplicar los alcances inicialmente adjudicados.

Servicios de Construcción:

- Movimiento de tierras masivos
- Accesos y plataformas
- Presas
- PAD's de lixiviación
- Obras civiles a gran escala
- Montaje mecánico y electromecánico.

Operación Infraestructura:

Participamos activamente en el desarrollo de la infraestructura pública que requiere el país.

Contamos con procesos certificados bajo estándares internacionales para garantizar la calidad, seguridad y gestión medioambiental de cada proyecto, cumpliendo con las exigencias y buscando soluciones rápidas y efectivas.

De esta manera, contribuimos en el mejoramiento de la calidad de vida y el desarrollo del país.











Servicios de Infraestructura:

- Construcción de carreteras y puentes

1.9.2 Clientes:

Los principales clientes de la empresa San Martin Contratistas Generales S.A.C. la conforman empresas de Minería a nivel nacional e internacional.

Tabla 1 Principales clientes de San Martin contratistas generales S.A.

CLIENTE		PROYECTO
OPERACIÓN MINERA		
MINA LA ZANJA	Mina La Zanja	
CEMENTOS PACASMAYO	Cantera Tembladera	
SHOUGANG HIERRO PERU SAA	Mina Shougang	
CEMENTOS LIMA (UNACEM)	Cantera Atocongo – Pucará	
Cia. MINERA ANTAPACCAY (GLENCORE)	Mina Antapaccay	
Cia. MINERA COIMOLACHE (BUENAVENTURA)	Mina Tantahuatay	
Cia. MINERA MISKI MAYO	Mina de Fosfatos Bayovar	
GOLD FIELDS LA CIMA	Mina Cerro Corona	
CLIENTE		PROYECTO
CONSTRUCCION		
LOS QUENUALES (GLENCORE)	Santa Este II	
CHINALCO	Ampliación de Planta de Procesos Toromocho	

ANTAMINA	Construcción de Diques Auxiliares Huacococha 1, 2 y 3 – Antamina	
BUENAVENTURA	Montaje de estructuras, piping y equipos de Planta de Procesos – Tambomayo	
MINSUR	Recrecimiento de Presa de Relaves B3 – Dique B2.5 – San Rafael	
BUENAVENTURA	Obras civiles de Planta de Procesos – Tambomayo	
MINERA CHINALCO PERU SA / JACOBS	Preparación de sitio Toromocho	
Cia MINERA COIMOLACHE SA	Construcción de PADS de lixiviación – Tantahuatay	
CLIENTE		PROYECTO
INFRAESTRUCTURA		
MTC - Provias Nacional	Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Tocache – Juanjui, Tramo Pizarra – La Pólvora – Pizarrón – Perlamayo – Campanilla.	
CONSORCIO VIAL LUNAHUANA	Subcontrato para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Cañete – Lunahuaná	

Fuente: San Martín contratistas generales S.A.









1.10 Premios y certificaciones




1.10.1 Premios:

Tenemos un compromiso con la seguridad y la salud de cada uno de los miembros de nuestra organización.

Esto nos ha permitido obtener diversos reconocimientos por nuestros clientes, quienes día a día depositan su confianza en nosotros.

Tabla 2 Principales clientes de San Martín contratistas generales S.A.

PREMIOS DE SAN MARTIN CONTRATISTAS GENERALES SA			
Proyecto Toromocho	Jacobs / Chinalco	Ganadores del Premio HSE PERFORMANCE AWARD 2011-2013 como Mejor Contratista de Construcción.	
Proyecto Toromocho	Jacobs / Chinalco	Ganadores de Contratista del Mes del Beyond Zero Performance Award otorgado por JACOBS y CHINALCO.	
Proyecto Pucamarca	Minsur	Reconocimiento de Minsur a nuestra contribución en el logro de los 2 millones de horas hombre trabajadas sin accidentes incapacitantes en el proyecto Pucamarca.	
Proyecto Constanza	Hudbay / Ausenco	Reconocimiento por nuestro aporte al logro de 2 millones de horas hombre laboradas sin accidentes incapacitantes.	
Proyecto Cerro Corona		La compañía minera Gold Fields La Cima S.A. compartió con San Martín el premio del XVI Concurso Nacional de Seguridad Minera en la categoría Minería a tajo abierto.	
Premio Rimac		En mayo del 2013, Rímac Seguros nos otorgó el premio a la excelencia RIMAC 2013 categoría "Minería y Manufactura".	
Rimac Seguros	Excelencia en Prevención de Riesgos 2015	Destacada y notoria labor en la prevención, salud ocupacional y control de riesgos laborales desarrollada durante el 2015.	
Rimac Seguros	Mejor iniciativa empresarial en prevención de RRL 2015	Reconocimiento por la destacada y notoria labor a favor de la prevención, salud ocupacional y control de riesgos laborales y los excelentes resultados obtenidos en el desarrollo de nuevas soluciones.	
Gestión de Seguridad	UNACEM 2016	Reconocimiento por haber alcanzado 2 millones de horas hombre trabajadas sin accidentes incapacitantes	
Reconocimiento a Seguridad y Operaciones	Minera Coimolache 2015 - 2016	Reconocimiento en el rubro construcción con mejor performance y desempeño en la prevención de riesgos laborales y por haber acumulado 1'478,160 horas hombre trabajadas sin accidentes incapacitantes.	

Gestión de Seguridad	Cementos Pacasmayo 2016	Felicitaciones por haber cumplido con 150,000 horas hombre trabajadas sin eventos con tiempo perdido.	
Gestión de Seguridad	Shougang Hierro Perú 2016	Reconocimiento por aprobar al 100% en la evaluación de gestión de seguridad y salud ocupacional.	
Gestión de Seguridad	Buenaventura 2016	Reconocimiento al nivel de gestión de seguridad logrado en los trabajos de construcción de depósito de relaves filtrado, no registrando accidentes con tiempo perdido durante las 770,000 horas hombre trabajadas que se invirtieron en esta obra.	

Fuente: San Martin contratistas generales S.A.

1.10.2 Certificaciones:

Contamos con certificaciones internacionales de calidad, seguridad y medio ambiente.

Estas garantizan una óptima ejecución de cada uno de nuestros proyectos.

- **CERTIFICACIÓN ISO 9001:2015 - Certification of Quality Management Systems**

Se centra en todos los elementos de administración de calidad necesarios para administrar y mejorar la calidad de los productos o servicios ofrecidos.

- **CERTIFICACIÓN ISO 14001:2015 - Certification of Environmental Management Systems**

Se centra en mejorar la forma de reducir el impacto de las operaciones en el medio ambiente, lo que puede crear beneficios internos al emplear los recursos eficientemente.

- **CERTIFICACIÓN OHSAS 18001:2007 - Certification for Occupational Health and Safety Management Systems.**

Se centra en el control de riesgos para la seguridad y salud en el trabajo (SST), y en la mejora del desempeño de la SST.

- **CERTIFICACIÓN ABE - The Good Employers Association (ABE in Spanish), a certificate granted by the American Chamber of Commerce in Peru (AMCHAM).**

Reconoce a las empresas socialmente responsables, con buenas prácticas en gestión de personal.

1.11 Relación de la empresa con la sociedad

San Martín Contratistas Generales S.A. es una empresa responsable socialmente, busca fomentar un trato justo y equitativo con las comunidades del ámbito de influencia de sus operaciones; propiciar su bienestar y motivamos el fortalecimiento de relaciones de confianza.



Figura 5 Relación de la empresa con la sociedad

Fuente: Web site: <http://sanmartin.com/nosotros/>

CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción del área analizada

Los servicios que ofrece la empresa San Martín Contratistas Generales S.A. son; planeamiento y diseño de mina, acarreo, perforación, voladura, carguío, trituración, mantenimiento de caminos, etc.

Actualmente la empresa viene desarrollando sus operaciones en Mina Shougang dedicada a la explotación del mineral de hierro.

Proceso de Minado:

- **Perforación**

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



Figura 6 Proceso de Perforación - Perforadora Sanvik D75KS

Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

- **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. También se

tiende la línea troncal, en base a cordón detonante y se colocan los retardadores, en función de un previo diseño.



Figura 7 Proceso de Voladura – Camión fabrica cargando Anfo.

Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

- **Carguío**

Se realiza el carguío de los materiales. 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 ruedas y funcionan con combustible. Estos equipos se encuentran agrupados por flotas de acuerdo con características particulares.



Figura 8 Proceso de Carguío - Pala CAT 6050

Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

- **Acarreo**

En esta actividad se realiza el transporte de materiales de mina hacia planta (mineral) o botaderos, cancha (desmonte).

El acarreo se realiza con camiones que tienen gran capacidad de carga. Estos camiones siguen rutas determinadas para llegar a sus destinos.



Figura 9 Proceso de Acarreo - Camión KOM HD 1500-7

Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

- **Mantenimiento de vías**

En este proceso se realiza el mantenimiento de las vías por donde transitan los camiones, las vías de acarreo deben estar diseñadas en base a los equipos que transitan por este y con un mantenimiento constante, esto puede derivar a una notable mejoría en los ciclos de acarreo, reducir los costos en la operación y por consecuente una mayor vida de los neumáticos, y/o de los componentes. La importancia del mantenimiento de vías se refleja directamente en la seguridad.



Figura 10 Proceso de Mantenimiento de vías - Equipos Auxiliares

Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

Equipos que intervienen para el desarrollo de la Operación:



Figura 11 Equipos en Operación

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En el área de producción donde será realizado el estudio hay 02 jefaturas de mina, 06 supervisores de campo, 215 operadores de los cuales están divididos en 03 guardias, con turno de 12 horas.

San Martín CGSA tiene asignado 04 proyectos:

Tabla 3 Proyectos y Producción diaria en sede Shougang.

PRODUCCION DIARIA	
PROYECTO	TONELADAS
Mina 10	18,000
Mina 05 Producción	20,000
Paquete 4	300
Mina 05 Desarrollo	130,000
TOTAL	168,300 tn

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Para la elaboración del presente trabajo, nos enfocaremos en el proyecto de Mina 05 Desarrollo lado Nor-Oeste, por tratarse del proyecto más grande a la actualidad iniciado en setiembre del año 2018 con una proyección de 70,197,815 ton entre mineral y desmonte, con duración de 16 meses.

A continuación, la relación de equipos necesarios para la operación del proyecto de Mina 05 desarrollo.

Tabla 4 Equipos para el proyecto de Mina 05 Desarrollo

ACTIVIDAD	CANT.	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	POTENCIA
PERFORACION	2	PERFORADORA	DRILLTECH MISSION	D75KS	6-11"	800 HP
	1	PERFORADORA	SANDVIK	DR460		875 HP
CARGUIO	3	PALA HIDRAULICA	CATERPILLAR	6040FS	20 M3	2032 HP
	1	PALA HIDRAULICA	CATERPILLAR	6050FS	26 M3	2520 HP
ACARREO	16	CAMIONES	KOMATSU	KOM HD 1500-7	150	1487 HP
	4	CAMIONES	CATERPILLAR	CAT 785 C	150	1450 HP
	10	CAMIONES	CATERPILLAR	CAT 785 D	150	1450 HP
AUXILIARES DE MANTENIMIENTO	1	CARGADOR FRONTAL	KOMATSU	WA-500-6		350 HP
	1	TRACTOR	CATERPILLAR	D8T	10 Ton	310 HP
	1	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	140H	9.4 L	202 HP
	1	CISTERNA DE AGUA	SCANIA	P420 B6X4	5,000 gl	
	1	CISTERNA DE COMBUSTIBLE	MERCEDES BENZ	ACTROS 3344K	5,000 gl	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El acarreo de material es uno de los aspectos más importantes a controlar en las operaciones a tajo abierto. Esta actividad necesita de flotas gigantes el cual su costo por hora es elevado; por lo tanto, es importante una correcta asignación de camiones y equipos de carguío para lograr una buena productividad.

San Martín Contratistas generales SA opto por adquirir un sistema de despacho el cual tuvo un gran impacto a la productividad logrando reducir costos en la operación. Sin embargo, se continúa encontrando tiempos muertos: demora en la limpieza de vías, colas en el piso de carguío, reasignación no coordinada de viajes, paradas no programadas, entre otros retrasos en el ciclo de acarreo.

Esto crea un consumo ineficiente del combustible, el cual incide indirectamente en energía desperdiciada.

La finalidad de la operación es la de retirar el material volado del frente y acarrearlo adecuadamente a su lugar de destino.

Esta secuencia (ciclo) es cumplida hasta que haya sido retirado todo el material requerido del frente de trabajo.

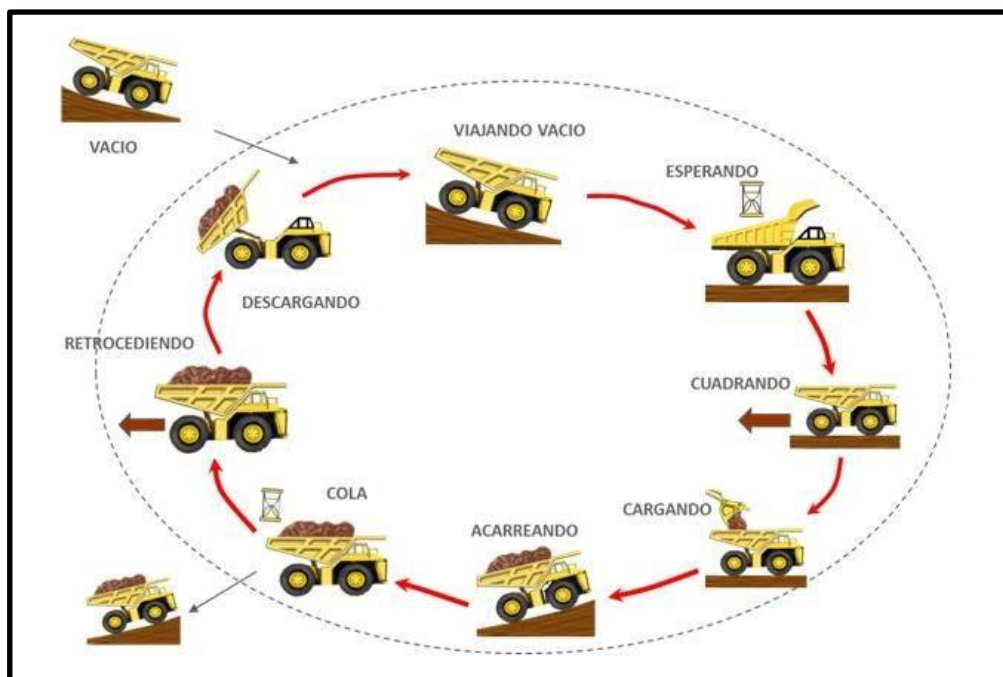


Figura 12 Diagrama del tiempo de ciclo de acarreo

Fuente: <https://slideplayer.es>

2.2 Definición del Problema

2.2.1 Síntomas

En la empresa San Martín Contratistas Generales SA. se identificó baja productividad, lo cual conlleva a la realización del estudio del proceso de acarreo del mineral y desmonte.

- **Baja productividad:** Incumplimiento en la planificación de las fases de trabajo a realizar.

- **Baja producción:** Se identificó reclamos por parte del cliente en la entrega proyectada del material.
- **Incremento de tiempos muertos:** Se identificó demoras innecesarias durante el proceso de acarreo, espera o inconvenientes en vías, etc.
- **Incremento en el consumo de combustible:** El uso excesivo de combustible involucra directamente en el costo total de un camión gigante.

2.2.2 Causas

Se ha identificado las causas principales que provocan el problema de baja productividad y la relación que existe entre el conjunto de factores que causan el problema. Estos están clasificados en 5 categorías:

1. Maquinaria

Se necesita la disponibilidad óptima de los equipos de acarreo, ya que influye hasta en un 60% del costo total de la obra, debido a la cantidad de equipos que se involucra.

El área de mantenimiento se encarga de realizar los mantenimientos preventivos (según vida útil del equipo) y mantenimientos correctivos que puedan ocurrir durante el normal funcionamiento del equipo durante la operación.

2. Personal

En una operación minera se corren riesgos cuando el personal (operador) no está realmente capacitado para cumplir todas las funciones que le corresponde en su puesto de trabajo. Es muy importante que el operador cumpla con las normas establecidas por la operación, y el cuidado de su herramienta de trabajo, debe conocer técnicas para operar su equipo y este sean beneficiarias para el supervisor en la toma de decisiones,

Asimismo, se necesita un mayor liderazgo por parte de los supervisores, métodos de trabajo, y rapidez en la toma de decisiones ante un posible problema en su operación.

3. Control

No hay un control adecuado del consumo de combustible, los quee generados en el piso de carguío, cobertura insuficiente de la demanda de las palas, reasignación no coordinada de viajes, paradas no programadas, y otros retrasos en la ruta de acarreo genera un consumo ineficiente del combustible,

Se necesita controlar la vida útil de los neumáticos y el mantenimiento de las vías que estos requieren para su buen funcionamiento.

El control de los tiempos en función al análisis para la operación requiere de una mayor atención con el objetivo de lograr una asignación correcta de equipos en su frente de trabajo con ciclos idóneos.

4. Planeamiento

El objetivo del planeamiento minero es identificar y medir el máximo valor posible para la explotación y el procesamiento de los recursos de la operación, considerando escenarios futuros y los objetivos estratégicos según la duración del proyecto.

Estos se ven afectados en el cumplimiento de las secuencias de perforación y minado.

Asimismo, existen programaciones para el mantenimiento preventivo debido a su vida útil o ciertas condiciones del equipo, el incumplimiento de esta programación afecta el programa de trabajo ya establecido y el direccionamiento de flotas a su zona de trabajo.

2.2.3 Diagrama Ishikawa

Con la finalidad de detectar las causas que generan el problema de baja productividad, se analizaron los datos mediante el diagrama de Ishikawa. (Revisar figura 10).

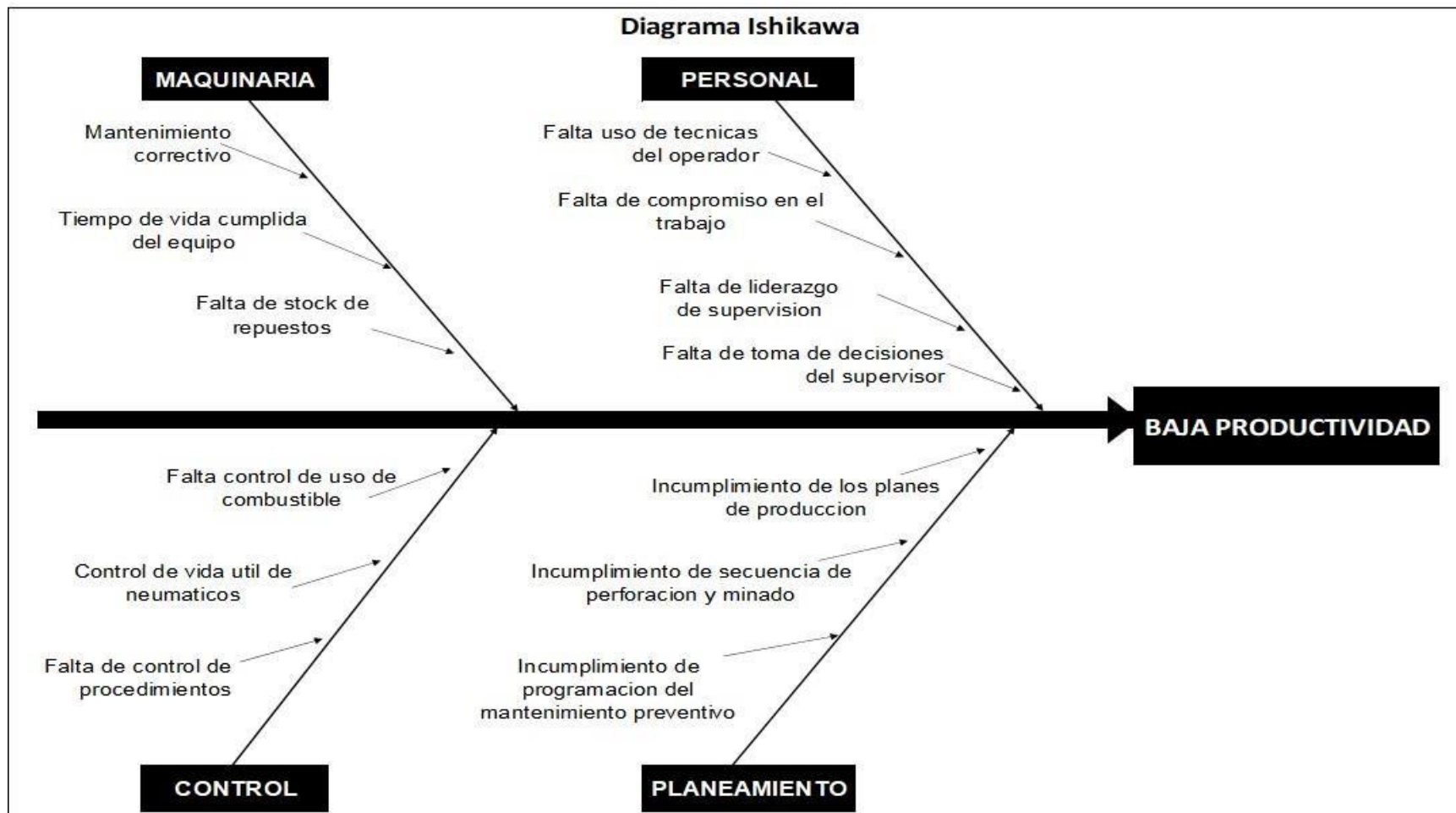


Figura 13 Diagrama de Ishikawa
 Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.3 Problema General

Por lo descrito se procede a formular el problema de la siguiente forma:

¿Es necesario diseñar un sistema de planeamiento en el proceso de acarreo de mineral y desmonte para lograr incrementar la productividad en la empresa San Martin Contratistas Generales SA. Sede Shougang 2019?

2.4 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de planeamiento en el proceso de acarreo de mineral y desmonte para lograr incrementar la productividad en la empresa San Martin Contratistas Generales SA. Sede Shougang 2019

2.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar procedimientos en el proceso de acarreo de mineral y desmonte para lograr incrementar la productividad en la empresa San Martin Contratistas Generales SA. Sede Shougang 2019
- Establecer controles de medición en los procesos de mineral y desmonte para lograr incrementar la productividad en la empresa San Martin Contratistas Generales SA. Sede Shougang 2019.
- Documentar los procesos de acarreo de mineral y desmonte para lograr incrementar la productividad en la empresa San Martin Contratistas Generales SA. Sede Shougang 2019

2.5 Justificación

Conociendo que la actividad de minerías como el caso de la empresa San Martin Contratistas Generales SA. Sede Shougang, el ciclo de acarreo y carguío se presenta en gran escala, siendo este uno de los más importantes factores que permite mover miles de toneladas por día; entre 130,000 hasta 200,000 tn, tiene a su vez dificultades con el cumplimiento de sus proyecciones mensuales, por lo cual se optó por darle solución con lo planteado.

El problema que se pretende resolver es mejorar el proceso de ciclo de acarreo, de la empresa San Martin Contratistas Generales SA. Sede Shougang 2019, este proceso influye directamente de un 45% hasta 60% del costo mina, por ello se debe lograr obtener el mejor rendimiento productivo en la flota gigante del proyecto. por ello se debe garantizar un ambiente de operación apto para alcanzarlo, tanto en la parte física (material, equipos, disponibilidad, insumos, etc.), como en la parte humana (operadores, supervisión, etc.).

Para mejorar dicho proceso de acarreo de mineral y desmonte de la empresa San Martin Contratistas Generales SA. Sede Shougang, se va a definir y describir la forma como se están ejecutando las actividades del proceso en su estado actual, a fin de proponer las mejoras para el incremento de la productividad.

2.6 Alcances y limitaciones

2.6.1 Alcances

El presente estudio abarcará el área de producción-procesos de acarreo de material en lo que respecta a la productividad, planeamiento, control, métodos de trabajo y condiciones durante el movimiento de mineral y/o desmonte, tenemos un alcance al personal

y profesionales involucrados en la actividad minera, desde el gerente de obra hasta el operador del equipo.

El presente trabajo pretende mejorar al proceso de acarreo de mineral y desmonte para incrementar la productividad de la empresa San Martin Contratistas Generales SA. Sede Shougang.

2.6.2 Limitaciones

Dentro de las limitaciones que hubo durante la realización del presente trabajo fue la información confidencial de la empresa se tuvo que realizar previa aprobación.

El tiempo para la recopilación de datos e información necesaria para el desarrollo de este.

Asimismo, la falta de tiempo en brindar el apoyo solicitado tanto de jefaturas directas como del personal involucrado, debido a la carga laboral y responsabilidades que existen a diario para todos.

CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

Para la presente propuesta de mejora se mencionan bases teóricas o conceptos y antecedentes de la investigación las cuales proporcionarían el marco conceptual y teórico con el que se pretende dar solución al problema de la presente investigación.

A continuación, el desarrollo de los conceptos utilizados:

3.1 Bases Teóricas

1.1.1 Productividad

La productividad puede definirse como una medición de la eficiencia con la que los recursos se administran para completar un trabajo específico, dentro del tiempo establecido y con la calidad acordada. Es decir, la productividad comprende tanto la eficiencia como la efectividad, ya que de nada sirve generar y transportar volúmenes de gran tamaño a la maquinaria que se esté usando y que esta se vea afectada y genere atrasos en los transportes en el flujo de camiones hacia la misma y hacia la obra. (Cadena Paucar, 2013, p. 39).

Las compañías exitosas crean su valor agregado mediante operaciones productivas. Aun cuando no hay un acuerdo absoluto sobre el verdadero significado de productividad, cabe definirla como el cociente producción-insumos dentro de un periodo, considerando la calidad. Puede expresarse como sigue:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción (dentro de un periodo, calidad)}}{\text{Insumos utilizados}}$$

La fórmula indica que la productividad puede mejorarse al:

1. Aumentar la producción con los mismos insumos.
2. Reducir los insumos manteniendo la misma producción.
3. Aumentar la producción y reducir los insumos para cambiar el cociente favorablemente.

Para sintetizar entonces, la productividad será la capacidad de producir con aprovechamiento recursos, que busca el crecimiento, cumplimiento de las operaciones a través del uso adecuado de estos. (Koontz, Weihrich y Cannice, 2012, p. 14).

1.1.2 Producción

Es un conjunto de actividades mediante las cuales uno o varios factores productivos se transforman en productos. La transformación crea riqueza, es decir, añade valor a los componentes o inputs adquiridos por la empresa. El material comprado es más valioso y aumenta su potencialidad para satisfacer las necesidades de los clientes a medida que avanza a través del proceso de producción, es necesario que en los procesos se identifiquen todos los inputs que se utilizan para obtener los outputs. Todos los procesos se componen de tareas, flujos y almacenamiento. Dentro de las tareas se tienen las esenciales, auxiliares, de apoyo, superfluas; en los flujos de producción existen el estático, funcional, secuencial y, según estos mismos autores se establece una tipología de sistemas: producción por proyectos, artesanal, en masa, continua, por lotes, producción justo a tiempo. (Fernández, Fernández y Avella 2006, p.8).

1.1.3 Planificación Minera

La minería es el proceso de extracción de material naturalmente concentrado con el fin de obtener algún beneficio de ello acorde a los objetivos del dueño del negocio y a las restricciones físicas, geológicas y medioambientales que el yacimiento presente.

Dentro de la etapa de desarrollo se generan los planes mineros, en los cuales se busca estimar las capacidades de producción y la infraestructura. Es en esta etapa en donde se puede implementar la Investigación de Operaciones, dado que se deben tomar decisiones que consisten en cómo extraer el material y qué hacer con el material

extraído. Como se utilizan maquinarias y equipos para realizar la extracción la decisión también radica en qué máquinas usar, cuántas se deben utilizar y dónde deben estar estos equipos. Es en la búsqueda de estas respuestas en donde el uso de modelos matemáticos y herramientas de optimización pueden ayudar a tomar la mejor decisión, y es en la búsqueda de estas respuestas en donde se centrará este trabajo.

Los planes mineros obtenidos representan volúmenes de material a mover en un cierto periodo de tiempo y con un destino determinado. Dada la importancia que poseen dentro del negocio minero, es fundamental que estos sean factibles tanto desde el punto de vista de infraestructura disponible, así como que aseguren el abastecimiento de mineral a la planta por medio de una estrategia operacional adecuada. (Newman, 2010, p. 4).

1.1.4 Camión de Acarreo

No es más que un camión pesado, pero totalmente reforzado para realizar trabajo pesado, es decir, en condiciones extremas que un camión normal no lo podría realizar.

“El camión de obra, es en todo, similar al camión normal pesado, aunque todos sus mecanismos están muy reforzados para poder resistir los efectos de las bruscas sobrecargas impuestas por los deficientes caminos a recorrer y las elevadas cargas transportadas” (Díaz del Río, 2001, p. 507).

1.1.5 Tiempo de ciclo de transporte

Un ciclo puede comenzar en un equipo de carguío cuando el camión recibe su carga. Luego el camión se desplaza lleno hacia el lugar de descarga a través de una ruta designada a lo largo de un camino minero. El lugar de la descarga puede ser un stock, un botadero o un chancador. Una vez que la carga ha sido vaciada, el camión se da la

vuelta y viaja vacío hacia el equipo de carguío. La acción de maniobrar el equipo de carguío para ser cargado y de acomodarse para vaciar la carga en lugar de descarga se llama aculatamiento.

Este proceso puede tomar varios minutos. En una mina grande los tiempos de ciclo de transporte pueden superar los 30 minutos y pueden aumentar bastante con el paso del tiempo debido al avance de los puntos de descarga y la profundización del rajo.

Por lo tanto, el Tiempo de Ciclo de Transporte comprende un tiempo de carguío, un tiempo de viaje cargado (ida), un tiempo de descarga, un tiempo de viaje vacío (retorno), tiempos de aculatamiento y demoras asociadas a las colas y a la congestión

El tiempo de ciclo de transporte es un parámetro importante ya que existe una serie de parámetros son absorbidos en él. Dentro de éstos se destacan la topografía, la resistencia a la rodadura, la fuerza de tracción de los equipos, las pendientes de los caminos, el nivel de congestión y las colas. (Smith et al, 2000, p. 5)

1.1.6 Acarreo y Carguío

La importancia de este proceso productivo recae en la magnitud de los costos que llevan asociados ya que son los más altos del negocio minero. Esto se debe a la gran cantidad de equipos involucrados, tanto para el carguío como el transporte, el alto grado de mecanización, menor rendimiento productivo por equipo y, sobre todo, a que es un proceso que se encuentra a lo largo de toda la vida de la mina.

El proceso cuenta con un objetivo que se puede resumir de la siguiente manera: “Retirar el material tronado de la frente y transportarlo adecuadamente a su lugar de destino”. Esto se puede lograr siguiendo la siguiente secuencia de actividades:

1. Preparación de la zona de trabajo.
2. Posicionamiento de equipos.
3. Retirar el material tronado desde el frente de trabajo (Carguío).

4. Traspaso del material al equipo de transporte dispuesto a trasladarlo.
5. Transporte del material a su lugar de destino (Planta, acopio, botadero, entre otros).
6. Descarga del material.
7. Retorno del equipo de transporte al punto de carguío.

Lo anterior se repite hasta que se haya cumplido con extraer el material requerido en la frente. Este proceso productivo es el más influyente en los costos de operación, como se ha mencionado, por lo que es de gran importancia su estudio para garantizar un ambiente de operación apto para alcanzar los mejores rendimientos de los equipos. (Le-Feaux, 2008, p. 7).

1.1.7 Diseño y Construcción de Caminos Mineros

En el artículo “Diseño y Construcción de Caminos Mineros”, publicado en la revista Perú Construye, indica que las vías de acarreo minero deben ser construidas por capas con materiales adecuados cuya capacidad portante resista la máxima presión de la llanta del camión hacia la capa de rodadura, indicando que un mantenimiento errado traería como consecuencia: la disminución de la producción estimada incrementaría los costos de operación y mantenimiento de los equipos. Además, disminuiría la vida útil de los neumáticos de los camiones de carguío, aumentaría el consumo de combustible y generaría peligros en el tránsito de los equipos, que a la vez elevarían el costo de mantenimiento y reparación de vías por deterioro prematuro. (Corral, 2016, p. 7).

1.1.8 Mantenimiento Correctivo

“El mantenimiento correctivo es aquel que sirve para corregir los problemas que se van presentando en los equipos a medida que los usuarios los van comunicando, es decir, se espera a que ocurra una

falla para que el personal de mantenimiento entre en acción” (Gonzales, 2005, p. 53).

También le llaman mantenimiento reactivo, su función y actuar es después que ha ocurrido la avería, falla o error; sino sucede ninguna falla, el mantenimiento es vacío o nulo y esperara el momento que ocurra el error para realizar la corrección correspondiente. El mantenimiento correctivo es puntual y depende del desgaste de la vida útil de las piezas, componentes, materiales u otro que es parte de la maquinaria y que requiere ser reemplazado o restaurado. Las acciones que se realizan son tareas no programadas para reemplazar o restaurar los componentes de un activo. (Ballesteros, 2011, p. 11).

1.1.9 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo mantiene en funcionamiento los equipos mediante la supervisión de planes a realizarse en puntos específicos. Este mantenimiento también es conocido como mantenimiento planificado, mantenimiento proactivo o mantenimiento basado en el tiempo pues se trabaja con datos de los fabricantes o con estadísticas sobre las fallas más comunes en los equipos, aquí el término “planificado” es la base del significado del mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo genera un conjunto de planes que deben realizarse en fechas preprogramadas, siendo estos planes muy completos debido a que en estos se detallan todos los materiales, las herramientas y los repuestos a emplearse en dicho mantenimiento, también se tiene el detalle del personal técnico y el personal a cargo de la reparación. (Smith y Hinchcliffe, 2005, p. 55).

1.1.10 Disponibilidad Mecánica

Es una relación directa de las horas producidas entre las horas producidas más las horas que la máquina estuvo en reparación. Es una relación entre el tiempo que la máquina produce y el tiempo que

está en reparación. No confundir con el tiempo que la máquina podría estar produciendo, que ese es un indicador llamado uso de máquina. La fórmula del cálculo de la disponibilidad mecánica es como sigue:

$$DM = \frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Trabajadas} + \text{Horas en Reparación}}$$

(Flores, 1998, p. 57).

1.1.11 Toma de decisiones

“La toma de decisiones es el implica fases de análisis, organización y planificación en busca de un objetivo específico implica elegir entre diferentes alternativas aquella que sea la más acertada” (Munch, 2006, p. 131).

1.1.12 Mejora Continua

La mejora continua es consecuencia de una forma ordenada de administrar y mejorar los procesos, identificando causas o restricciones, estableciendo nuevas ideas y proyectos de mejora, llevando a cabo planes, estudiando y aprendiendo de los resultados obtenidos, y estandarizando los efectos positivos para proyectar y controlar el nuevo nivel de desempeño. (Gutiérrez, 2010, p. 77).

“La mejora continua es un proceso de optimización de la producción, en el que la eficiencia en el uso de los recursos humanos se logra de manera gradual” (Baca et al., 2014, p. 246).

1.1.13 PDCA (Círculo de Deming)

El ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad y la productividad en cualquier nivel jerárquico en una organización.

Esta metodología nos permite mantener la competitividad de nuestros productos y servicios, mejorar la calidad, reduce los costos, mejora la

productividad, reduce los precios, aumenta la participación de mercado, supervivencia de la empresa, provee nuevos puestos de trabajo y aumenta la rentabilidad de la empresa.

La utilización del ciclo PHVA brinda una solución que permite:

- Mantener la competitividad de nuestros productos.
- Mejorar la calidad.
- Reducir los costos.
- Mejorar la productividad.
- Reducir los precios.
- Aumentar la participación en el mercado.
- Supervivencia de la empresa.
- Provee nuevos puestos de trabajo.
- Aumenta la rentabilidad de la empresa.

(Scherkenback, 1996, p. 2).

3.2 Antecedentes

3.2.1 Antecedentes Nacionales

1. MENDOZA ANAYA IVAN (2012). *MODELO PROBABILÍSTICO DEL CICLO DE MINADO Y TRANSPORTE DE MINERAL EN LA UNIDAD MINERA EL PORVENIR - MILPO*. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Contenido: 6 CAPÍTULOS: Cap1. Aspectos generales, Cap2. Descripción geológica, Cap3. Antecedentes, Cap4. Definición del problema, Cap5. Definición de herramientas a emplear, Cap6. Desarrollo de la metodología, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía, Anexo.

Descripción: Presenta el marco teórico necesario para realizar la aplicación. Desarrolla modelos de simulación del ciclo de minado en la unidad minera El Porvenir. Valida el modelo aplicando el concepto de intervalo de confianza y variables de estado del sistema

(producción de mineral). Analiza mediante simulación diversos escenarios que permiten sugerir mejoras en el sistema real.

Aporte: Primera tesis de simulación aplicada a una mina subterránea que se presenta en la FIGMM. Aplica una metodología con la cual se puede cuantificar diversos escenarios para modificar el sistema real.

2. TRUJILLO GONZALES ALEJANDRO (2011), *MEJORAMIENTO CONTINUO EN EL CONTROL DE CARGUÍO Y ACARREO CON CAMIONES EN MINA CIA. CONDESTABLE S.A.* (Informe de competencia profesional). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Contenido: 7 CAPÍTULOS: Cap1. Marco teórico, Cap2. Aspectos generales, Cap3. Análisis situacional de las operaciones mineras, Cap4. Análisis del acarreo y transporte, Cap5. Propuestas de solución: Guía para la optimización de flota (acarreo - transporte) en minas subterráneas, Cap6. Flujo de costos, Cap7. Conclusiones y recomendaciones, Bibliografía, Anexos. Descripción:

El trabajo es una tesis presentada en la modalidad de informe de competencia profesional. El trabajo presenta un análisis y descripción de las actividades de carguío y acarreo en la mina Condestable. La descripción es de los procedimientos acompañado de costos y cálculos de flotas de camiones que mejoran el performance del sistema de transporte.

Aporte: Describir los costos de los elementos que intervienen en el sistema de transporte de mineral en la mina Condestable. Análisis del dimensionamiento de la flota de camiones que participan en el sistema.

3. VICOS VENTURA MARCELINO (2009), *MEJORAMIENTO DE ACARREO Y TRANSPORTE MEDIANTE DISPATCH EN CERRO*

VERDE (Informe de Suficiencia). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú

Contenido: 6 CAPÍTULOS: Cap1. Aspectos generales, Cap2. Geología, Cap3. Procesos operativos, Cap4. Control del sistema Dispatch, Cap5. Mejoramiento de acarreo y transporte, Cap6. Requerimientos y beneficios del Dispatch para el mejoramiento del acarreo y transporte, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía.
Descripción: Presenta abundante información del sistema Dispatch y su utilización en la mina Cerro Verde. Describe mediante indicadores de productividad la mejora que realiza el sistema Dispatch en el proceso de carguío y transporte de mineral.

Aporte: Plantea metodologías mediante las cuales se puede evaluar el desempeño del sistema de transporte de mineral.

3.2.1 Antecedentes Internacionales

4. VARGAS (1999). La Maquinaria Pesada en los Movimientos de Tierra - Descripción y Rendimiento, México.

Esta Tesis tuvo por objetivo principal exponer los diferentes métodos para rendimiento de maquinaria pesada en los movimientos de tierra. En este estudio se describen tres métodos para calcular el rendimiento de una maquina en movimientos de tierra como son: mediante gráficas, mediante fórmulas y por medición directa.

De estos tres métodos se describe y precisa la manera como calculan los rendimientos, pero no hacen mediciones en obra y solo aporta la parte teórica mas no la práctica para calcular estos rendimientos.

5. CHIRIBOGA, G. y RIVERA, M, (2013). Equipo caminero para movimientos de tierras características y cálculo del rendimiento de la maquinaria, Ecuador.

El objetivo principal de esta tesis es la de calcular los rendimientos de maquinaria pesada para el proyecto en que se estudió, valiéndose de

fórmulas teóricas y aplicándolas a las mediciones hechas en campo, es así como calculan los tiempos de ciclo de las máquinas y sus respectivas capacidades para cada máquina es decir los volúmenes de acarreo o cargue según las dimensiones de las cuchillas, baldes o cucharones y tambores, para así calcular el rendimiento a través de fórmulas teóricas de cada máquina, el cual ajustan a factores de corrección o factores ponderados para estimar el rendimiento real para las maquinas estudiadas en el proyecto.

6. PRASERTRUNGRUANG, T. AND HADIKUSUMO, B. (2009) Study of Factors Influencing the Efficient Management and Downtime Consequences of Highway Construction Equipment in Thailand, Tailandia. El objetivo de este trabajo es caracterizar y cuantificar los factores que influyen en el tiempo de inactividad de la máquina y sus consecuencias (problemas consecuentes que resulten del tiempo de inactividad) de equipo de construcción de carreteras basado en el enfoque de modelos de ecuaciones estructurales (SEM). Una encuesta se llevó a cabo para recopilar datos sobre las prácticas de gestión de equipos y consecuencias de inactividad entre los contratistas de carreteras en Tailandia. El modelo propuesto es SEM de valor tanto para los investigadores y profesionales para facilitar una mejor comprensión de las relaciones entre las condiciones de adquisición, la práctica operativa, la calidad de mantenimiento, práctica disposición, y el tiempo de inactividad consecuencia de equipo pesado. El modelo también ayuda a los contratistas para administrar equipos con mayor eficiencia mediante la concentración en varias prácticas que pueden transmitir el mayor beneficio en la reducción de las consecuencias de tiempo de inactividad en cada etapa particular del ciclo de vida de una máquina, en lugar de considerar todas las prácticas de forma simultánea en los beneficios obtenidos quizá no son proporcionales a el esfuerzo.

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

4.1 Metodología de la investigación

Con la propuesta de diseñar un sistema de planeamiento en el proceso de acarreo de mineral y desmonte se busca incrementar la productividad de la empresa San Martín Contratistas Generales S.A., la metodología elegida para trabajar es: **“La Metodología del estudio de PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)”**; el ciclo de mejora continua o rueda de Deming, es un proceso que se propuso con la finalidad de poder realizar mejoras de los procesos de cada ciclo de este método, está compuesta por 4 fases:

- 1. Planificar:** Se establecen objetivos y se identifican los procesos necesarios para lograr unos determinados resultados de acuerdo con las políticas de la organización. En esta etapa se determinan también los parámetros de medición que se van a utilizar para controlar y seguir el proceso.
- 2. Hacer:** Consiste en la implementación de los cambios o acciones necesarias para lograr las mejoras planteadas. Con el objeto de ganar en eficacia y poder corregir fácilmente posibles errores en la ejecución, normalmente se desarrolla un plan piloto a modo de prueba o testeo.
- 3. Verificar:** Una vez se ha puesto en marcha el plan de mejoras, se establece un periodo de prueba para medir y valorar la efectividad de los cambios. Se trata de una fase de regulación y ajuste.
- 4. Actuar:** Realizadas las mediciones, en el caso de que los resultados no se ajusten a las expectativas y objetivos predefinidos, se realizan las correcciones y modificaciones necesarias. Por otro lado, se toman las decisiones y acciones pertinentes para mejorar continuamente el desarrollo de los procesos.

4.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para la recolección de datos y el desarrollo del presente trabajo realizado en el área de producción de la empresa San Martin Contratistas Generales S.A se han utilizado las siguientes técnicas e instrumentos:

4.3.1 Técnicas

- Se tomó como primera técnica las entrevistas realizadas a gerencia de obra, jefaturas de planeamiento y jefatura de mina, para conocimiento a fondo de los problemas existentes durante la producción.
- Recopilación de información sobre el proceso actual de acarreo del material.
- Se hizo observación directa y datos obtenidos en campo de las actividades realizadas durante el proceso total del ciclo de acarreo.
- Se tomó de referencia las entrevistas realizadas a algunos de los operadores sobre las técnicas y otros conocimientos que utilizan para el correcto funcionamiento de su equipo durante su guardia.

4.3.2 Instrumentos

- Se utilizó cronómetros y tablas para toma de tiempo de ciclos de acarreo, así como registro de fotografías y cuaderno de obra.
- Se utilizó el diagrama de Ishikawa a fin de determinar las causas que están ocasionando la baja productividad.
- Se hizo entrevistas utilizando un cuestionario de preguntas con el objetivo de conocer las funciones de cada personal involucrado en el proceso de acarreo de material.

4.3 Procedimientos sistemáticos

Los procedimientos sistemáticos que usaremos para el desarrollo del presente trabajo son las siguientes:

1era Fase: Planificar

- Identificar los procesos y origen de cada uno de ellos y clasificarlos según su importancia en la operación.
- Demostrar la importancia del análisis de los tiempos en el proceso de acarreo de material durante la producción.
- Identificar las causas fundamentales que producen las demoras durante el ciclo de acarreo.
- Planificar el incremento de 02 equipos para una mejor distribución en el mantenimiento de vías.
- Controlar el uso de combustible de los equipos de acarreo según ratio base de fabricación por modelos y capacidades.
- Establecer controles para el cumplimiento de los mantenimientos preventivos de los equipos.
- Programar capacitaciones en cada cambio de guardia (operadores y supervisores).

2da Fase: Hacer

- Elaborar diagrama de flujo del proceso de Acarreo con la finalidad de poder estandarizar los procesos de acarreo de material.
- Recopilar información que se realizó para cumplir con la producción. Asimismo, el ciclo histórico de acarreo de mineral y desmonte, velocidades, según reportes de producción demostrar cómo afecta directamente a la productividad.
- Establecer un flujograma para definir los pasos a seguir para el mejoramiento de vías.
- Hacer indicadores para controlar el uso de combustible por cada equipo de acarreo, de tal forma de poder medirlo diariamente según modelo y ratio base.
- Hacer diagramas para la programación de mantenimiento preventivo de los equipos.

- Realizar las capacitaciones en cada cambio de guardia, dirigido a los supervisores y operadores para que así puedan desarrollar sus actividades de forma correcta.

3era Fase: Verificar

- Verificar si el ciclo de acarreo incremento con las vías en mejores condiciones.
- Se validará el costo y beneficio del nuevo método implementado.
- Se hizo seguimiento al plan de mantenimiento preventivo para que se cumplan las fechas establecidas, de manera que no existan retrasos de entrega de producción por equipos inoperativos.
- Verificar el cumplimiento del programa de capacitación y difusión del plan de producción, tanto operadores como supervisores.

4ta Fase: Actuar

- Constatar si la metodología funciono, si se refleja la mejora y el incremento de productividad en la empresa.
- Revisar los procedimientos y definir si existe alguna mejora para implementar.



Figura 14 Interpretación del ciclo PHVA

Fuente: Elaboración propia, 2019.

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS CRÍTICO Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Durante el desarrollo del presente trabajo se verifica que los procesos existentes durante el acarreo de material no se están ejecutando de forma correcta.

El acarreo de materiales es uno de los aspectos más importantes a controlar en las operaciones a cielo abierto. Esta actividad requiere grandes equipos cuyo costo por hora es elevado; por lo tanto, es necesario lograr una alta productividad con la correcta asignación de camiones y palas.

En años recientes el desarrollo de nuevos sistemas de soporte a las decisiones contribuyó significativamente al incremento de la productividad, reduciendo así los costos de operación. Sin embargo, un problema persistente son aquellos tiempos muertos: demoras en limpieza de vías, camiones que esperan para ser cargados, reasignación no coordinada de viajes, paradas no programadas, y otros retrasos que pueden existir durante la ruta de acarreo.

Esto crea un consumo ineficiente del combustible, el cual incide indirectamente en energía desperdiciada.

Se plantea las siguientes metodologías como alternativas:

5.1 El Círculo de Deming – PHVA

En la actualidad, las empresas tienen que enfrentarse a un nivel tan alto de competencia que para poder crecer y desarrollarse, y a veces incluso para lograr su propia supervivencia, han de mejorar continuamente, evolucionar y renovarse de forma fluida y constante. El ciclo PHVA de mejora continua es una herramienta de gestión presentada en los años 50 por el estadístico estadounidense Edward Deming. Tras varias décadas de uso, este sistema o método de gestión de calidad se encuentra plenamente vigente (ha sido adoptado recientemente por la familia de normas ISO) por su comprobada eficacia para: reducir costos, optimizar la productividad, ganar cuota de mercado e incrementar la rentabilidad de las organizaciones. Logrando, además, el mantenimiento de todos estos beneficios de una manera continua,

progresiva y constante. Cada uno de estos 4 conceptos corresponde a una fase o etapa del ciclo:

Planificar: En la etapa de planificación se establecen objetivos y se identifican los procesos necesarios para lograr unos determinados resultados de acuerdo a las políticas de la organización. En esta etapa se determinan también los parámetros de medición que se van a utilizar para controlar y seguir el proceso.

Hacer: Consiste en la implementación de los cambios o acciones necesarias para lograr las mejoras planteadas. Con el objeto de ganar en eficacia y poder corregir fácilmente posibles errores en la ejecución, normalmente se desarrolla un plan piloto a modo de prueba o testeo.

Verificar: Una vez se ha puesto en marcha el plan de mejoras, se establece un periodo de prueba para medir y valorar la efectividad de los cambios. Se trata de una fase de regulación y ajuste.

Actuar: Realizadas las mediciones, en el caso de que los resultados no se ajusten a las expectativas y objetivos predefinidos, se realizan las correcciones y modificaciones necesarias. Por otro lado, se toman las decisiones y acciones pertinentes para mejorar continuamente el desarrollo de los procesos.

Ventajas:

- Se consiguen mejoras en el corto plazo y resultados visibles.
- Se reducen los costos necesarios para el proceso de producción.
- Es un sistema que favorece una cuestión hoy en día vital para todas las empresas: incrementar la productividad y enfocar a la organización hacia la competitividad.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite detectar y eliminar procesos repetitivos.
- Metodología de fácil aplicación.
- Costos bajos de implementación.

Desventajas:

- Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se puede perder la perspectiva de interdependencia que existe entre los distintos departamentos y áreas de las organizaciones.
- Requiere de cambios importantes en toda la organización, lo que puede acarrear inversiones importantes en infraestructuras o recursos humanos.

5.2 Estudio del trabajo

Es la aplicación de ciertas técnicas establecidas y ordenadas en su aplicación mediante un procedimiento sistemático de etapas que logran en gran manera aumentar la productividad reduciendo los costos y mejorando la calidad.

Ventajas:

- Incrementa la productividad de la empresa
- Mejora la calidad y seguridad del ambiente de trabajo.
- Se puede utilizar en todas partes de una empresa.

Desventajas:

- Las mediciones cronométricas requieren de más tiempo y concentración.
- Se necesita información detallada.
- Requiere que la línea de operación este en operación.

5.3 Lean Six Sigma

Se debe identificar los problemas, hacer los ajustes, los objetivos. Lean Six Sigma es una estrategia de negocio que aumenta la productividad mejorando la calidad, aumentando el rendimiento, reduciendo los costos y defectos.

Ventajas:

- Capacidad de incrementar la variedad de productos y servicios que se produce, Diversificando la cartera de productos y servicios para los clientes.
- Reduce costos permitiendo ahorrar dinero para inversiones a futuro.

Desventajas:

- Six Sigma al ser aplicada como estrategia de negocio tomara tiempo para obtener resultados a largo plazo.
- Se enlaza con un sistema de gestión maduro.
- Para tomar decisiones se tiene que confiar en estadísticas o datos.
- Es necesario un jefe de equipo con experiencia y entendimiento en la estrategia Six Sigma.
- Si no se logra alcanzar las metas y obtener los beneficios se tendrá que empezar a aplicar SIX Sigma desde el inicio, lo que conlleva a perder mucho tiempo y esfuerzo.
- Está diseñada para desconocer el costo y la eficiencia se centra en la mejora de calidad.

CAPÍTULO 6. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ESCOGIDA

6.1 Justificación de la solución escogida

Con el presente trabajo se busca incrementar la productividad diseñando un planeamiento para el control de acarreo de material de la empresa San Martin Contratistas Generales SA., la metodología elegida a seguir es: **“El Ciclo de Deming - PHVA.”**; porque los resultados son más rápidos y económicos en aplicación, sus procesos se basan en la mejora continua, una de las ventajas que tiene esta metodología es que se puede rediseñar los procesos en cuanto a los tiempos de ejecución de las tareas, aumentando la productividad para el ciclo de acarreo; por lo tanto constituye la alternativa más apropiada la misma que se justifica en adelante.

La propuesta de solución planteada en el presente trabajo es viable debido a que su implementación será posible, económica, práctica y rápida posibilitando el logro de los resultados de productividad.

En base al análisis de la información obtenida podremos definir las mejoras y modelaremos nuevas formas de realizar los procesos involucrando a los operadores y supervisores encargados de ejecutar el proceso de acarreo de material, así mismo estableciendo los formatos para su control correspondiente.

Mediante la propuesta de mejora al proceso de ciclo de acarreo, se justifica por la importancia y los costos influyentes en la operación, a fin de incrementar la productividad de la empresa San Martin Contratistas Generales S.A. para el cumplimiento de las proyecciones de producción, a corto plazo y con resultados óptimos; es conveniente tener un ciclo constante de mejoras reflejándose en un buen rendimiento operativo en el ciclo de acarreo y en un alto porcentaje de disponibilidad mecánica en los equipos.

6.2 Desarrollo de la propuesta

1era Fase: Planificar

1. Identificar los procesos y origen de cada uno de ellos y clasificarlos según su importancia en la operación.

Descripción de la zona de trabajo y procesos:

El método de minado en la zona de trabajo se realiza por fases, bancos y rampas (tajo abierto).

La altura de Banco es de 12 m, con rampas de diseño de 9% de gradiente, anchos de rampas de 18 m, taludes de trabajo de 70° y banquetas de 15m.

En la zona inferior, donde nace la vía, es donde se hace el proceso de carguío para lo cual se debe considerar un área de 60 a 70 metros de ancho para cada equipo de carguío. La zona de acarreo tiene pendiente máxima de 12.9% y en los lugares planos tiene pendientes entre 0% y 5%.

En la zona de carga (cercada de rojo) se tiene 03 palas CAT 6040 y 01 CAT 6050 con rendimientos de 2,800 Ton/hr y 4,000 Ton/hr respectivamente. El presente trabajo se hará con los 04 equipos de carguío y con flotas de 30 camiones (KOM HD1500 y CAT 777) con capacidad de carga de 150 ton, de los cuales se considerará 28 camiones operativos.

Una vez concluido con la topografía inicial y zona de riesgos, teniendo los planos geológicos de exploración del cliente; se procede al cálculo de los tonelajes por los tipos de materiales y niveles a extraer. Dicho proceso se realiza intersectando la topografía inicial con el diseño final proporcionado por el cliente.



Figura 15 Diseño de Mina 05 Desarrollo
Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

Como se mencionó el proceso de acarreo es el más influyente en los costos de operación interviene en un 45% hasta 60% del costo mina, por lo tanto, es de donde se desprende la importancia en el control del proceso y el desarrollo de este trabajo.



Gráfica 1 Incidencia de Costos Operacionales Mina

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. Demostrar la importancia del análisis de los tiempos en el proceso de acarreo de material durante la producción.

Proceso de ciclo de acarreo:

La operación de transporte es imprescindible, debido a que su labor es transportar el material (mineral o desmonte) desde el frente de carguío hacia los diferentes puntos de descarga.

A continuación, un gráfico del ciclo y las maniobras que se debe ejecutar:

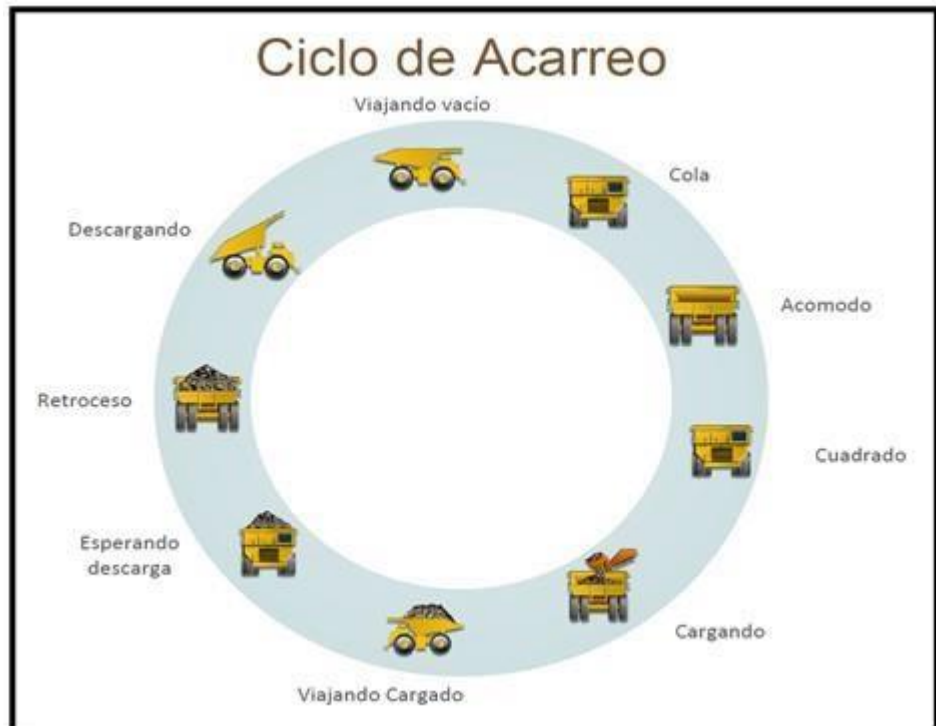


Figura 16 Diagrama de Ciclo acarreo

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Según se muestra en la gráfica hay 09 actividades que realiza el camión minero, en el cual la suma de dichos tiempos hace el total a la duración de su ciclo de acarreo.

Las demoras que existen durante el ciclo de acarreo se refieren al tiempo que tardan los camiones hacia su destino debido a la congestión y a las colas. Se les llama congestión a las demoras provocadas por la interacción entre los camiones a lo largo de las vías de acarreo.

Esto es combinado con la información topográfica que es utilizada para entregar una estimación de las distancias y de las condiciones y pendientes que existen a lo largo de la ruta.

Conociendo las velocidades que tendrá el camión a lo largo de la ruta y conociendo las distancias que recorrerá, es posible determinar cuanto demorará en realizar todo el ciclo de acarreo.

Distancias y Ciclos ponderados del transporte de Material en la actualidad:

En la siguiente tabla se puede observar los tiempos de las demoras en minutos que existe en cada ciclo de acarreo, esto afecta directamente a los viajes por hora que pueda realizar el equipo durante su guardia de trabajo.

Donde:

- Distancia → en Kilómetros
- Ciclo → Vueltas por Hora
- Desmonte → descarga en Cancha 56
- Mineral → descarga en Planta 2

Tabla 5 Tiempo actual de ciclo de Acarreo de material

TIEMPO DE CICLO DE ACARREO DESMONTE / MINUTOS											
EQUIPO DE CARGUÍO	BANCO (NIVEL)	DISTANCIA KM / DESCARGA EN CANCHA 56	TAC: Tiempo de Acuatamiento en Carguío (min.)	TC: Tiempo de Carguío (min.)	TVC: Tiempo de Viaje Cargado (min.)	TAD: Tiempo de Acuatamiento en Descarga (min.)	TD: Tiempo de Descarga (min.)	TVV: Tiempo de Viaje Vacío (min.)	D: Demoras (min.)	TOTAL: min	CICLO
CH-06	826	1.66	0.50	2.60	3.50	0.60	1.00	2.60	2.40	13.20	4.55
	814	1.72	0.50	2.50	4.10	0.60	1.00	3.10	2.50	14.30	4.20
	802	1.77	0.50	2.60	4.70	0.60	1.00	3.60	2.70	15.70	3.82
	790	1.87	0.50	2.50	5.30	0.60	1.00	4.10	2.60	16.60	3.61
	778	2.20	0.50	2.50	5.90	0.60	1.00	4.60	2.50	17.60	3.41
	766	2.25	0.50	2.50	6.50	0.60	1.00	5.10	2.70	18.90	3.17
	754	2.37	0.50	2.60	7.10	0.60	1.00	5.60	2.50	19.90	3.02
TIEMPO DE CICLO DE ACARREO MINERAL / MINUTOS											
EQUIPO DE CARGUÍO	BANCO (NIVEL)	DISTANCIA KM / DESCARGA EN PLANTA 2	TAC: Tiempo de maniobra en Carguío (min.)	TC: Tiempo de Carguío (min.)	TVC: Tiempo de Viaje Cargado (min.)	TAD: Tiempo de maniobra en Descarga (min.)	TD: Tiempo de Descarga (min.)	TVV: Tiempo de Viaje Vacío (min.)	D: Demoras (min.)	TOTAL: min	CICLO
CH-06	670	4.95	0.50	2.60	7.80	0.60	1.00	6.30	2.50	21.30	2.82
	658	5.02	0.50	2.50	8.50	0.60	1.00	7.00	2.40	22.50	2.67
	646	5.03	0.50	2.60	9.20	0.60	1.00	7.70	2.40	24.00	2.50
	634	5.02	0.50	2.50	9.90	0.60	1.00	8.40	2.60	25.50	2.35
	622	5.14	0.50	2.60	10.60	0.60	1.00	9.10	2.50	26.90	2.23
	610	5.40	0.50	2.50	11.30	0.60	1.00	9.80	2.50	28.20	2.13

Fuente: Elaboración propia.

3. Identificar las causas fundamentales que producen las demoras durante el ciclo de acarreo.

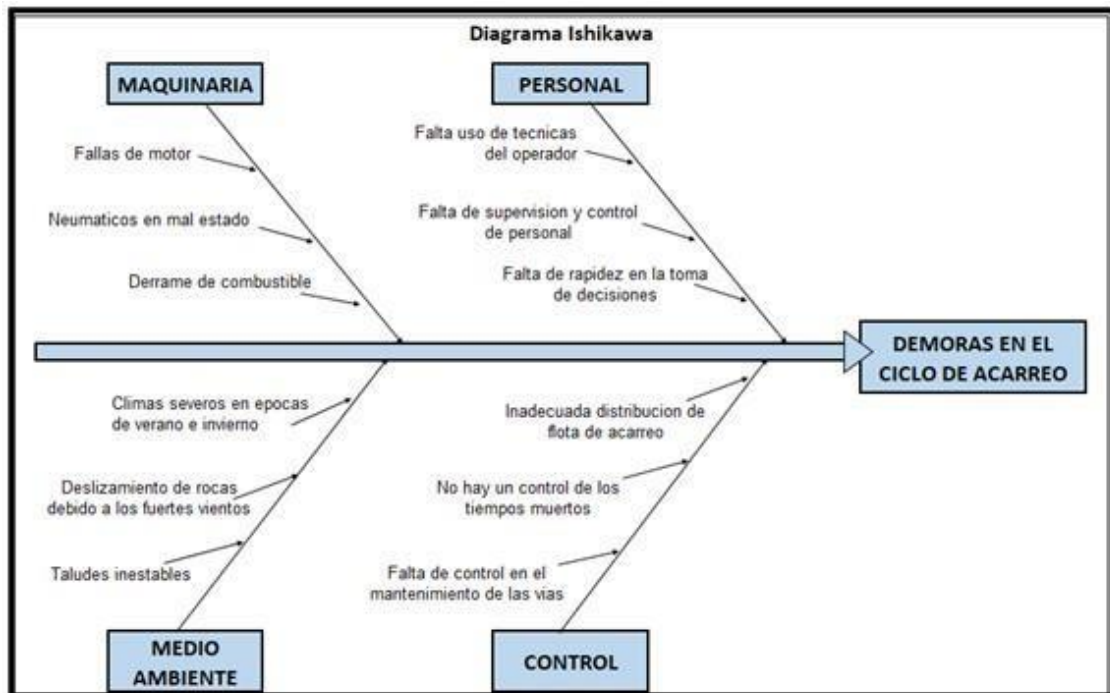


Figura 17 Diagrama de Ishikawa – Demoras en el ciclo de Acarreo

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En el diagrama de Ishikawa realizada se puede observar los problemas principales que abarca las demoras en el ciclo de acarreo.

Destacando lo siguiente:

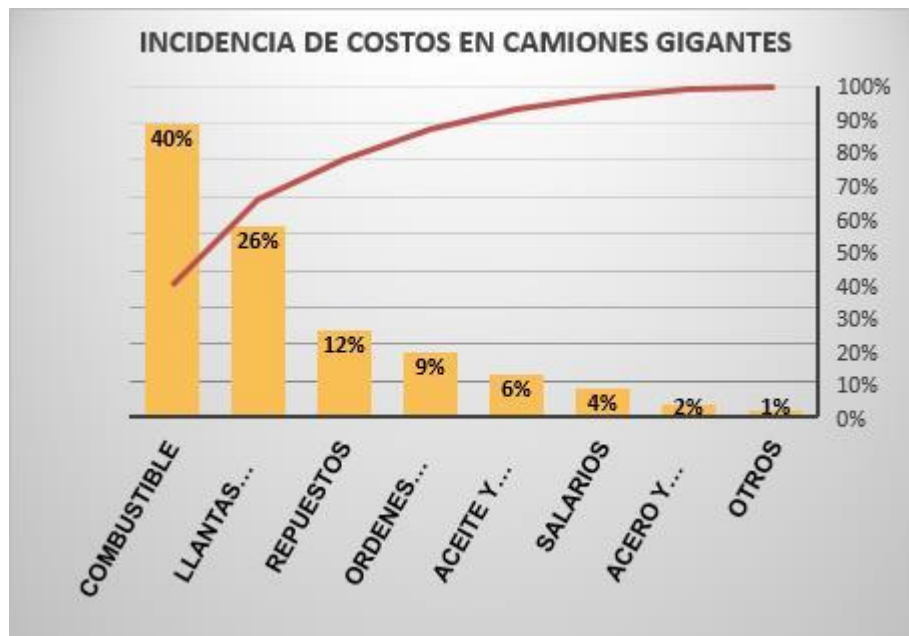
- No se realiza el mantenimiento de vías de forma adecuado y constante, lo cual tiene un gran impacto en las demoras de transporte de los equipos de acarreo, esto conlleva al uso excesivo de combustible y un desgaste acelerado de los neumáticos.

4. Implementar equipos de mantenimiento de vías, según lo señalado es un recurso vital en el sistema de producción, el diseño y mantenimiento de los caminos de acarreo de las minas tiene un impacto directo en la productividad y la rentabilidad. El mantenimiento frecuente permite

eliminar las pequeñas reducciones en la velocidad que influyen directamente al ciclo.

Asimismo, asignar un supervisor que se encargue del seguimiento y control del correcto mantenimiento de vías.

5. Controlar el uso de combustible de los equipos de acarreo según ratio base de fabricación por modelos y capacidades. Este control es importante porque interviene en un alto porcentaje en el costo total de un camión gigante.



Gráfica 2 Incidencia de Costos en camiones gigantes

Fuente: Elaboración propia, 2019.

A continuación, se muestra el ratio base de consumo de combustible según modelo de equipo:

RATIO DE CONSUMO DIESEL GI x HM (Galones x Hora Maquina)						
RATIO BASE	23.00	23.00	35.50	35.50	36.00	16.00
DESCRIPCION DEL EQUIPO	CAT 777D	CAT 777F	KOMHD 1500-7	CAT 785 C	CAT 785 D	CAT 775 F
	FC-22	FC-70	FC-58	FC-90	FC-119	FC-56
CAPACIDAD EN TON	90 TON	90 TON	150 TON	150 TON	150 TON	60 TON

Figura 18 Ratio Base de Consumo Diesel por modelo de Camión.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

6. Programar capacitaciones en cada cambio de guardia (operadores y supervisores), donde puedan compartir técnicas entre ellos y esto ayude a la mejora de rendimiento de cada operador. Así mismo comunicar las metas semanales a cumplir (toneladas, distancia y ciclos ponderados, etc.).

2da Fase: Hacer

1. Se elaboró diagrama de flujo del proceso de Acarreo con la finalidad de poder estandarizar los procesos de acarreo de material (mineral y desmonte).

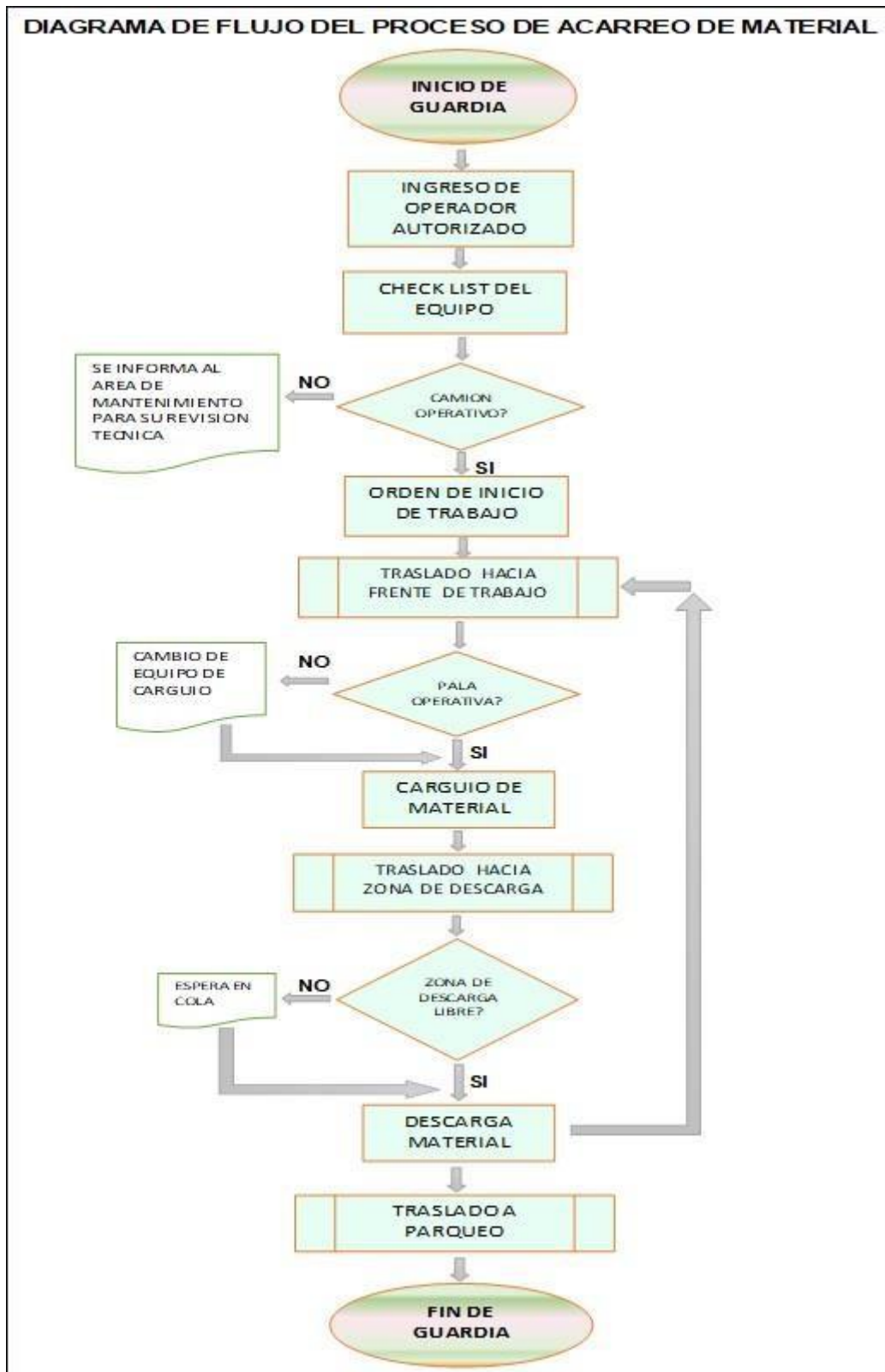


Figura 19 Diagrama de flujo del proceso de acarreo de material

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. Se recopiló información de distancias y tonelajes de acuerdo con cada nivel del proyecto según estudio topográfico, así como el planeamiento de secuencia de minado que se realizó para cumplir con la producción. Asimismo, demostrar el ciclo histórico de acarreo de mineral y desmonte, velocidades, según reportes de producción.

Distancias ponderadas del transporte de Material:

Se muestra la proyección de distancias ponderadas (kilometro) para cada nivel según su destino de descargas durante la duración del proyecto, donde:

- Secuencia de Minado:

Secuencia: 1 → Extracción Masivo

Secuencia: 2 → Recuperación de rampas

Secuencia: 3 → Recuperación de chorreados

- Origen de trabajo:

Origen → Nivel de cada Banco

- Lugar de descarga:

Destino para desmonte → C-56 (Cancha 56)

Destino para mineral → Planta 2

- Material Cargado:

Desmonte → D/ER

Mineral → PO (Mineral Primario) – BL/PO (Mineral Baja Ley)

Tabla 6 Distancia promedio ponderado de rutas de acarreo del desarrollo Nor-Oeste de Mina 5 (por secuencia de minado).

MINA	SECUENCIA	ORIGEN	DESTINO	MATERIAL	TONELAJE	DISTANCIA
5	1	826	C-56	D/ER	3,644,855	1,661
5	1	814	C-56	D/ER	4,074,935	1,715
5	1	802	C-56	D/ER	3,864,536	1,772
5	1	790	C-56	D/ER	3,815,030	1,870
5	1	778	C-56	D/ER	3,852,159	2,196
5	1	766	C-56	D/ER	3,307,597	2,253
5	1	754	C-56	D/ER	3,456,114	2,365
5	1	742	C-56	D/ER	3,453,021	2,577
5	1	730	C-56	D/ER	3,013,657	2,830
5	1	718	C-56	D/ER	3,004,375	3,055
5	1	706	C-56	D/ER	2,995,093	3,178
5	1	694	C-56	D/ER	2,716,624	3,287
5	1	682	C-56	D/ER	2,642,364	3,337

5	1	670	C-56	D/ER	2,619,721	3,593
5	1	670	PLANTA 2	PO	15,896	4,954
5	1	670	PLANTA 2	BL(PO)	7,567	4,954
5	1	658	C-56	D/ER	2,251,129	3,761
5	1	658	PLANTA 2	PO	22,255	5,023
5	1	658	PLANTA 2	BL(PO)	10,593	5,023
5	1	646	C-56	D/ER	1,785,634	3,957
5	1	646	PLANTA 2	PO	44,508	5,032
5	1	646	PLANTA 2	BL(PO)	21,187	5,032
5	1	634	C-56	D/ER	1,733,847	4,237
5	1	634	PLANTA 2	PO	181,210	5,022
5	1	634	PLANTA 2	BL(PO)	86,259	5,022
5	1	622	C-56	D/ER	1,477,710	4,504
5	1	622	PLANTA 2	PO	270,227	5,138
5	1	622	PLANTA 2	BL(PO)	128,631	5,138
5	1	610	C-56	D/ER	791,049	4,683
5	1	610	PLANTA 2	PO	66,763	5,403
5	1	610	PLANTA 2	BL(PO)	31,780	5,403
5	2	730	C-56	D/ER	55,694	5,313
5	2	718	C-56	D/ER	201,117	5,317
5	2	706	C-56	D/ER	368,198	4,995
5	2	694	C-56	D/ER	467,209	5,053
5	2	682	C-56	D/ER	634,292	5,129
5	2	670	C-56	D/ER	698,085	5,224
5	2	670	PLANTA 2	PO	19,074	5,432
5	2	670	PLANTA 2	BL(PO)	9,080	5,432
5	2	658	C-56	D/ER	882,156	4,820
5	2	658	PLANTA 2	PO	44,507	5,316
5	2	658	PLANTA 2	BL(PO)	21,187	5,316
5	2	646	C-56	D/ER	1,266,949	4,663
5	2	646	PLANTA 2	PO	76,299	4,931
5	2	646	PLANTA 2	BL(PO)	36,320	4,931
5	2	634	C-56	D/ER	1,354,710	4,279
5	2	634	PLANTA 2	PO	108,091	4,605
5	2	634	PLANTA 2	BL(PO)	51,453	4,605
5	2	622	C-56	D/ER	1,204,476	4,293
5	2	622	PLANTA 2	PO	85,837	4,357
5	2	622	PLANTA 2	BL(PO)	40,860	4,357
5	2	610	C-56	D/ER	1,571,215	4,530
5	2	610	PLANTA 2	PO	9,537	4,616
5	2	610	PLANTA 2	BL(PO)	4,536	4,616
EXTRACCION Y DISTANCIA PROMEDIO DE SECUENCIAS 1 Y 2				SUB-TOTAL	64,597,208	3,023
5	3	562	CHORREADO	D/ER	5,511,651	5,063
5	3	562	CHORREADO	PO	60,268	5,029
5	3	562	CHORREADO	BL(PO)	28,688	5,029
EXTRACCION Y DISTANCIA PROMEDIO DE SECUENCIAS 1 Y 2				SUB-TOTAL	5,600,607	5,062
CALCULO DE RUTA PROMEDIO PONDERADA PARA EL DESARROLLO NORTE DE MINA 5						
MINA	SECUENCIA	DESTINO	TONELAJE	DISTANCIA	OBSERVACIONES	
5	1	C-56 / PLANTA 2	55,386,325	2,747	EXTRACCION MASIVO	
5	2	C-56 / PLANTA 2	9,210,882	4,681	RECUPERACION DE RAMPAS	
5	3	C-56 / PLANTA 2	5,600,607	5,062	RECUPERACION DE CHORREADOS	
			70,197,815	3,146		

Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

Plan de producción para Mina 05 desarrollo:

Para este proyecto las toneladas a producir son 70,197,814 tn entre mineral y desmonte, con una flota de 30 camiones operativos de capacidad de 150 ton, en el periodo de 16 meses.

Tabla 7 Plan de producción Mensual

MINA 05 DESARROLLO		PLAN DE PRODUCCION MENSUAL				
CONTRATO / TN		2018				2019
PRECIO (\$) / TN		Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
PROYECTADO	TONELADAS	726,700	2,893,000	5,950,000	5,977,000	5,226,250
	HORAS	1,600	4,970	10,200	10,500	10,000
	TN/HR	454	582	583	569	523
	FACTOR DE CARGA	150	150	150	150	150
	DISTANCIA KM	1.22	1.40	1.44	1.62	1.90
	CICLO	3.03	3.88	3.89	3.79	3.48
	VIAJES	4,844.7	19,286.7	39,666.7	39,846.7	34,841.7
	KM / HR	7.4	10.9	11.2	12.3	13.2
MINUTOS POR VIAJE	19.8	15.5	15.4	15.8	17.2	
REAL	TONELADAS	1,980,862	2,083,953	2,084,434	3,298,721	5,100,511
	HORAS	2,550	3,974	3,976	6,680	9,901
	TN/HR	777	524	524	494	515
	FACTOR DE CARGA	150	150	150	150	150
	DISTANCIA KM	1.22	1.40	1.44	1.62	1.90
	CICLO	4.18	3.50	3.50	3.29	3.43
	VIAJES	13,206	13,893	13,896	21,991	34,003
	KM / HR	12.6	9.8	10.1	10.6	13.1
MINUTOS POR VIAJE	11.6	17.2	17.2	18.2	17.5	
DIFERENCIA	TONELADAS	1,254,162.00	-809,047.00	-3,865,566.00	-2,678,279.00	-125,739.00
	HORAS	949.60	-995.80	-6,224.40	-3,819.60	-99.29
	TN/HR	322.74	-57.72	-59.03	-75.45	-7.46
	CICLO	1.15	-0.38	-0.39	-0.50	-0.05
	VIAJES	8,361.08	-5,393.65	-25,770.44	-17,855.19	-838.26
	KM / HR	5.25	-1.08	-1.13	-1.63	-0.19
MINUTOS POR VIAJE	8.23	-1.70	-1.74	-2.42	-0.25	
MARGEN	TONELAJE (\$)	\$ 1,699,389.51	\$ - 1,096,258.69	\$ - 5,237,841.93	\$ - 3,629,068.05	\$ - 170,376.35

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3. Se procedió con el alquiler de 04 equipos auxiliares para mejorar el mantenimiento de las vías de acarreo.

Tabla 8 Alquiler de equipos auxiliares para mantenimiento de vías.

DESCRIPCION DEL EQUIPO	UND	TARIFA	CONDICIONES
MOTONIVELADORA CAT 160k	HM	75.00 \$	Incluye mantenimiento preventivo y operador
TRACTOR CAT D9T	HM	85.00 \$	Incluye mantenimiento preventivo y operador
RODILLO CAT CS56B	HM	30.00 \$	Incluye mantenimiento preventivo y operador
CISTERNA DE AGUA 5,000 gl	DIA	250.00 \$	Incluye mantenimiento preventivo y operador

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Asimismo, la contratación de un Supervisor de mantenimiento de vías, el cual se encargará de realizar el plan mensual para la ejecución de la misma según la proyección de Tn*Km en el mes, y el seguimiento y control de los trabajos.

A continuación, un flujograma sobre los pasos a seguir para aplicar el mejoramiento en las vías de acarreo:

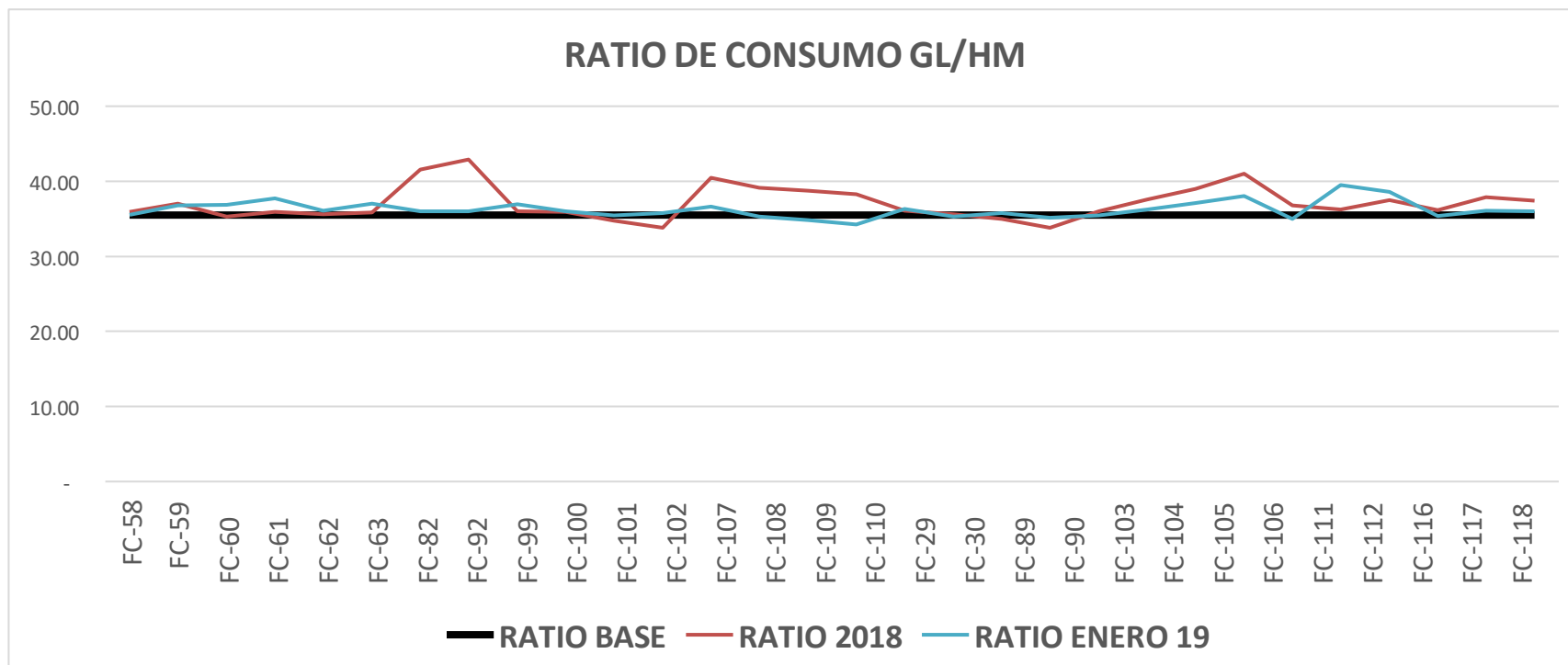


Figura 20 Flujograma para mejoramiento de vías de Acarreo.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Se implementó indicadores para controlar el uso de combustible por cada equipo de acarreo, de tal forma de poder medirlo diariamente según modelo y ratio base.

Consumo Diesel histórico con vías en mal estado por encima del ratio base.



Grafica 3 Consumo Diesel histórico con vías en mal estado

Fuente: Elaboración propia, 2019.

5. Se implementó el programa de capacitación, el cual fue dirigido a los supervisores y operadores para que así puedan desarrollar sus actividades de forma correcta.

- Para los operadores de los equipos pesados se dieron capacitaciones de acuerdo con las actividades operativas que realizan, así mismo como capacitaciones en las 5s, para que cada operador sea responsable del correcto funcionamiento de su equipo, y el impacto que tiene este en la producción.
- A la supervisión se le capacito sobre la importancia de un buen liderazgo con su personal a cargo, y la rapidez que debe existir en la toma de decisiones ante un problema durante la producción.

	REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA			Código	SIG-FOR-010	N° REGISTRO
				Versión:	1	
				Fecha	18/07/2013	
DATOS DEL EMPLEADOR PRINCIPAL						
RAZÓN SOCIAL		RUC	N° TRABAJADORES	TIPO DE ACTIVIDAD ECONÓMICA		
San Martín Contratistas Generales S.A.		20102078781		Minería y Construcción		
(DIRECCIÓN: (DIRECCIÓN, DISTRITO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO)		Sede Shougang, San Juan de Marcona, Ica, Perú				
TIPO DE REUNIÓN						
REUNIÓN DE 5 MINUTOS	CAPACITACIÓN		✓	CALIDAD		
INDUCCIÓN BÁSICA	ENTRENAMIENTO			MEDIO AMBIENTE		
INDUCCIÓN ESPECÍFICA	SIMULACRO			OTROS		
TEMA	Planeamiento en el proceso de acorreo Manual y Operativo.		FECHA	14 de Marzo del 2019		
EXPOSITOR	Marly Suravia Alvarez		HORA INICIO	8:00 pm	HORA TERMINO	9:30 pm
DATOS DE LOS PARTICIPANTES						
N°	APELLIDOS Y NOMBRES		DNI	AREA	FIRMA	OBS
01						

Figura 21 Registro de Capacitación al personal

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3era Fase: Verificar

1. Verificar el cumplimiento según el flujograma de la mejora en el mantenimiento de vías.

- Recopilación de datos del ciclo de acarreo con las vías en su estado actual.

Se registró el promedio de la duración de los ciclos de los camiones, considerando esta información antes que sea mejorada la vía de acarreo.

Tabla 9 Ciclo ponderado de Acarreo de desmonte / obtenido con las vías en mal estado

TIEMPO DE CICLO PONDERADO DE ACARREO DESMONTE / CON LAS VIAS EN MAL ESTADO												
BANCO (NIVEL)	DISTANCIA KM / DESCARGA EN CANCHA 56	TAC: Tiempo de maniobra en Carguío (min.)	TC: Tiempo de Carguío (min.)	TVC: Tiempo de Viaje Cargado (min.)	TAD: Tiempo de maniobra en Descarga (min.)	TD: Tiempo de Descarga (min.)	TVV: Tiempo de Viaje Vacío (min.)	D: Demoras (min.)	TOTAL: min	CICLO	KM/HR	
826	1.66	0.50	2.60	3.50	0.60	1.00	2.60	2.40	13.20	4.55	15.10	
814	1.72	0.50	2.50	4.10	0.60	1.00	3.10	2.50	14.30	4.20	14.39	
802	1.77	0.50	2.60	4.70	0.60	1.00	3.60	2.70	15.70	3.82	13.54	
790	1.87	0.50	2.50	5.30	0.60	1.00	4.10	2.60	16.60	3.61	13.52	
778	2.20	0.50	2.50	5.90	0.60	1.00	4.60	2.50	17.60	3.41	14.97	
766	2.25	0.50	2.50	6.50	0.60	1.00	5.10	2.70	18.90	3.17	14.30	
754	2.37	0.50	2.60	7.10	0.60	1.00	5.60	2.50	19.90	3.02	14.26	
PROMEDIO									2.56	16.60	3.68	14.30

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Planificación para la mejora en el mantenimiento de vías de acarreo.
- ✓ El plan será elaborado por el área de operaciones, con el fin de lograr mejorar el estado actual de las vías y así evitar los eventos no deseados y daños en los equipos afectando directamente la productividad.
- ✓ Se planifico los lineamientos a aplicar, como el material a utilizar, asignación de los equipos, operadores y señalizaciones.
- ✓ Cronograma de ejecución.

CRONOGRAMA PARA EL MANTENIMIENTO DE VIAS								
DESCRIPCION	vie 01 Feb	sáb 02 Feb	dom 03 Feb	lun 04 Feb	mar 05 Feb	mié 06 Feb	jue 07 Feb	vie 08 Feb
Corte de vía								
Regado de vía								
Chorreado de material fino								
Regado al material fino								
Reconformación de vías								

Figura 22 Cronograma para la ejecución del mantenimiento de vías.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Ejecución del mantenimiento de vías de acarreo.
- ✓ Para realizar el mantenimiento de vías se utilizará el material fino (desmorte arenoso) ya existente de la cantera de Mina 05D.
- ✓ El material fino utilizado tiene una densidad de 1.990 Kg/m³
- ✓ Se utilizó un camión de capacidad de 90 tn para la carga y chorreado del material fino por la vía de acarreo.

ESPECIFICACIONES:

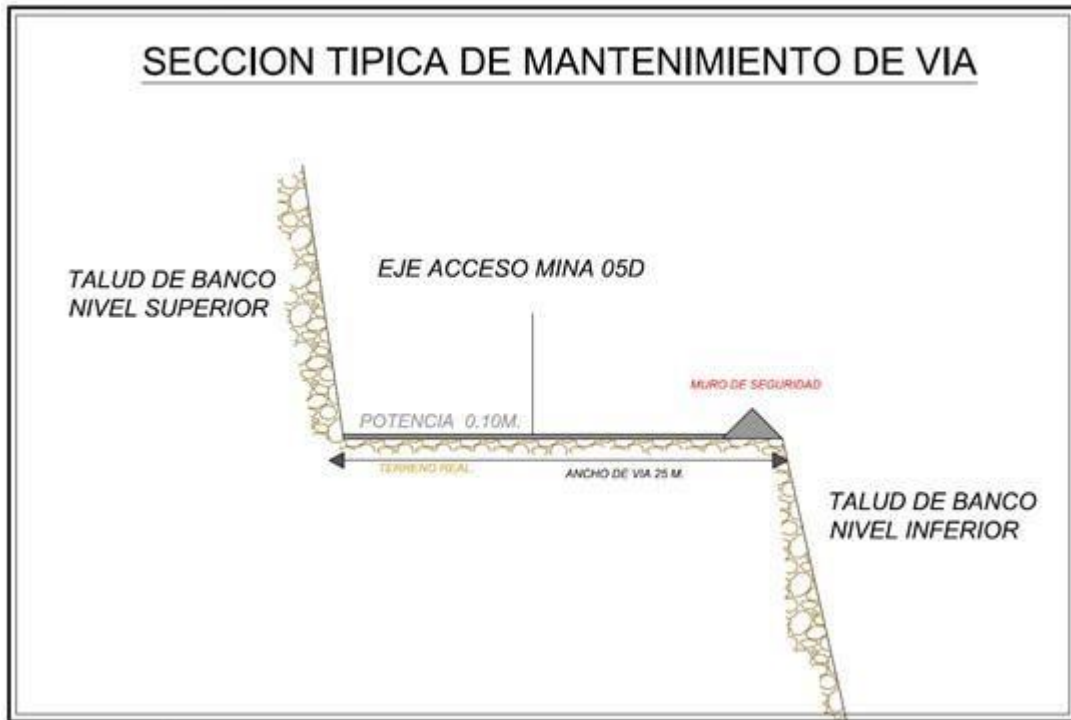


Figura 23 Sección Típica de Mantenimiento de vía

Fuente: Elaboración propia, 2019.

PERFIL DE ACCESO DISEÑO – MANTENIMIENTO DE VIAS:

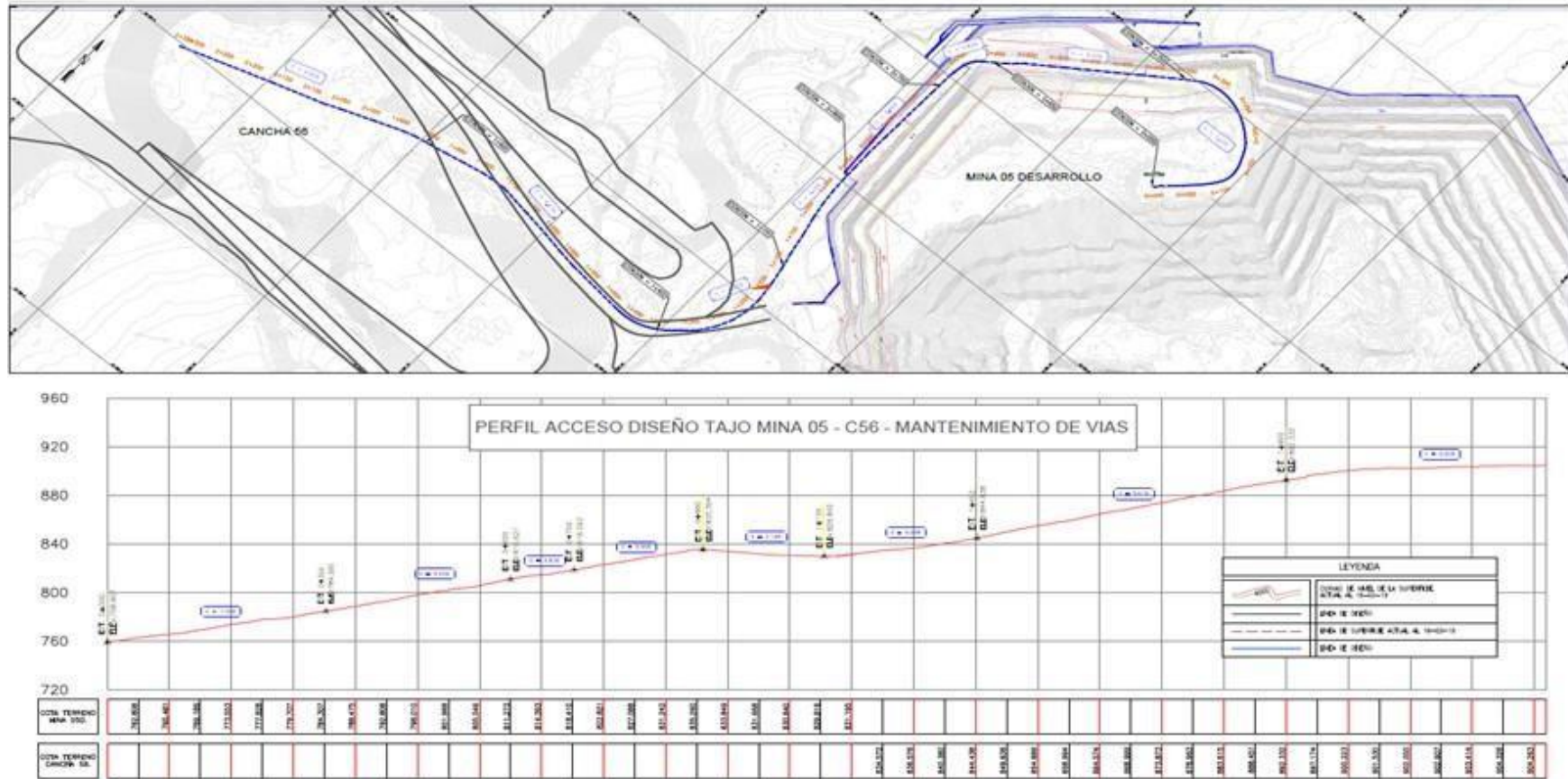


Figura 24 Perfil de acceso diseño para el mantenimiento de vías

Fuente: Elaboración propia, 2019.

✓ Se procedió con el mejoramiento de las vías de acarreo, según el siguiente procedimiento:

1. Corte de vía: Consiste en romper las gibas (elevaciones o desniveles) encontradas en la vía de acarreo.



Figura 25 Corte de Vía – Tractor D9T

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. Regado de vías: El riego de vías se realiza para controlar el polvo producido, y para facilitar el pegado del material fino sobre la superficie regada.



Figura 26 Regado de Vías

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3. Chorroado de material fino: Se define como la colocación de una capa de material sobre la capa de rodamiento de la vía, de tal manera que sus desniveles sean corregidos y la vía quede conformada de manera uniforme. Una vez el camión haya chorroado el material por la vía, el tractor se encargará de extender el material descargado en el tramo donde se realizará el mantenimiento.



Figura 27 Chorroado de material fino

Fuente: Elaboración propia, 2019.

4. Regado al material fino: El riego debe repetirse para evitar que el material fino se vuele y genere una condición de polvo.



Figura 28 Regado al material fino

Fuente: Elaboración propia, 2019.

5. Reconformación de vías: Se realizará este trabajo en los tramos que presente desniveles no muy pronunciados, las motoniveladoras son usadas para refinar el terreno lastrado, de tal forma que el material que pueda quedar sobresalido luego del trabajo sea eliminado y la superficie quede totalmente plana y sin desniveles.



Figura 29 Reconformación de vías

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Recopilación de datos del ciclo de acarreo con las vías mejoradas.

Después de llevar a cabo el plan de mejoramiento de vías de acarreo. Se tomó los tiempos y reportes de producción para calcular un promedio ponderado de los tiempos durante el ciclo de acarreo obtenidos con la mejora implantada.

Tabla 10 Ciclo ponderado de Acarreo de desmonte / Obtenido con las vías mejoradas

CICLO PONDERADO DE ACARREO DESMONTE / CON LAS VIAS MEJORADAS											
BANCO (NIVEL)	DISTANCIA KM / DESCARGA EN CANCHA 56	TAC: Tiempo de maniobra en Carguío (min.)	TC: Tiempo de Carguío (min.)	TVC: Tiempo de Viaje Cargado (min.)	TAD: Tiempo de maniobra en Descarga (min.)	TD: Tiempo de Descarga (min.)	TVV: Tiempo de Viaje Vacío (min.)	D: Demoras (min.)	TOTAL: min	CICLO	KM/HR
826	1.66	0.50	2.60	3.30	0.60	1.00	2.30	1.40	11.70	5.13	17.04
814	1.72	0.50	2.50	3.90	0.60	1.00	2.80	1.30	12.60	4.76	16.33
802	1.77	0.50	2.60	4.50	0.60	1.00	3.30	1.30	13.80	4.35	15.41
790	1.87	0.50	2.50	5.10	0.60	1.00	3.80	1.20	14.70	4.08	15.27
778	2.20	0.50	2.50	5.70	0.60	1.00	4.30	1.20	15.80	3.80	16.68
766	2.25	0.50	2.50	6.30	0.60	1.00	4.80	1.40	17.10	3.51	15.81
754	2.37	0.50	2.60	6.90	0.60	1.00	5.30	1.20	18.10	3.31	15.68
PROMEDIO								1.29	14.83	4.13	16.03

Fuente: Elaboración propia, 2019.

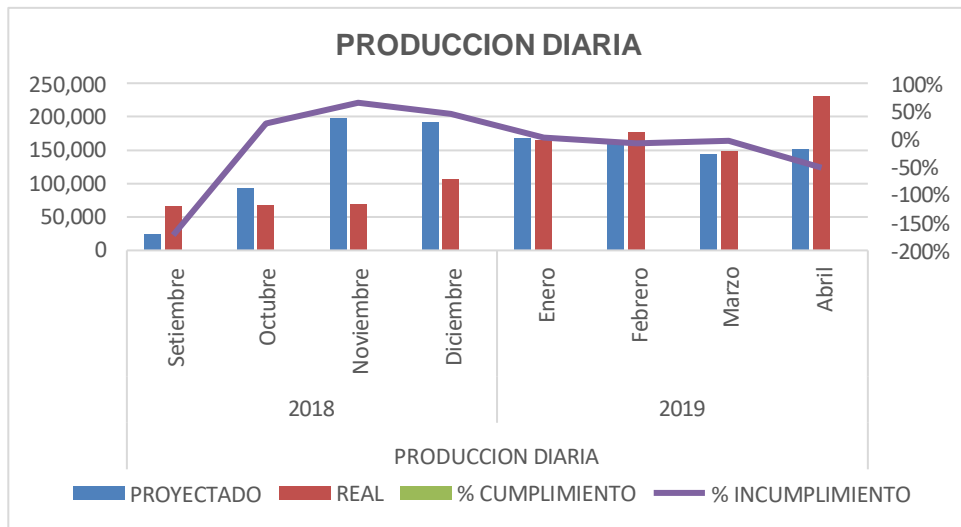
- Procesamiento de los datos obtenidos y comparación de los ciclos de acarreo.

Tabla 11 Cuadro comparativo de producción Mensual

MINA 05 DESARROLLO		PLAN DE PRODUCCION MENSUAL							
CONTRATO / TN 70,197,815.00		2018				2019			
PRECIO (\$) / TN 1.355		Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
PROYECTADO	TONELADAS	726,700	2,893,000	5,950,000	5,977,000	5,226,250	4,550,000	4,446,750	4,550,000
	HORAS	1,600	4,970	10,200	10,500	10,000	8,930	9,500	10,000
	TN/HR	454	582	583	569	523	510	468	455
	FACTOR DE CARGA	150	150	150	150	150	150	150	150
	DISTANCIA KM	1.22	1.40	1.44	1.62	1.90	2.30	2.51	2.51
	CICLO	3.03	3.88	3.89	3.79	3.48	3.40	3.12	3.03
	VIAJES	4,844.7	19,286.7	39,666.7	39,846.7	34,841.7	30,333.3	29,645.0	30,333.3
	KM / HR	7.4	10.9	11.2	12.3	13.2	15.6	15.7	15.2
MINUTOS POR VIAJE	19.8	15.5	15.4	15.8	17.2	17.7	19.2	19.8	
REAL	TONELADAS	1,980,862	2,083,953	2,084,434	3,298,721	5,100,511	4,928,332	4,596,806	6,921,319
	HORAS	2,550	3,974	3,976	6,680	9,901	9,259	9,078	14,062
	TN/HR	777	524	524	494	515	532	506	492
	FACTOR DE CARGA	150	150	150	150	150	150	150	150
	DISTANCIA KM	1.22	1.40	1.44	1.62	1.90	2.30	2.51	2.51
	CICLO	5.18	3.50	3.50	3.29	3.43	3.55	3.38	3.28
	VIAJES	13,206	13,893	13,896	21,991	34,003	32,856	30,645	46,142
	KM / HR	12.6	9.8	10.1	10.6	13.1	16.3	16.9	16.5
MINUTOS POR VIAJE	11.6	17.2	17.2	18.2	17.5	16.9	17.8	18.3	
DIFERENCIA	TONELADAS	1,254,162.00	-809,047.00	-3,865,566.00	-2,678,279.00	-125,739.00	378,332.00	150,056.00	2,371,319.00
	HORAS	949.60	-995.80	-6,224.40	-3,819.60	-99.29	329.30	-421.85	4,061.60
	TN/HR	322.74	-57.72	-59.03	-75.45	-7.46	22.74	38.28	37.21
	CICLO	2.15	-0.38	-0.39	-0.50	-0.05	0.15	0.26	0.25
	VIAJES	8,361.08	-5,393.65	-25,770.44	-17,855.19	-838.26	2,522.21	1,000.37	15,808.79
	KM / HR	5.25	-1.08	-1.13	-1.63	-0.19	0.70	1.28	1.25
	MINUTOS POR VIAJE	8.23	-1.70	-1.74	-2.42	-0.25	0.75	1.45	1.50
	MARGEN	TONELAJE (\$)	\$ 1,699,389.51	\$ -1,096,258.69	\$ -5,237,841.93	\$ -3,629,068.05	\$ -170,376.35	\$ 512,639.86	\$ 203,325.88

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Determinación de la variación de la productividad antes y después de la mejora en el mantenimiento de vías de acarreo.

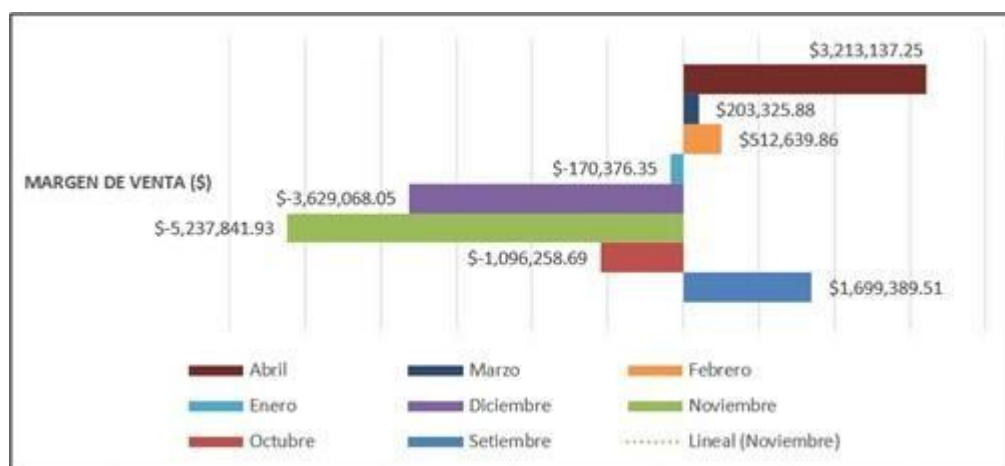


Grafica 4 Avance de Producción diaria

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Determinación de la diferencia económica como resultado de la variación de la productividad de las flotas a consecuencia de la mejora en el mantenimiento de vías de acarreo.

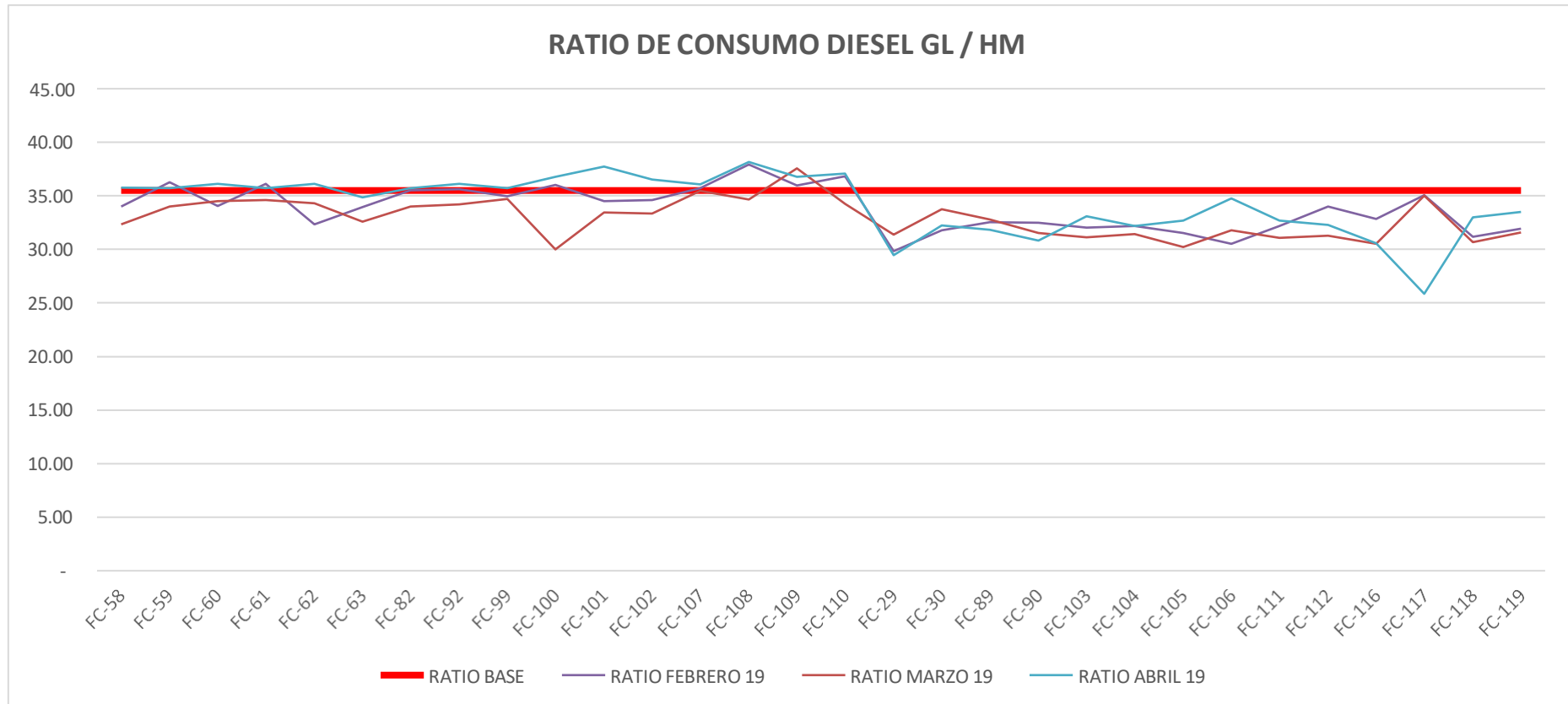
En el siguiente grafico observamos lo que se deja de ganar mensualmente a causa de tener un bajo promedio en el ciclo de acarreo.



Grafica 5 Margen de Venta Mensual

Fuente: Elaboración propia, 2019.

- Demostración de la reducción del consumo de combustible de la flota a través de la mejora de las condiciones de la vía de acarreo.



Grafica 6 Consumo Diesel histórico con vías mejoradas

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. Se cumplió con el programa de capacitaciones en cada cambio de guardia, tanto operadores como supervisores.



*Figura 30 Charlas a Supervisión de campo.
Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.*

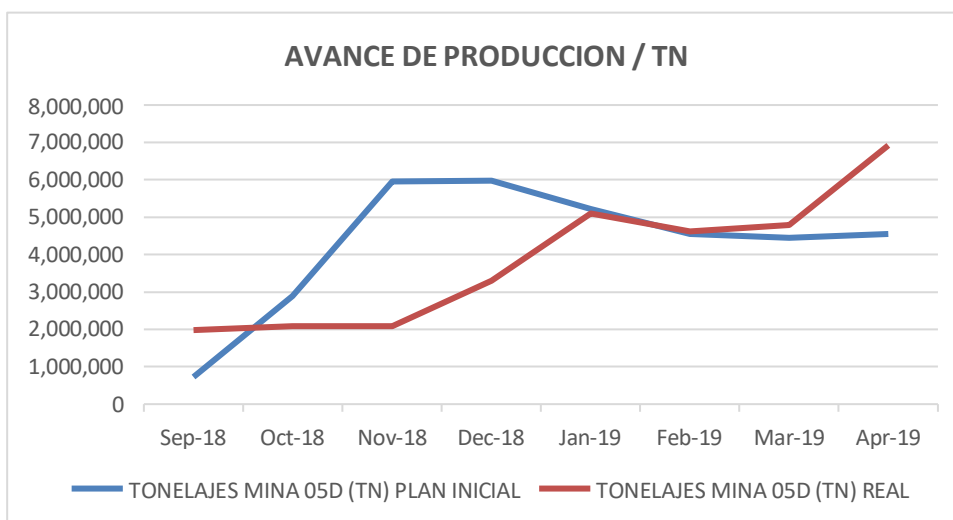


*Figura 31 Charlas a Operadores de equipo pesado.
Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.*

4ta Fase: Actuar

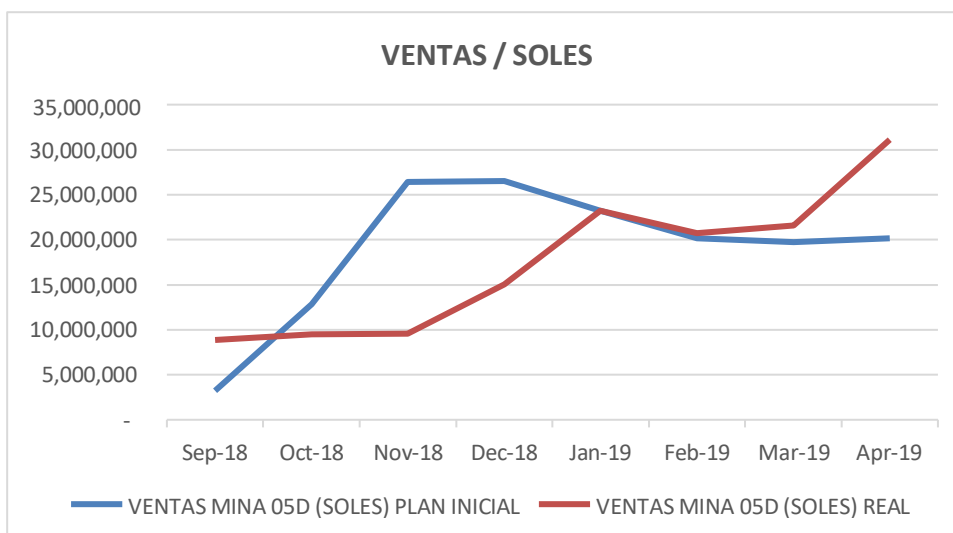
1. Constatar si la metodología funciono, si se refleja la mejora y el incremento de productividad en la empresa.

En las siguientes estadísticas se refleja el incremento de la producción a partir del mes de febrero, luego de efectuada la mejora en el mantenimiento de vías.



Grafica 7 Comparativo de Producción mensual

Fuente: Elaboración propia, 2019.



Grafica 8 Comparativo de Venta mensual

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. Tomar medidas sobre la importancia de limpieza de vías cuando existe material regado.

Los equipos que acarrear el material hacia sus destinos, en el 30% de sus viajes, derraman material en las vías de acarreo.

La limpieza de las vías en sí por parte de las motoniveladoras debe mantener un método de trabajo para evitar que esta se deteriore o dificulte el paso.

Los motivos por el cual ocurre derrame de material en las vías de acarreo generalmente son:

- Mal carguío de parte del operador de pala: Continuamente, el supervisor debe recordar y recomendar a los operadores de pala que la carga en el volquete debe ir centrada tanto vertical y horizontalmente, logrando así que haya menos posibilidad que pueda haber caída de material en las vías.



Figura 32 Método de carguío a los equipos de acarreo

Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

- Incorrecta selección de marcha de parte de los operadores de camión: Como cuando manejamos un auto en segunda marcha en una subida y al notar que el auto no puede seguir más y realizamos un cambio a primera marcha provocando que el auto tiemble o salte; esto mismo pasa con los equipos de acarreo, es por lo que se debe recordar y recomendar a los operadores que deben seleccionar correctamente

sus marchas especialmente en las subidas en curva para no ensuciar en vez de limpiar.

- Si a pesar de dichas recomendaciones, tenemos material regado en las vías de acarreo, se debe llamar de inmediato a un equipo auxiliar, al que esté asignado a la zona o en su defecto al que se encuentre más cerca para apoyarlo, ya sean motoniveladoras o cargadores frontales.

3. Controles que se debe tener durante el proceso de Acarreo.

- ✓ Atropellos, colisiones, volteos, choques, derrapes y daños materiales a terceros:

Controles

Mantener distancia con los equipos de acarreo (50m), desplazamiento por zonas señalizadas, habilitadas y seguras, comunicación por radio permanente de ingreso y salida del área de la operación, autorización interna de manejo de equipo, llenado de pre-uso de equipo, evaluación del riesgo en el iperc.

- ✓ Caída de rocas expuestas en taludes:

Controles

Desquinche de rocas, distancia prudente de talud y transitar por zona segura, evaluación del riesgo en el iperc.

- ✓ Lesiones auditivas al operar el equipo o exposición al tránsito de camiones:

Controles

Uso de epps adecuados (tapones auditivos u orejeras), mantenimiento de equipos, plan de vigilancia médica (conservación auditiva) capacitación en la pérdida inducida por ruido (pair).

- ✓ Enfermedades respiratorias:

Controles

Uso de respiradores con filtro P100, regado de vías, capacitaciones sobre protección respiratoria, evaluación del riesgo en el iperc.

CAPÍTULO 7: IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA


En el presente trabajo de mejora se está proponiendo lo siguiente: Establecer diagramas de flujo de los procesos estándares, establecer controles en el proceso de acarreo, establecer indicadores para control y medición del consumo de combustible y el mantenimiento preventivo, adicionar equipos de mantenimiento de vías, capacitaciones al personal para el logro de los objetivos propuestos.

7.1 Calendario de actividades

En el presente calendario Gantt se han consignado todas las fases junto a sus respectivas actividades.

La presente propuesta de mejora se efectuará hasta terminar el proyecto.

Tabla 12 Gantt Calendario de Actividades.

																				
TURNO:		DIA																		
PERIODO:		28-Ene-19 27-Abr-19																		
UBICACIÓN	F. INICIO	F. FIN	ACTIVIDAD	SEM ANA 05	SEM ANA 06	SEM ANA 07	SEM ANA 08	SEM ANA 09	SEM ANA 10	SEM ANA 11	SEM ANA 12	SEM ANA 13	SEM ANA 14	SEM ANA 15	SEM ANA 16	SEM ANA 17				
				Jun 28 Ene	Jun 04 Feb	Jun 11 Feb	Jun 18 Feb	Jun 25 Feb	Jun 04 Mar	Jun 11 Mar	Jun 18 Mar	Jun 25 Mar	Jun 01 Abr	Jun 08 Abr	Jun 15 Abr	Jun 22 Abr				
	28/01/2019	3/02/2019	1era Fase: Planificar																	
TALLER	28/01/2019	3/02/2019	Identificar los procesos y origen de cada uno de ellos y clasificarlos según su importancia en la operación.																	
TALLER	28/01/2019	3/02/2019	Demostrar la importancia del análisis de los tiempos en el proceso de acarreo de material durante la producción.																	
TALLER	28/01/2019	3/02/2019	Identificar las causas fundamentales que producen las demoras durante el ciclo de acarreo.																	
TALLER	28/01/2019	3/02/2019	Controlar el uso de combustible de los equipos de acarreo según ratio base de fabricación por modelos y capacidades.																	
TALLER	28/01/2019	3/02/2019	Planificar capacitaciones en cada cambio de guardia: operadores y supervisores																	
	4/02/2019	10/02/2019	2da Fase: Hacer																	
TALLER	4/02/2019	10/02/2019	Elaborar diagramas y procedimientos con la finalidad de poder estandarizar los procesos de acarreo de material.																	
MINA	4/02/2019	10/02/2019	Se recopiló información de distancias y tonelajes de acuerdo a cada nivel del proyecto																	
MINA	4/02/2019	10/02/2019	Se incremento el alquiler de 02 equipos auxiliares para el mantenimiento de las vías de acarreo.																	
TALLER	4/02/2019	12/02/2019	Se implementó indicadores para controlar el uso de combustible por cada equipo de acarreo																	
MINA	4/02/2019	20/02/2019	Se establecieron fechas límites para el área de mantenimiento																	
TALLER	4/02/2019	27/04/2019	Se implementó el programa de capacitación, dirigido a los supervisores y operadores.																	
	9/02/2019	27/04/2019	3era Fase: Verificar																	
MINA	9/02/2019	27/04/2019	Verificar el cumplimiento según el flujograma de la mejora en el mantenimiento de vías.																	
MINA	18/02/2019	27/04/2019	Se hizo seguimiento al plan de mantenimiento preventivo para que se cumplan las fechas establecidas																	
TALLER	18/02/2019	27/04/2019	Se cumplió con el programa de capacitaciones en cada cambio de guardia, tanto operadores como supervisores.																	
	15/04/2019	27/04/2019	4ta Fase: Actuar																	
MINA	15/04/2019	27/04/2019	Constatar si la metodología funciona, si se refleja la mejora y el incremento de productividad en la empresa.																	
MINA	15/04/2019	27/04/2019	Tomar medidas sobre la importancia de limpieza de vías cuando existe material regado.																	

Fuente: Elaboración propia.

7.2 Costo en la implementación de mejora

A continuación, en el presente cuadro se detalla los costos de los equipos que se alquilarán para llevar a cabo el mejoramiento de las vías de acarreo en Mina 05D de la empresa San Martin Contratistas Generales SA.

Tabla 13 Costos por alquiler de equipos para el mantenimiento de vías

DESCRIPCION DEL EQUIPO	UND	TARIFA	HORAS MENSUAL	SUBTOTAL	IGV	TOTAL DE VALORIZACION
MOTONIVELADORA CAT 160k	HM	75.00 \$	600	\$45,000	\$8,100	\$53,100
TRACTOR CAT D9T	HM	85.00 \$	660	\$56,100	\$10,098	\$66,198
RODILLO CAT CS56B	HM	30.00 \$	500	\$15,000	\$2,700	\$17,700
CISTERNA DE AGUA 5,000 gl	DIA	250.00 \$	30	\$7,500	\$1,350	\$8,850
SUPERVISION DE CAMPO	MES					\$9,000
					TOTAL	\$154,848

Fuente: Elaboración propia.

7.3 Presupuesto

En el presupuesto se ha considerado los costos relacionados a los procedimientos de acarreo de material que se proyectan mejorar en la presente propuesta, con el objetivo de evidenciar el correcto uso de los recursos relacionados a las actividades.

7.3.1 Costo de Producción

Con la implementación de los planes propuestos se espera una mejora de la productividad de la empresa con un margen promedio de 13% hasta diciembre del 2019 terminado el proyecto.

Tabla 14 Costos de Producción

SHOUGANG MINA 05D / TN	70,197,815.00	REAL							
	41,572,877.00	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19
T.C.		3.302	3.357	3.379	3.370	3.355	3.306	3.321	3.317
TONELAJES POR MINA (TN)	PLAN INICIAL	726,700	2,893,000	5,950,000	5,977,000	5,226,250	4,550,000	4,446,750	4,550,000
	REAL	1,980,862	2,083,953	2,084,434	3,298,721	5,100,511	4,628,332	4,526,806	4,921,319
VENTAS POR MINA (SOLES)	PLAN INICIAL	3,249,439	12,943,890	27,064,973	27,365,963	23,864,887	20,684,414	19,919,795	20,474,795
	REAL	8,862,793	9,479,350	9,543,675	15,063,115	23,187,051	20,733,215	20,370,423	22,119,040
Venta Real (VR)		8,862,793	9,479,350	9,543,675	15,063,115	23,187,051	20,733,215	20,370,423	22,119,040
Costo Total (CT)		11,461,120	11,904,291	12,099,078	14,839,605	21,418,779	18,222,349	17,876,262	19,310,749
Mano de Obra		2,136,210	2,380,414	2,275,508	2,758,573	2,439,759	2,041,759	2,039,759	2,119,759
Arrendamiento Operativo		820,373	589,231	589,231	589,231	589,231	589,231	589,231	858,217
Depreciación		2,334,505	1,863,200	3,932,169	2,754,968	4,159,422	3,819,849	3,496,318	3,450,831
Seguros		0	0	49,072	80,000	109,760	157,309	92,385	112,000
Supervisión (Sueldos)		607,556	676,769	721,886	742,996	873,727	758,067	734,332	768,442
Gastos Generales		6,210	5,362	5,100	17,955	562,233	697,290	653,255	680,100
Diesel		2,021,721	4,453,542	2,975,524	4,137,748	7,396,843	6,523,496	6,391,031	6,820,762
Aceros		113,953	422,700	264,102	315,415	542,502	447,627	333,628	542,502
RyM		2,685,627	766,766	736,286	2,625,829	3,800,762	2,450,732	2,057,561	2,650,732
Fletes		734,965	746,306	550,200	816,890	944,541	404,628	1,154,891	973,937
Equipos Alquilados	\$ 100,533.00						332,362	333,870	333,468
Galones		217,549	480,775	302,828	413,045	745,735	657,686	695,182	746,945
Precio galon		9.293	9.263	9.826	10.018	9.919	9.919	9.193	9.132
MARGEN		-2,598,327	-2,424,941	-2,555,403	223,509	1,768,272	2,510,866	2,494,162	2,808,291
MARGEN %		-29%	-26%	-27%	1%	8%	12%	12%	13%
% CUMPLIMIENTO		273%	72%	35%	55%	98%	102%	102%	108%

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro mostrado observamos lo siguiente:

Después de elaborado el trabajo de mejoramiento de las vías los equipos de acarreo logran mejorar su velocidad, aumentando los viajes por hora; reflejándose en el cumplimiento de entrega de material minado.

Asimismo, el margen hasta el mes de Dic-18 se encontraba en pérdida, después de realizado el mejoramiento de vías desde la zona de carga hacia la zona de descarga (botadero o planta), las ventas mensuales fueron incrementadas con un promedio de 13 % de margen.

Tabla 15 Incremento de ventas después del mejoramiento de vías

MINA 05 DESARROLLO		PLAN DE PRODUCCION MENSUAL			
CONTRATO / TN	70,197,815.00	2019			
PRECIO (\$) / TN	1.355	Enero	Febrero	Marzo	Abril
PROYECTADO	TONELADAS	5,226,250	4,550,000	4,446,750	4,550,000
	DISTANCIA KM	1.90	2.30	2.51	2.51
	CICLO	3.48	3.40	3.12	3.03
	VIAJES	34,841.7	30,333.3	29,645.0	30,333.3
	KM / HR	13.2	15.6	15.7	15.2
	MINUTOS POR VIAJE	17.2	17.7	19.2	19.8
REAL	TONELADAS	5,100,511	4,628,332	4,526,806	4,921,319
	DISTANCIA KM	1.90	2.30	2.51	2.51
	CICLO	3.43	3.55	3.38	3.28
	VIAJES	34,003.4	32,855.5	30,645.4	36,142.1
	KM / HR	13.1	16.3	16.9	16.5
	MINUTOS POR VIAJE	17.5	16.9	17.8	18.3
MARGEN	TONELAJE (\$)	\$ 1,768,271.70	\$ 2,510,865.83	\$ 2,494,161.70	\$ 2,808,291.03

Fuente: Elaboración propia.

Según la planificación que se realizó hasta terminar el proyecto, como resultado se obtendrá un retorno financiero por encima de 40 M de soles.

CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

- ✓ Lograr tener una vía de acarreo en mejores condiciones es importante ya que es por donde transitan los equipos pesados, la cual tienen la mayor incidencia de costos durante la operación.
- ✓ Se realizó el mejoramiento de vías de acarreo desde el Nv.742 hasta la zona de descarga.
- ✓ Se implementaron indicadores de medición para el control de uso de combustible, logrando un consumo por debajo del ratio base, esto debido a las mejores condiciones en la vía por donde transitan los equipos de acarreo.
- ✓ Esta actividad permitió hacer la comparación de los ciclos antes y después de efectuada la mejora, rescatando la importancia de cada minuto durante la operación.
- ✓ La disponibilidad mecánica de los equipos incremento, logrando un mayor tiempo efectivo del equipo, cumpliendo con la calidad exigida, seguridad y cuidado del medio ambiente.

8.2 Recomendaciones

- ✓ Para controlar cualquier actividad ésta debe de ser medida, es así como se demuestra que es factible medir los procesos del ciclo de acarreo y poder controlarlos, logrando mejores resultados.
- ✓ Es fundamental conservar en buen estado y seguras las vías de acarreo, así mejorar los tiempos de los ciclos, logrando velocidades óptimas dentro de los parámetros.
- ✓ Identificar oportunidades de mejora en cuanto a plazos y tiempos de ejecución del mantenimiento de vías.
- ✓ Se sugiere se establezca una comunicación efectiva y la definición de conceptos básicos o técnicas del proceso de acarreo entre operadores, punteros y supervisores.
- ✓ Colocar letreros informativos de cruces, velocidades, marchas y distancias de descargas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baca, G. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Chiriboga G. y Rivera M. (2013). Equipo caminero para movimientos de tierras características y cálculo del rendimiento de la maquinaria, Ecuador.
- Del Corral, J. (2016). *Revista Perú Construye, Diseño y construcción de Caminos mineros: Hechos para soportar cargas pesadas* (2016). Lima - Perú.
- Díaz del Río, M. (2001). *Manual de Maquinaria de Construcción*. España: McGraw-Hill Companies INC.
- Flores, A. (1998). *El mantenimiento de equipo para la minería*. USA: Caterpillar Americas.
- Gonzales F. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Koontz, H., Weihrich, H., y Cannice, M. (2012) ***Administración: Una perspectiva global y empresarial***. (14 ed) México.
- Le-Feaux R. G. y Vázquez A. (2008). *Diseño y operaciones de minas a cielo abierto*. En: 1st. Vol. 1. Cap. 13, págs. 165 -167.
- Mendoza Anaya Ivan (2012). *Modelo probabilístico del ciclo de minado y transporte de mineral en la unidad minera El Porvenir - Milpo*. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Munch L. (2006) *Fundamentos de administración*. México: Trillas
- Newman, Alexandra M. y col. (2010). *A Review of Operations Research in Mine Planning*. En: Interfaces 40.3. Ed. por INFORMS, págs. 222-245.
- Pérez P. J. y Merino M. (2008). *Concepto de producción*. Recuperado de (<https://definicion.de/produccion/>)
- Prasertrunguang, T. and Hadikusumo, B. (2009) *Study of Factors Influencing the Efficient Management and Downtime Consequences of Highway Construction Equipment in Thailand*. Tailandia

- Scherkenback. (1996). *La Ruta Deming hacia la Mejora Continua*. México: CECSA.
- Smith, Anthony y Hinchcliffe, Glenn (2005) *Develop good strategies for effective preventive maintenance*, pp 55 – 56. En: *Plant Engineering*, vol. 59, No. 11.
- Toro Alvarez, Fernando. (1990). *Desempeño y Productividad*. Medellín, Colombia.
- Trujillo Gonzales Alejandro (2011), *Mejoramiento continuo en el control del carguío y acarreo con camiones en mina Cia. Condestable S.A.* (Informe de competencia profesional). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú
- Vargas (1999). *La Maquinaria Pesada en los Movimientos de Tierra - Descripción y Rendimiento*, México.
- Vicos Ventura Marcelino (2009), *Mejoramiento de acarreo y transporte mediante dispatch en Cerro Verde* (Informe de Suficiencia). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú

REFERENCIAS ELECTRONICAS

- <http://sanmartin.com/nosotros/>
- www.shougang.com.pe/
- www.cat.com
- <https://slideplayer.es>

ANEXOS

ANEXO 1. San Martín CGSA. Sede Mina Shougang

Proyecto Mina 10 Producción



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

Proyecto Mina 05 Producción



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

Proyecto Mina 05 Desarrollo



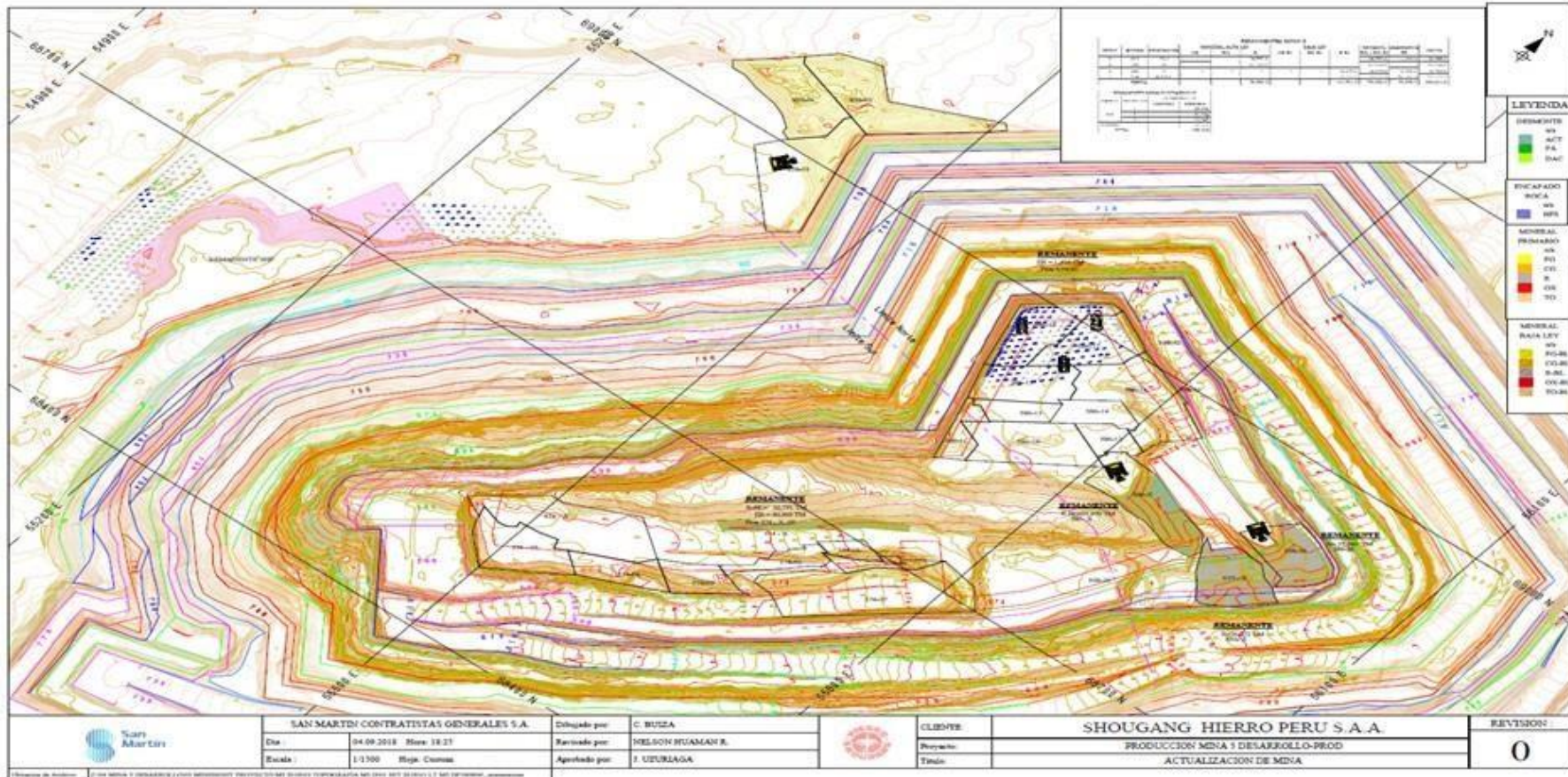
Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

Proyecto Paquete 04



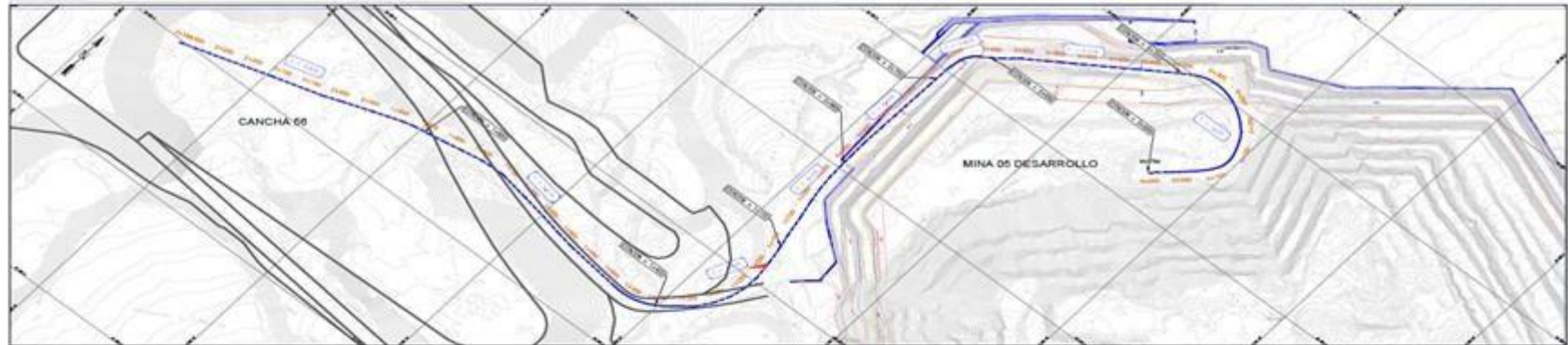
Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

ANEXO 2. Plano general de Mina 05D



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

ANEXO 12. Perfil Acceso Diseño Tajo mina 05D



Rev.	Fecha	Descripción	Dib. por	Del. por	D.C.P. Aprob.	Notas	Cliente	Proyecto	Título	Diseñado por	Fecha	Revisado por	Estado	Revisado por	Rev.
							SHOUGANG HIERRO PERU S.A.A.	MINA SHOUGANG	MANTENIMIENTO DE VIAS MINA 05DESARROLLO - C56	GANNY CM	05.05.2019	M. SARAVIA	INDICADA	M. SARAVIA	0

Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

ANEXO 13. Vías en mal estado



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

ANEXO 14. Vías en programación de mantenimiento



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

ANEXO 15. Vías en buen estado para el acarreo de material



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.

ANEXO 16. Zona de descarga de desmonte – Cancha 56



Fuente: San Martín Contratistas Generales SA.