

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y METALURGIA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

**TESIS:**

**OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS  
DE CARGUÍO Y ACARREO EN LA CÍA. CÁRDENAS S.R.L.  
MEDIANTE LOS INDICADORES CLAVE DE  
DESEMPEÑO - 2019**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CÁRDENAS ALCÁNTARA, Cecilia Marylú**

**ASESOR:**

**Dr. Ing. RAMOS AQUÍÑO, Flavio Augusto**

**HUARAZ - PERÚ**

**2022**

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A  
OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

**1. Datos del autor:**

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

Código de alumno: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

D.N.I. n°: \_\_\_\_\_

*(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)*

**2. Tipo de trabajo de investigación:**

Tesis

Trabajo de Suficiencia Profesional

Trabajo Académico

Trabajo de Investigación

Tesinas (presentadas antes de la publicación de la Nueva Ley Universitaria 30220 – 2014)

**3. Para optar el Título Profesional de:**

\_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**5. Facultad de:** \_\_\_\_\_

**6. Escuela o Carrera:** \_\_\_\_\_

**7. Línea de Investigación (\*):** \_\_\_\_\_

**8. Sub-línea de Investigación (\*):** \_\_\_\_\_

*(\*) Según resolución de aprobación del proyecto de tesis*

**9. Asesor:**

Apellidos y nombres \_\_\_\_\_ D.N.I n°: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ ID ORCID: \_\_\_\_\_

**10. Referencia bibliográfica:** \_\_\_\_\_

**11. Tipo de acceso al Documento:**

Acceso público\* al contenido completo.

Acceso restringido\*\* al contenido completo

*Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.*

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 12. Originalidad del archivo digital

*Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.*



Firma del autor

## 13. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

*Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia Creative Commons, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.*



*El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.*

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


## 14. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Seleccione la  
Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:



  
Varillas Wiliam Eduardo  
Asistente en Informática y Sistemas  
- UNASAM -

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.





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

*"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"*  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,**  
**GEOLOGÍA Y METALURGIA**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL**

En la ciudad de Huaraz, siendo las diez horas con veinte minutos de la mañana (10:20 a.m.) del día Trece de Mayo del Dos mil Veintidos (13/05/2022), se reunieron los miembros del jurado Evaluador nominados según Resolución Nro. 088-2022-FIMGM/D, de fecha 28 de Abril del 2022, integrado por los siguientes Docentes: **Dr. Ing. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES**, como **Presidente**; **M.Sc. Ing. ARNALDO ALEJANDRO RUIZ CASTRO**, como **Secretario** y el **MBA Ing. RICARDO CAYO CASTILLEJO MELGAREJO**, como **Vocal**; para la sustentación de la tesis Titulado: **"OPTIMIZACION DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE CARGUIO Y ACARREO EN LA CIA. CARDENAS S.R.L. MEDIANTE LOS INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO - 2019"**, presentado por la Bachiller **CECILIA MARYLU CARDENAS ALCANTARA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", se procedió con el acto de sustentación bajo las siguientes consideraciones, el Presidente del Jurado calificador, invitó a los docentes, alumnos y público en general a participar en este acto; luego invitó al Secretario del Jurado calificador a dar lectura de la Resolución N° 088-2022-FIMGM/D de fecha 28 de Abril del 2022. Acto seguido invitó al sustentante a la defensa de su tesis por un lapso de veinte minutos (20), concluida con la misma, se procedió con el rol de preguntas de parte de los miembros del Jurado Calificador, finalmente se invitó al público en general a hacer abandono del Auditorium de la FIMGM por un lapso de diez (10) minutos con el propósito de deliberar la nota del sustentante, **ACORDANDO: APROBAR CON EL CALIFICATIVO (\*)de: DIECISEIS (16)**. Siendo las once horas y quince minutos (11:15 a.m. ) del mismo día, se dio por concluida el acto de sustentación. En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** por el Consejo de Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia y por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" y recibir el Título de **INGENIERO DE MINAS** de conformidad con la Ley Universitaria y el Estatuto de la UNASAM.

  
-----  
**Dr. Ing. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES**  
Presidente

  
-----  
**MBA Ing. RICARDO CAYO CASTILLEJO MELGAREJO**  
Vocal

  
-----  
**M.Sc. Ing. ARNALDO ALEJANDRO RUIZ CASTRO**  
Secretario

  
-----  
**Dr. Ing. FLAVIO AUGUSTO RAMOS AQUINO**  
Asesor

(\*) De acuerdo con el Artículo 84º Reglamento de Grados y Títulos de la UNASAM, están deben ser calificadas con términos de: **APROBADO CON EXCELENCIA (19-20)**, **APROBADO CON DISTINCIÓN (17-18)**, **APROBADO (14-16)**, **DESAPROBADO (00-13)**.

Nota: La sustentante debe levantar las observaciones del Jurado Calificador



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

*"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"*  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,**  
**GEOLOGÍA Y METALURGIA**



**ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS**

Los Miembros del Jurado, luego de evaluar la tesis titulada: **"OPTIMIZACION DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE CARGUIO Y ACARREO EN LA CIA. CARDENAS S.R.L. MEDIANTE LOS INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO - 2019"**, presentado por la Bachiller **CECILIA MARYLU CARDENAS ALCANTARA**, y sustentada el día Trece de Mayo del 2022, por Resolución Decanatural N° 088-2022-FIMGM/D, la declaramos **CONFORME**.

En consecuencia queda en condiciones de ser publicada.

Huaraz, 13 de Mayo del 2022

  
-----  
**Dr. Ing. JAVIER ENRIQUE SOTELO MONTES**  
Presidente

  
-----  
**M.Sc. Ing. ARNALDO ALEJANDRO RUIZ CASTRO**  
Secretario

  
-----  
**MBA Ing. RICARDO CAYO CASTILLEJO MELGAREJO**  
Vocal

  
-----  
**Dr. Ing. FLAVIO AUGUSTO RAMOS AQUIÑO**  
Asesor

## **DEDICATORIA**

*Esta tesis se la dedico a mi madre Marilú Alcántara Aguilar por haber sido el pilar fundamental en todos estos años de mis estudios profesionales. A mi padre y hermanos que son mi razón de existir y de mi deseo de superación en todo momento.*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, a mi madre Marilú Alcántara por inculcarme valores para convertirme en una persona de bien. A mi padre Marco Cárdenas por los ejemplos de perseverancia y constancia que siempre lo caracteriza, enfundándome buenos valores. A mis hermanos Marko, Ian y Nick por ser el motivo y mi deseo de superación.

A todos los docentes de la carrera de ingeniería de minas a quienes le debo gran parte de mi formación universitaria. Finalmente agradezco a la universidad por abrirme sus puertas y formarme como profesional.

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo general el de Optimizar la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño – 2019. Se justifica porque existe la necesidad de conocer y corregir todas las demoras de cada mes, con el fin de identificar los tiempos de operación que originan estas pérdidas. La hipótesis general planteada fue La optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. será mediante los indicadores Clave de Desempeño. La metodología empleada fue la del método científico. Las principales conclusiones fueron: Se optimizo la productividad de los equipos de carguío de la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño; obteniéndose que la disponibilidad mecánica del equipo de carguío es del 75% y del 76%, el porcentaje de utilización es del 82% y del 85%. y Se optimizo la productividad de los equipos de acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño; obteniéndose que la disponibilidad mecánica del 70%, 71%, 72% y 70%. Mientras que el porcentaje de utilización es del 75%, 78%, 77% y 76%. Porcentajes que son muy reales por la naturaleza del trabajo y del entorno físico. Se determino los costos carguío optimizados que en promedio es de 41.75 US\$/Hr, mientras que el costo promedio de los volquetes es de 41.875 US\$/Hr.

**Palabras claves:** Optimización, productividad, equipos de carguío y acarreo, Cía. Cárdenas S.R.L., indicadores Clave de Desempeño, 2019.



## ABSTRACT

The general objective of this thesis is to optimize the productivity of the loading and hauling equipment at the CIA. Cardenas S.R.L. through the Key Performance Indicators - 2019. It is justified because there is a need to know and correct all the delays of each month, in order to identify the operating times that cause these losses. The general hypothesis proposed was the optimization of the productivity of the loading and hauling equipment at the CIA. Cardenas S.R.L. It will be through the Key Performance Indicators. The methodology used was the scientific method. The main conclusions were: The productivity of the CIA's loading equipment was optimized. Cardenas S.R.L. through Key Performance Indicators; obtaining that the mechanical availability of the loading equipment is 75% and 76%, the utilization percentage is 82% and 85%. and The productivity of the haulage teams at the CIA was optimized. Cardenas S.R.L. through Key Performance Indicators; obtaining that the mechanical availability of 70%, 71%, 72% and 70%. While the percentage of use is 75%, 78%, 77% and 76%. Percentages that are very real due to the nature of the work and the physical environment. The optimized loading costs were determined, which on average is 41.75 US\$/Hr, while the average cost of the dump trucks is 41,875 US\$/Hr.

**Keywords:** Optimization, productivity, loading and hauling equipment, Cía. Cárdenas S.R.L., Key Performance Indicators, 2019.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPITULO I.....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1. <i>El Problema</i> .....	1
1.1.1. Formulación del Problema.....	2
1.1.1.1. Formulación del problema General.....	2
1.1.1.2. Formulación de problemas específicos.....	2
1.1.2. Objetivos de la investigación.....	2
1.1.2.1. Objetivo General.....	2
1.1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.1.3. Justificación e importancia.....	3
1.1.4. Alcances.....	4
1.1.5. Limitaciones.....	4
1.2. <i>Hipótesis</i> .....	4
1.3. <i>Variables</i> .....	5
1.3.1. Operacionalización de variables.....	5
CAPITULO II.....	7

FUNDAMENTACIÓN .....	7
2.1. Marco Teórico .....	7
2.1. Antecedentes de la investigación .....	7
2.2. Fundamentación teórica .....	10
2.2.1. Indicadores claves de desempeño (KPI) .....	11
2.2.2. Importancia de los indicadores de gestión .....	12
2.2.3. La clave del proceso de selección de KPIS.....	13
2.2.4. Clasificación de los indicadores.....	14
2.2.5. Sistema de indicadores.....	15
2.2.6. Requisitos que deben de cumplir los indicadores .....	17
2.2.7. Forma como se miden los objetivos.....	20
2.2.8. Índices Mecánicos.....	21
2.2.9. Índices de Insumos.....	21
2.2.10.Índices Mineros.....	22
2.2.11.Índices de Resultados.....	22
2.2.12.Tiempo Cronológico o Calendario (TCR) .....	23
2.2.13.Tiempo Hábil u Horas Hábiles (HH) .....	23
2.2.14.Tiempo Inhábil u Horas Inhábiles (HIN).....	23
2.2.15.Tiempo de Operación u Horas de Operación (HOP) .....	24
2.2.16.Tiempo de Pérdida Operacional u Horas de Pérdidas (HPE) .....	25
2.2.17.Tiempo de Reserva u Horas de Reserva (HRE).....	25
2.2.18.Tiempo de Mantenimiento u Horas de Mantención (HMT).....	26
2.2.19.Índices operacionales .....	27
2.3. Definición de Términos .....	31
CAPITULO III .....	33

METODOLOGÍA.....	33
1.4. <i>Diseño de la investigación</i> .....	33
3.4.1. Tipo de investigación.....	33
3.4.2. Nivel de la investigación.....	33
3.4.3. Diseño de investigación.....	33
3.4.4. Método de investigación.....	34
3.4.5. Población y muestra.....	34
3.4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
3.4.6.1. Técnicas .....	35
3.4.6.2. Instrumentos.....	36
CAPITULO IV .....	37
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
4.1. <i>Descripción de la realidad y procesamiento de datos</i> .....	37
4.1. <i>Productividad de los equipos de carguío de la CÍA. Cárdenas S.R.L.</i> .....	39
4.2. <i>Productividad de los equipos de Acarreo de la CÍA. Cárdenas S.R.L.</i> .....	41
4.3. <i>Cálculo de los Indicadores Clave de Desempeño (KPIS) de la Flota Óptima de Carguío</i> .....	43
4.4. <i>Cálculo de los Indicadores Clave de Desempeño (KPIS) de la Flota Óptima de Acarreo</i> .....	44
4.5. <i>Costos carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L.</i> .....	46
4.6. <i>Discusión de resultados</i> .....	46
CONCLUSIONES.....	48
RECOMENDACIONES .....	49

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	50
ANEXOS .....	52
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIAS .....	53
ANEXO N° 02: ABREVIATURAS.....	54



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre el Objetivo Empresarial y el Indicador. ....	11
Figura 2. Clasificación de los Indicadores. ....	14
Figura 3. Ámbito de Control. ....	15
Figura 4. Dimensiones. ....	15
Figura 5. Semaforo. ....	17
Figura 6. Indicadores Claves de desempeño – Equipos de carguío. ....	40
Figura 7. % de Disponibilidad mecánica y Porcentaje de Utilización del Equipos de Carguío. ....	41
Figura 8. Tiempos de los equipos de transporte Volquetes FMX Y FM con capacidad de 15m3. ....	42
Figura 9. de Disponibilidad mecánica y Porcentaje de Utilización de los equipos de transporte Volquetes FMX Y FM con capacidad de 15m3. ....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	6
Tabla 2. Descripción de los indicadores.....	20
Tabla 3. Tiempo Cronológico.....	27
Tabla 4. Resumen tiempos promedios de la maquinaria seleccionad en la muestra. ....	38
Tabla 5. Indicadores Claves de desempeño – Equipos de carguío .....	39
Tabla 6. % de Disponibilidad mecánica y Porcentaje de Utilización del Equipo.....	40
Tabla 7. Tiempos de los equipos de transporte Volquetes FMX Y FM con capacidad de 15m3. ....	41
Tabla 8. Tiempos de los equipos de transporte Volquetes FMX Y FM con capacidad de 15m3. ....	42
Tabla 9. % de Disponibilidad mecánica y Porcentaje de Utilización de los equipos de transporte Volquetes FMX Y FM con capacidad de 15m3. ....	42
Tabla 10. Tiempos promedios antes de la optimización - equipos de carguío. ....	44
Tabla 11. Tiempos promedios después de la optimización - equipos de carguío. ....	44
Tabla 12. Tiempos promedios antes de la optimización – Equipos de Acarreo. ....	45
Tabla 13. Tiempos promedios después de la optimización – Equipos de Acarreo.....	45
Tabla 14. Costos de los equipos de Carguío. ....	46
Tabla 15. Costos de los equipos de flota de transporte y acarreo Volquetes FMX y FM con capacidad de 15m3.....	46

## INTRODUCCIÓN

En la compañía Cárdenas se ha notado que existe una gran cantidad de tiempos muertos, durante la jornada de trabajo, estas horas operativas perdidas, producen una baja disponibilidad mecánica, lo que al final del proceso ocasiona pérdidas económicas, la finalidad del presente trabajo es presentar una metodología diseñada, para disminuir las posibles fallas existentes de los equipos para incrementar su disponibilidad y confiabilidad, mediante los indicadores Clave de Desempeño en el año 2019, calculando para ello los KPI, (Key Performance Indicators), para determinar la disponibilidad mecánica y de esta manera optimizar la productividad de los equipos de carguío y acarreo de la compañía.

La productividad de los equipos de carguío y acarreo, Cía. Cárdenas S.R.L., se ven afectadas por muchos factores, ya sean operacionales y del medio ambiente poniendo en riesgo los objetivos que se plantean las empresas en cuanto a rentabilidad. Las demoras es uno de los factores que son muy comunes y a la vez muy significativas impactando directamente a la producción, producto de una mala gestión por no tener un manejo adecuado que minimicen o eliminen las demoras operativas.

La necesidad de reducir los costos operacionales de carguío y acarreo de la compañía, para incrementar la ganancia con una disminución de los costos de carguío y transporte, logrando optimizar los procedimientos, para tener una buena rentabilidad económica.

La tesis tiene la siguiente estructura: la dedicatoria; el agradecimiento, el resumen, el índice general, índice de tablas, índice de figuras y la introducción.

**Capítulo I: Generalidades**, en la que se describe algunas características de la mina, tales el entorno físico y el entorno geológico.



**Capítulo II: Fundamentación**, relacionados al marco teórico, los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y la definición de términos.

**Capítulo III: Metodología**, se plantea la pregunta de investigación, así como los objetivos, la justificación e importancia. Redacción de la hipótesis, las variables, metodología incluyendo a la población y muestra del estudio.

**Capítulo I: Resultados de la investigación**, plasmar el resultado de la investigación tal como se ha sustentado en el proyecto de tesis.

Para finalizar las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### **1.1. El Problema**

La necesidad de la compañía Cárdenas de optimizar la productividad de los equipos de carguío y acarreo mediante los indicadores Clave de Desempeño para el año 2019, mejorando los procesos de carguío y acarreo, para minimizar costos operativos.

Siendo una investigación retrospectiva se ha evidenciado que existe una gran cantidad de tiempos muertos, durante la jornada de trabajo, estas horas operativas perdidas, producen una baja disponibilidad mecánica, lo que al final del proceso ocasiona pérdidas económicas.

La finalidad del presente trabajo es presentar una metodología diseñada, para disminuir las posibles fallas existentes de los equipos para incrementar su disponibilidad y confiabilidad, mediante los indicadores Clave de Desempeño en el año 2019, calculando para ello los KPI, (Key Performance Indicators), para determinar la disponibilidad mecánica y de esta manera optimizar la productividad de los equipos de carguío y acarreo de la compañía.

La necesidad de reducir los costos operacionales de carguío y acarreo de la compañía, para incrementar la ganancia con una disminución de los costos de carguío y transporte, logrando optimizar los procedimientos, para tener una buena rentabilidad económica.

## **1.1.1. Formulación del Problema**

### **1.1.1.1. Formulación del problema General**

¿Cómo optimizar la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño – 2019?

### **1.1.1.2. Formulación de problemas específicos**

1. ¿Cómo optimizar la productividad de los equipos de carguío de la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño?
2. ¿Cómo optimizar la productividad de los equipos de acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño?
3. ¿En cuánto se reducirán los costos carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño – 2019?

## **1.1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.1.2.1. Objetivo General**

Optimizar la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño – 2019.

### **1.1.2.2. Objetivos Específicos**

1. Optimizar la productividad de los equipos de carguío de la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño.
2. Optimizar la productividad de los equipos de acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño.
3. Determinar en cuánto se reducirán los costos carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño.

### **1.1.3. Justificación e importancia**

La tesis se justifica porque existe la necesidad de conocer y corregir todas las demoras de cada mes, con el fin de identificar los tiempos de operación que originan estas pérdidas. La necesidad de reducir los costos operacionales de carguío y acarreo de la compañía, mediante la implementación de los indicadores de desempeño para la optimización del control operativo nos permitirá estandarizar y conocer de una manera más exacta los puntos débiles, para mejorar las operaciones y de esta manera, reducir los costos, siendo importante porque nos permitirá tener un adecuado control de los peligros y riesgos de esta operación.

#### **1.1.4. Alcances**

Los alcances de la tesis están dirigidos a optimizar la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño.

#### **1.1.5. Limitaciones**

Para la elaboración de la tesis se tiene las siguientes limitaciones:

- ✓ Poca información al inicio para detectar las fallas y demoras de las operaciones de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L.
- ✓ La dificultad que tienen los operadores para llenar las fichas de control diario por la falta de tiempo muchas veces están atentos a realizar su trabajo lo que no les permite concentrarse en el llenado de la ficha y al final de la jornada deben de cumplir con su tarea asignada.
- ✓ La falta de liderazgo en la parte administrativa y como de ingeniería en el control de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L.
- ✓ La nula información con que se contaba en cuanto a la aplicación de los indicadores claves de desempeño en el control de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L.
- ✓ Ineficiente información en cuanto a los reportes de productividad y gastos productivos dentro de la compañía. (Huarocc, 2014).

### **1.2. Hipótesis**

## **Hipótesis General**

La optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. será mediante los indicadores Clave de Desempeño.

## **Hipótesis Específicas**

1. La optimización de la productividad de los equipos de carguío de la CÍA. Cárdenas S.R.L. será mediante los indicadores Clave de Desempeño.
2. La optimización de la productividad de los equipos de acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. será mediante los indicadores Clave de Desempeño.
3. Determinar cuánto se reducirán los costos carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L., mediante los indicadores Clave de Desempeño.

### **1.3. Variables**

#### **Variable Independiente (x):**

Optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L.

#### **Variable dependiente (y):**

Indicadores Clave de Desempeño - 2019

#### **1.3.1. Operacionalización de variables.**

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente:		
Optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L.	Indicadores de carguío y acarreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Disponibilidad mecánica (%).</li> <li>✓ Utilización Mecánica (%).</li> <li>✓ Consumo de combustible de equipos de carguío (Gal/Hr).</li> <li>✓ Consumo de Combustible de equipos de transporte (Gal/Hr).</li> </ul>
Variable dependiente:		
Indicadores Clave de Desempeño	Nivel de producción costos de carguío y transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Producción Diaria (m3/Día)</li> <li>✓ Producción por equipo de transporte (m3/volq)</li> <li>✓ Costo de Carguío (US\$/Tn)</li> <li>✓ Costo de Transporte(US\$/Tn)</li> </ul>

Fuente: Adaptación de Huarocc, 2014.

## CAPITULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1. *Marco Teórico*

##### 2.1. Antecedentes de la investigación

###### **Antecedente Internacional:**

En la tesis **“Un Método para la Definición de Indicadores Clave de Rendimiento con base en Objetivos de Mejoramiento”**; presentado por Heidy Joana Villa Buitrago, en el año 2015, en la Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión, Maestría en Ingeniería de Sistemas.

En su resumen indica que los objetivos representan un estado por alcanzar en las organizaciones. Estos se pueden clasificar en mejoramiento, realización o mantenimiento dependiendo de su intención. El cumplimiento de dichos objetivos se monitorea con indicadores clave de rendimiento (KPI, por sus siglas en inglés), por lo cual una relación explícita entre ambos asegura la concordancia entre lo que se quiere medir y lo que se está midiendo. En la literatura existen diferentes propuestas que abordan la problemática de establecer la relación entre objetivos y KPIs. Sin embargo, ninguna de las propuestas establece una relación explícita que tenga como punto de partida los objetivos y permita así la obtención de un conjunto de indicadores con una estructura estándar. En esta Tesis se propone un método para la definición de KPIs con base en objetivos de mejoramiento, en el cual se establece la relación explícita entre objetivos e indicadores. Dicho método es aplicable a



cualquier tipo de organización; además, los KPIs se definen con una estructura estándar, lo cual soluciona problemas de consistencia y subjetividad. (Villa, 2015).

#### **Antecedente Nacional:**

En la tesis **“Carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño (KPIs) en Cia Minera los Quenuales S.A., Yauliyacu, Lima, Perú. 2018”**; presentado por Yury Pizarro Sánchez, en el año 2019, en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas, para optar el título de ingeniero de minas.

En su resumen indica que en la Unidad Minera Yauliyacu perteneciente a la empresa minera los Quenuales, existen métodos de minado mecanizado y convencional, para lo cual esta investigación está dirigido a la mejora de estos trabajos, debido a que siempre están en busca de mejores estándares de trabajo con la finalidad de que todas las actividades mineras optimicen los costos.

Por tal motivo se decidió realizar un estudio de productividad a los equipos de carguío (Scoop Tram yd3 y Scoop Tram 6 yd3) respectivamente pertenecientes a la Cía. Minera Los Quenuales Yauliyacu, a sí mismo se realizó un estudio a los equipos de acarreo (DUMPER- EJC-417) pertenecientes a la misma empresa encargada del movimiento de mineral. En este estudio se buscará obtener los indicadores claves de desempeño (KPIs) actuales de los equipos mencionados tales como disponibilidad mecánica, utilización efectiva y rendimientos, a la vez se identificarán ]

causas que afectan a la productividad, los cuales se analizarán haciendo uso de diagramas de Pareto y diagramas de Ishikawa para así poder proponer soluciones que ayuden a interpretar los problemas de las demoras operativas y las bajas utilizations de los equipos en estudio. Del mismo modo, se cuantificará la producción diaria de acuerdo al Incremento en la capacidad de procesamiento de la planta concentradora.

El presente trabajo de investigación trata de poder explicar una nueva metodología para la reducción de costos en las operaciones básicas de carguío y acarreo de mineral con un incremento sustancial del nivel de producción para el beneficio de la empresa minera. La metodología que se usó para la demostración de la hipótesis fue descriptiva con la evaluación de los indicadores y las causas que generaban un elevado índice cuantitativo, con ello se tomaron las decisiones pertinentes en las operaciones de minado con el objetivo de buscar, optimizar y colocar el negocio de las explotaciones mineras en un nivel rentable de producción.

Con esto se proponen soluciones para la reducción de los costos dentro de la secuencia de minado y con ello obtener una mayor productividad en la unidad minera. (Pizarro, 2019).

#### **Antecedente Local:**

En la tesis **“Determinación de los KPI’S de la flota de camiones para la optimización del acarreo de lastre en la mina Pierina 2017”**; presentado por Fredy Valentín, Córdova Tahua, en el año 2018, en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Facultad de Ingeniería de Minas,

Geología y Metalurgia. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas. Para optar el título de ingeniero de minas.

En su resumen indica que la tesis tiene como fin optimizar y gestionar el acarreo de material rocoso de la cantera América, para lo cual inicialmente se tomó datos de tiempos de los ciclos de acarreo en campo de la flota inicial de 3 cargadores y 11 camiones, para luego determinar sus indicadores clave de desempeño. Luego se determinó el índice de acoplamiento que resultó 1 para la flota de 2 cargadores y 18 camiones lo que nos indica la relación ideal entre cargadores y camiones. Para la nueva flota se tomó datos de los ciclos de acarreo en campo y se determinaron los indicadores claves de desempeño con los cuales ya se puede gestionar óptimamente la flota de acarreo en la cantera.

Los resultados obtenidos de este trabajo de investigación fueron mediante el alcance descriptivo, el enfoque cuantitativo y el diseño de la investigación fue aplicativo y longitudinal.

Los trabajos de acarreo en la cantera se realizaban de manera manual por lo general se tercerizaba este trabajo lo que conllevó al desabastecimiento del material rocoso fragmentado.

La mina Pierina pertenece a Minera Barrick Misquichilca, empresa que extrae oro y plata a nivel mundial. Esta unidad en la actualidad está en la etapa de cierre progresivo para lo cual requiere de un abastecimiento constante de material rocoso que es extraído de la cantera con la que cuenta en sus instalaciones. (Córdova, 2018).

## 2.2. Fundamentación teórica

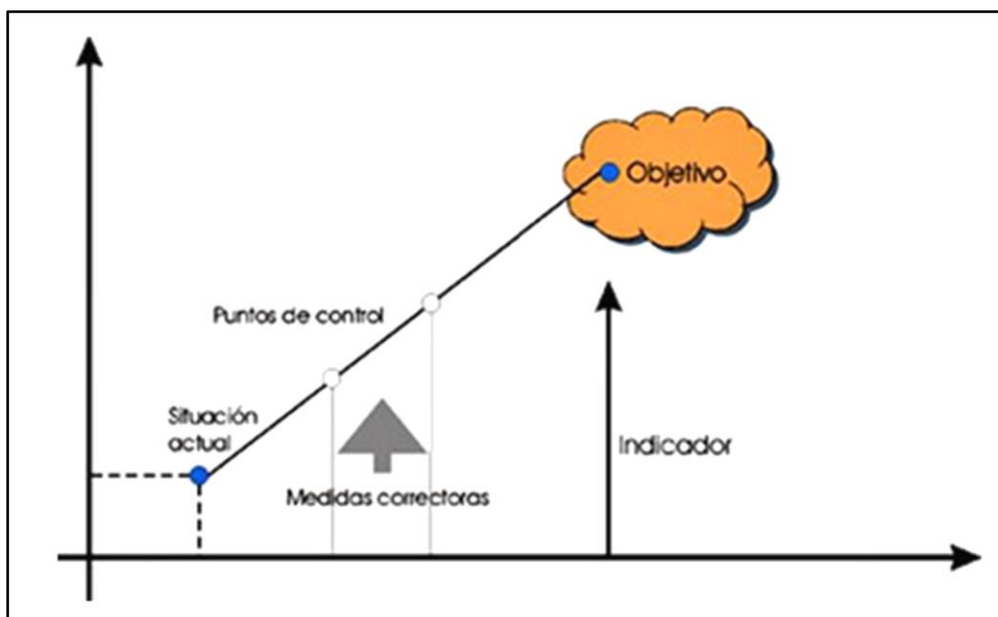
### 2.2.1. Indicadores claves de desempeño (KPI)

KPI, del inglés Key Performance Indicators, o Indicadores Clave de Desempeño, miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando qué tan buenos son los procesos.

Los indicadores clave de desempeño son métricas financieras o no financieras, utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de una organización, y que generalmente se recogen en su plan estratégico.

Los indicadores son necesarios para poder mejorar, puesto lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar.

Figura 1. Relación entre el Objetivo Empresarial y el Indicador.



Fuente: Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014.

Los KPIs son "vehículos de comunicación"; permiten que los ejecutivos de alto nivel comuniquen la misión y visión de la empresa

a los niveles jerárquicos más bajos, involucrando directamente a todos los colaboradores en realización de los objetivos estratégicos de la empresa.

Los indicadores se pueden definir como un tipo de instrumentos que permiten medir la consecución o evolución de los objetivos de la empresa basados principalmente en los aspectos claves del negocio u otros aspectos del funcionamiento según el tipo de actividad que realice la empresa. Aunque también se pueden definir como un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o actividad.

Los indicadores claves de desempeño miden el nivel del rendimiento de un proceso, enfocándose en el cómo y que tan buenos son los procesos para poder alcanzar los objetivos fijados. (Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014).

### **2.2.2. Importancia de los indicadores de gestión**

- ✓ Ayudan a interpretar lo que está ocurriendo en la organización
- ✓ Sirven como apoyo al proceso de toma de decisiones cuando las variables se salen de los límites establecidos, o se quiere proponer una nueva meta.
- ✓ Definen la necesidad de introducir cambios y/o mejoras a un determinado proceso o forma de actuación, así como también facilitan el compromiso de mejores resultados. (Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014).

### 2.2.3. La clave del proceso de selección de KPIS

Aunque cada empresa tiene sus propios KPI, las mediciones más comunes apuntan a tener indicadores de la productividad de los empleados, la calidad de los productos y servicios, la rentabilidad del negocio, el cumplimiento de plazos, la eficacia de los procesos, los tiempos de desarrollo de trabajos, el uso de los recursos, el crecimiento, control de costos, el nivel de innovación y desempeño de la infraestructura tecnológica.

En general, los indicadores más utilizados ayudan a las organizaciones a determinar si se están manejando acertadamente los recursos y costos, contribuyendo a que la gerencia tenga una noción clara de lo que acontece en un momento específico para tomar medidas correctivas oportunamente.

Definir, sin embargo, un conjunto correcto de KPI en cada organización tiene sus complejidades, ya que el desafío real no es seleccionar sólo indicadores que ayuden a cumplir con las metas presupuestarias, sino también, y más importante aún, que estén en perfecta sintonía con las metas estratégicas de la empresa.

Por lo anteriormente expuesto, cuando se definen los KPI'S se suele aplicar el acrónimo SMART, ya que los indicadores tienen que ser:

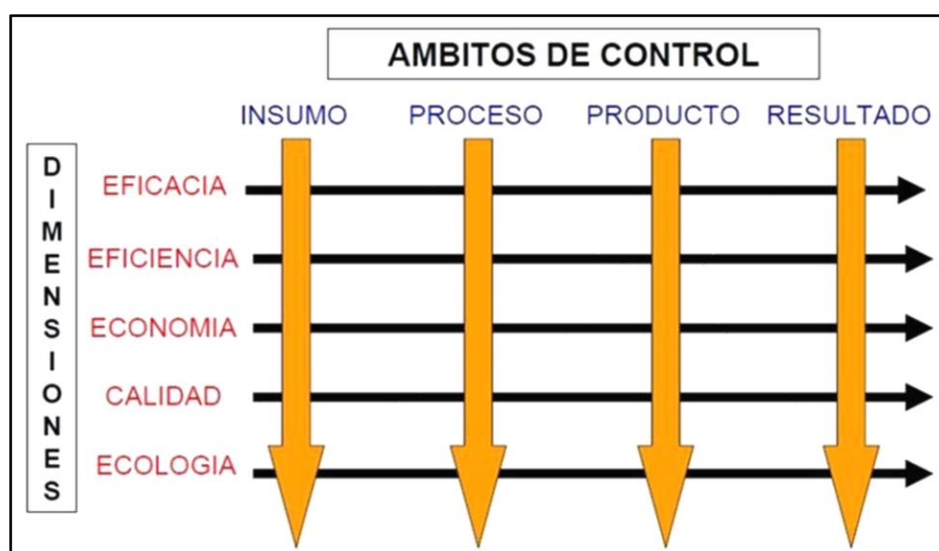
- ✓ Específicos (Specific)
- ✓ Medibles (Measurable)

- ✓ Alcanzables (Achievable)
- ✓ Realista (Realistic)
- ✓ a Tiempo (Timely). (Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014).

#### 2.2.4. Clasificación de los indicadores.

Los indicadores de desempeño de acuerdo al ámbito de control como se distribuyen y de acuerdo a las dimensiones en donde está focalizado las evaluaciones en donde se medirá.

Figura 2. Clasificación de los Indicadores.

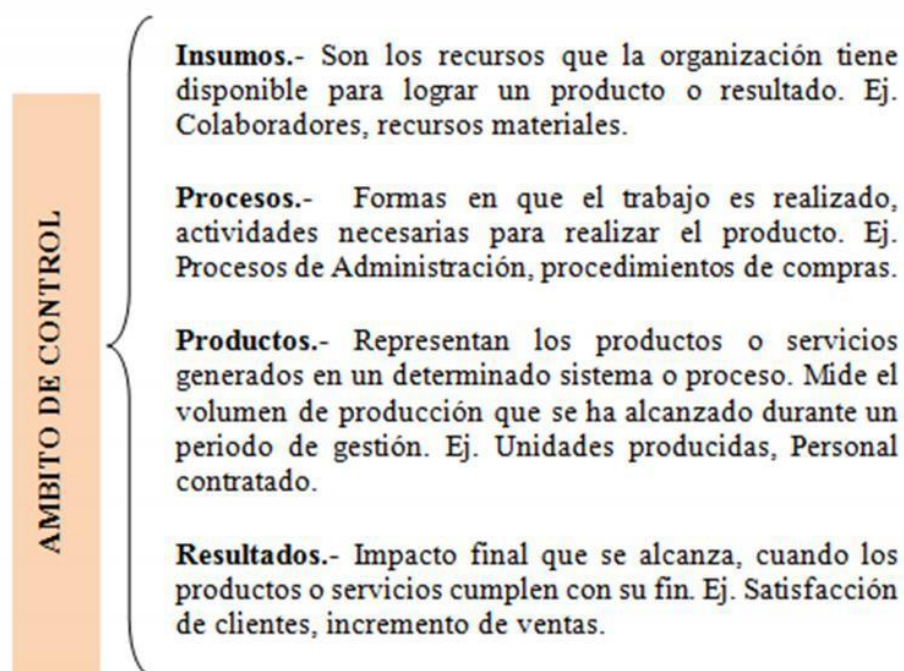


Fuente: Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014.

Los indicadores se clasifican en dos grandes grupos:

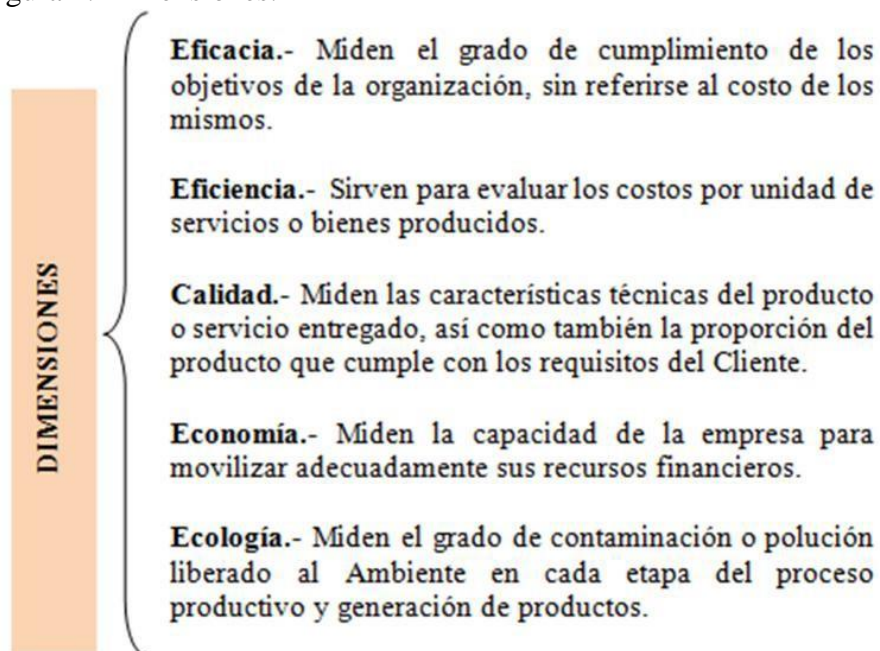
- ✓ Ámbito de Control.
- ✓ Dimensiones de Control. (Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014).

Figura 3. Ámbito de Control.



Fuente: Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014.

Figura 4. Dimensiones.



Fuente: Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014.

### 2.2.5. Sistema de indicadores

Un sistema de Indicadores se encuentra conformado por el Indicador, el nivel base, el valor actual, la meta, y el uso de semáforos para la evaluación del desempeño del Indicador.



Los objetivos y tareas que se propone alcanzar una organización deben expresarse en términos medibles, que permitan evaluar el grado de cumplimiento o avance de los mismos. Es aquí donde el uso de indicadores tiene su mayor fortaleza. Los indicadores pueden ser de tipo positivos o negativos, veamos:

- a. **Indicadores Positivos.-** Son aquellos en los cuales un aumento en su valor o tendencia, estarían indicando un avance hacia la situación deseada. El nivel de cumplimiento o desempeño, se mide mediante:

$$D_{\text{desempeño}} = \frac{V_{\text{valor}} - B_{\text{base}}}{M_{\text{meta}} - B_{\text{base}}} 100\% \quad \text{Ec. ....1}$$

- b. **Indicadores Negativos.-** Son aquellos en los cuales una disminución de su valor o tendencia, estarían indicando un avance en la situación deseada. Su nivel de desempeño se mide por:

$$D_{\text{desempeño}} = \frac{B_{\text{base}} - V_{\text{valor}}}{B_{\text{base}} - M_{\text{meta}}} 100\% \quad \text{Ec. ....2}$$

- c. **Nivel Base.-** Se refiere a la medición inicial o nivel estándar que toma el indicador, y representa el desempeño logrado antes el efecto de mejora de las iniciativas estratégicas.
- d. **Valor Actual.-** Representa las mediciones período a período del indicador, las cuales se ven afectadas por los efectos de las iniciativas estratégicas.

- e. **Meta.-** Es el nivel esperado del indicador que la organización desea lograr luego de ejecutar exitosamente las acciones de mejora.
- f. **Semáforos.-** Para poder observar de una manera fácil el nivel de desempeño de los indicadores, se hace uso de semáforos, donde el verde representa un desempeño esperado, el amarillo un desempeño preocupante y el rojo nos indica un desempeño inaceptable. (Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014).

Figura 5. Semaforo.



Fuente: Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014.

#### 2.2.6. Requisitos que deben de cumplir los indicadores

Los indicadores se tienen que diseñar de forma clara y concisa. Para ello deben de cumplir una serie de requisitos, en nuestro caso deben de servir, además, para poder ser utilizados como un sistema de indicadores clave de gestión. Todos los indicadores que seleccionemos deben estar asignados normalmente a un responsable, debe existir una coherencia entre los diferentes indicadores seleccionados, deben ser indicadores compuestos por información coherente entre ella (causa efecto directa), deben ser de dificultad y costes razonables el ser obtenido y analizado, deben ser revisados como mínimo cada año ( si no pueden haber cambiado las condiciones y no el indicador y seguir utilizándose) y deben de tener en cuenta los efectos externos a la empresa (Índice económico, inflación, cambios en el sector, etc) y tampoco deben de ser influenciados por el pasado de la empresa. Las características que deben de cumplir los indicadores:

- ✓ Habitualmente se refiere a una actividad importante o critica.
- ✓ Tienen una relación directa sobre un objetivo u-objetivos previamente fijados.
- ✓ Los resultados de los indicadores son cuantificables, y sus valores se expresan normalmente a través de datos numéricos.
- ✓ Las ventajas que se obtienen de la utilización de los indicadores debe superar la inversión de capturar y tratar los datos necesarios para su análisis.

- ✓ Son comparables en el tiempo y pueden representar la evolución del concepto valorado y establecer tendencias.
- ✓ Son fiables de conseguir, mantener y utilizar.
- ✓ Son compatibles con otros indicadores del sistema implantado y permite la comparación y el análisis.

A continuación se van a describir aquellos requisitos que deben cumplir todos los indicadores a utilizar, esto ayudara posteriormente en el diseño de indicadores que sirven de forma precisa para poder medir si se están cumpliendo los objetivos fijados:

- ✓ Identificar con un nombre cada indicador.
- ✓ Definir el objetivo del indicador, que estará en función de lo que se pretende medir.
- ✓ Determinar o cuantificar el objetivo a avanzar, siendo ese un valor o varios en función de cómo se mida o se defina.
- ✓ Deben identificar al responsable o responsables de cada indicador.
- ✓ Sirven como base de medición de los objetivos relacionados como los aspectos claves del negocio.
- ✓ Especificar la frecuencia o periodicidad del indicador.
- ✓ Se poder identificar la fuente de información de origen de los datos y el responsable de facilitar los indicadores.

- ✓ Deben poder identificar la fuente de información de origen de los datos y el responsable de facilitar la información para calcular el indicador.
- ✓ Deben poder facilitar información en forma de medición del grado de cumplimiento de los objetivos a conseguir.
- ✓ Deben por medir la evolución de los objetivos o su situación en un momento dado del tiempo.
- ✓ Deben poder aportar la información a los usuarios en el tiempo y forma requerida. (Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014).

#### 2.2.7. Forma como se miden los objetivos

- ✓ Deben ser lo más cuantitativos posibles
- ✓ Consistentes simples en la estrategia
- ✓ Pueden ser uno o más indicadores
- ✓ Pensados como una sistema de gestión

Es necesario definir los conceptos que debe llevar relacionados cada indicador en su fecha correspondiente, a continuación se describe la presentación de los indicadores. (Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014).

Tabla 2. Descripción de los indicadores.

Nombre	Descripción del indicador
--------	---------------------------

Numero	Debe de tener un número que lo indique
Nombre del Indicador	Debe ponerse un nombre que lo identifique
Descripción del indicador	Debe describirse el indicador que es y para qué sirve
Forma de Calculo	Debe de describirse la forma de calculo
Área del indicador	Determinar a qué área pertenece
Sub-área del indicador	Determina a que sub-área pertenece
Valores Mínimos	Determina los valores mínimos a cumplir
Valores Máximos	Determina los valores máximos a cumplir
Fuentes de Origen	Determina el origen de los datos de calculo
Responsable	Determina el o los responsables
Periodicidad	Indicar la periodicidad si es mensual, trimestral, o anual
Forma de representarlo	Hav que explicar la forma como representarlo
Unidad de Medida	Asignar una unidad de medida: Monetaria, temporal o unidad
Observaciones	Explicar otros aspectos del indicador que no estén en el apartado anterior
Meta del Indicador	Fijar una meta a conseguir por el indicador

Fuente: Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G., 2010. Citado por Huarocc, 2014).

### 2.2.8. Índices Mecánicos

ASARCO, (2010). Los que informan sobre la disponibilidad física de equipos e instalaciones y sus rendimientos o producciones por unidad de tiempo.

### 2.2.9. Índices de Insumos

Los que señalan magnitudes de los elementos consumidos para lograr una unidad de producto comercial o el rendimiento del insumo

expresado en unidades de producto por unidad de elemento consumido; (ejemplo: Kg.explosivo/ tonelada, ton-Km/ lt combustible. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

#### **2.2.10. Índices Mineros**

Los que muestran las relaciones y/ o proporciones que toma la materia prima mineral y sus leyes al fluir por las distintas etapas del proceso de extracción y beneficio (ejemplo razón estéril/mineral). (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

#### **2.2.11. Índices de Resultados**

Los que indican logros planeados y reales para el período reportado (por ejemplo ton Cu fino/mes). Limitándonos a nuestro tema, solo abordaremos los índices mecánicos, los cuales provienen de la información obtenida por un sistema desarrollado y aplicado, a objeto de lograr la optimización de los siguientes aspectos relacionados con equipos e instalaciones:

- ✓ Uso, funcionamiento y operación.
- ✓ Mantenimiento electromecánica.
- ✓ Reemplazo oportuno y adecuado.

La optimización debe entenderse como máxima disponibilidad operativa y rendimiento al mínimo costo de inversión, operación y mantenimiento.

A continuación definiremos los parámetros a utilizar en la obtención de los índices, estos parámetros dicen relación con la distribución temporal de la máquina en cada tarea en un período dado. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

#### **2.2.12. Tiempo Cronológico o Calendario (TCR)**

Son las horas correspondientes al tiempo calendario natural como días, meses, años, etc., y se divide en dos tiempos que corresponden a:

- ✓ I : Tiempo Hábil.
- ✓ II : Tiempo Inhábil. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

#### **2.2.13. Tiempo Hábil u Horas Hábiles (HH)**

Son las horas en que la faena está en actividad productiva y/ o en tareas de mantención de sus elementos de producción y/ o infraestructura, en estas horas cada instalación o unidad está en:

- ✓ Operación.
- ✓ Reserva.
- ✓ Mantención. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

#### **2.2.14. Tiempo Inhábil u Horas Inhábiles (HIN)**



Son las horas en que la faena suspende sus actividades productivas y/o mantención de sus elementos y o infraestructura por razones como:

- ✓ Paralizaciones programadas: Domingos, festivos, vacaciones colectivas, colaciones etc..
- ✓ Imprevistos: Originadas y obligadas por causas naturales como lluvias, temblores, nieve, etc., u otras ajenas al control de la faena como la falta de energía eléctrica, atrasos en la llegada del transporte de personal, ausentismo colectivo por epidemias.
- ✓ Cuando en horas o tiempo programado como inhábil un equipo o instalación es operado y/ o sometido a mantención y/ o reparación, el tiempo real es computado como tiempo hábil y clasificado en una de sus tres condiciones. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

#### **2.2.15. Tiempo de Operación u Horas de Operación (HOP)**

Son las horas en que la unidad o instalación se encuentra entregada a su(s) operador(es), en condiciones electromecánicas de cumplir su objetivo o función de diseño y con una tarea o cometido asignado. Este tiempo se divide en:

- ✓ Tiempo Efectivo.
- ✓ Tiempo de Pérdida Operacional.
- ✓ Tiempo Efectivo u Horas Efectivas (HEF).

Son las horas en que la unidad de equipo o instalación está funcionando y cumpliendo su objetivo de diseño. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

#### **2.2.16. Tiempo de Pérdida Operacional u Horas de Pérdidas (HPE)**

Son las horas en que la unidad de equipo o instalación, estando en condiciones electromecánicas de cumplir su objetivo de diseño, a cargo de su(s) operador(es) y con una tarea asignada, no puede realizarla por motivos ajenos a su funcionamiento intrínseco, como son los traslados, esperas de equipo complementario y en general por razones originadas en la coordinación de las operaciones. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

#### **2.2.17. Tiempo de Reserva u Horas de Reserva (HRE)**

Son las horas hábiles en que la unidad de equipo o instalación, estando en condiciones electro-mecánicas de cumplir su función u objetivo de diseño, no lo realiza por motivos originados en una o más de las siguientes razones:

- ✓ Falta de operador (si es en la hora de colación se toma como tiempo inhábil, si el equipo sigue funcionando y hay cambio de operador se considera tiempo de operación).
- ✓ Falta de capacidad prevista de equipo complementario o accesorio.
- ✓ No requerirlo el programa o plan de trabajo.

- ✓ No permitirlo el área donde debería cumplir su función.  
(ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

### **2.2.18. Tiempo de Mantenimiento u Horas de Mantención (HMT)**

Son las horas hábiles comprendidas desde el momento que la unidad de equipo o instalación no es operable en su función objetiva o de diseño por defecto o falla en sus sistemas electro-mecánicos o por haber sido entregada a reparación y /o mantención, hasta que ha terminado dicha mantención y/ o reparación y el equipo está en su área de trabajo o estacionamiento en condiciones físicas de operación normal.

El tiempo de mantención se divide en:

- ✓ Esperas de personal y/ o equipos de apoyo y/ o repuestos.
- ✓ Traslados hacia y desde talleres o estación de mantención o reparación.
- ✓ Tiempo real de mantención y/ o reparación.
- ✓ Movimientos y/ o esperas de estos en lugares de reparación y/ o mantención. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

Tabla 3. Tiempo Cronológico

<b>TIEMPO CRONOLOGICO (TCR)</b>			
<b>TIEMPO HABIL (HH)</b>			<b>TIEMPO INHÁBIL (HI)</b>
<i>Horas operacionales</i> <b>(HOP)</b>		<b>HORAS DE RESERVA (HRE)</b>	<b>HORAS DE MANTENCIÓN (HMT)</b>
<b>HORAS OPERACIONALES EFECTIVAS (HEF)</b>	<b>HORAS DE PÉRDIDAS OPERACIONALES (HPE)</b>		

Fuente: ASARCO, 2010

Igualdades:

$$TCR = HH + HIN$$

$$HH = HOP + HRE + HMT$$

$$HOP = HEF + HPE$$

Ahora veremos la utilización de estos parámetros temporales en la definición de los índices mecánicos. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

### 2.2.19. Índices operacionales

#### a. Disponibilidad Física. -

Es la fracción del total de horas hábiles, expresada en porcentaje, en la cual el equipo se encuentra en condiciones físicas de cumplir su objetivo de diseño.

$$DF = \frac{(HOP + HRE) \times 100\%}{HH} \quad \text{Ec. ....3}$$

Este indicador es directamente proporcional a la calidad del equipo y a la eficiencia de su mantención y/o reparación, e inversamente proporcional a su antigüedad y a las condiciones adversas existentes en su operación y/o manejo. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

**b. Índice de Mantenimiento. -**

Es el tiempo en horas que el equipo es operado por cada hora invertida en su mantención y /o reparación.

$$IM = \frac{HOP}{HMT} = \frac{(HEF + HPE)}{HMT} \text{ Ec. ....4}$$

El valor de este índice es proporcional a la calidad del equipo controlado y a la eficiencia de su mantención y/ o reparación, e inversamente proporcional a su antigüedad y a las condiciones adversas en su operación o manejo. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

**c. Índice de Utilización.**

Es la fracción del tiempo, expresada en porcentaje, en la cual el equipo es operado por cada hora en que este está en condiciones de cumplir su objetivo de diseño o físicamente disponible.

$$UT = \frac{(HOP \times 100)}{(HOP+HRE)} \text{ Ec. ....5}$$

Es directamente proporcional a la demanda o necesidad de la operación de utilizar el equipo, e inversamente proporcional a su disponibilidad física y a su rendimiento. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

**d. Aprovechamiento.**

Es la fracción del total de horas hábiles, expresada en porcentaje, en que el equipo físicamente disponible es operado en su función de diseño incluyendo sus pérdidas operacionales.

$$A = \frac{(HOP \times 100)}{HH\%} = \frac{DF \times UT}{100\%} \text{ Ec. ....6}$$

Es directamente proporcional a la demanda o necesidad de la operación de utilizar el equipo, dentro del límite impuesto por la disponibilidad física del mismo, e inversamente proporcional al rendimiento del equipo. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

**e. Factor Operacional.**

Es la fracción de tiempo, expresada en porcentaje, en que el equipo realiza efectivamente su función de diseño por cada hora en que es operado.

$$FO = \frac{HEF \times 100}{HOP\%} \text{ Ec. ....7}$$

Es inversamente proporcional al tiempo de pérdida operacional. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

**f. Rendimiento.**

Es el promedio de unidades de producción realizadas por el equipo por cada unidad de tiempo de operación.

$$R = \frac{\text{UNIDADES DE PRODUCCIÓN PROMEDIO}}{\text{UNIDAD DE TIEMPO DE OPERACIÓN}} \quad \text{Ec. ....8}$$

Es directamente proporcional a la velocidad de producción del equipo e inversamente proporcional al tiempo de pérdida operacional. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

**g. Rendimiento Efectivo.**

Es el promedio de unidades de producción realizadas por el equipo en cada unidad de tiempo Efectivo de operación.

$$R = \frac{\text{UNIDADES DE PRODUCCIÓN PROMEDIO}}{\text{UNIDAD DE TIEMPO EFECTIVO DE OPERACIÓN}} \quad \text{Ec ...9}$$

Teóricamente este valor debería ser el de diseño para el equipo, pero es alterado por las características físicas de donde se aplica su función, el medio ambiente, condiciones físicas del equipo y por las técnicas de su utilización.

Con estos índices podemos llevar un control en el transcurso de la vida de cualquier equipo, debemos tener en claro que por sí solos cada índice no representa una herramienta útil para dar solución a problemas o detectar causas de problemas, sino que en conjunto deberán analizarse para poder enfocar cualquier tipo de investigación al respecto, y el éxito de ello dependerá

directamente de la calidad de la información obtenida para el cálculo de cada uno de ellos, es decir solo nos serán de utilidad si es que han sido medidos con claridad, comprobabilidad, constancia y responsabilidad, es la única manera para que la implementación de este sistema de control en una faena tenga buenos resultados. (ASARCO, 2010. Citado por Andrade, 2014).

### 2.3. Definición de Términos

- ✓ **Indicadores:** Instrumento que sirve para mostrar o indicar algo, Cuantificador, entendido como procedimiento que permite cuantificar alguna dimensión conceptual y que, cuando se aplica, produce un número. Suele ser empleado para comparar desempeños entre períodos o entre entornos geográficos o sociales.
- ✓ **Rendimiento:** hace referencia al resultado deseado efectivamente obtenido por cada unidad que realiza la actividad económica.
- ✓ **Indicadores Clave de Desempeño:** miden el nivel del desempeño de un proceso, centrándose en el "cómo" e indicando el rendimiento de los procesos, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado. Los indicadores clave de desempeño son métricas financieras o no financieras, utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de una organización, y que generalmente se recogen en su plan estratégico. Estos indicadores son utilizados en inteligencia de negocio para asistir o ayudar al estado actual de un negocio a prescribir una línea de acción futura. El acto de monitorizar los



indicadores clave de desempeño en tiempo real se conoce como monitorización de actividad de negocio. Los indicadores de rendimiento son frecuentemente utilizados para "valorar" actividades complicadas de medir como los beneficios de desarrollos líderes, compromiso de empleados, servicio o satisfacción.

- ✓ **Cuadro de Mando Integral:** es un sistema de administración o sistema administrativo (management system), que va más allá de la perspectiva financiera con la que los gerentes acostumbran evaluar la marcha de una empresa. Es un método para medir las actividades de una compañía en términos de su visión y estrategia. Proporciona a los gerentes una mirada global del desempeño del negocio. Es una herramienta de administración de empresas que muestra continuamente cuándo una compañía y sus empleados alcanzan los resultados definidos por el plan estratégico. También es una herramienta que ayuda a la compañía a expresar los objetivos e iniciativas necesarias para cumplir con la estrategia.<sup>8</sup>
- ✓ **Insumos:** Son los recursos que la organización tiene disponible para lograr un producto o resultado dentro del proceso operativo.
- ✓ **Eficacia:** es un indicador que mide el grado de cumplimiento de los objetivos de la organización esto sin tomar en cuenta los costos que demanda desarrollar la actividad.
- ✓ **Eficiencia:** Este agente sirve para poder evaluar los costos por unidad de servicio o bienes producidos. (Huarocc, 2014).

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 1.4. *Diseño de la investigación*

##### 3.4.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es APLICADA, porque se buscará las soluciones para optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño – 2019.

##### 3.4.2. Nivel de la investigación

El nivel será de investigación descriptiva; porque se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando. Esta metodología se centra más en el “**qué**”, en lugar del “**por qué**” del sujeto de investigación.

En otras palabras, su objetivo es describir la naturaleza de un segmento demográfico, sin centrarse en las razones por las que se produce un determinado fenómeno. Es decir, “describe” el tema de investigación, sin cubrir “por qué” ocurre. (<https://www.questionpro.com>).

##### 3.4.3. Diseño de investigación

El Diseño de investigación descriptiva es un método científico que implica observar y describir el comportamiento de un sujeto sin influir sobre él de ninguna manera. (<https://www.google.com>).

#### **3.4.4. Método de investigación**

El método científico es una metodología para obtener nuevos conocimientos, que ha caracterizado históricamente a la ciencia, y que consiste en la observación sistemática, medición, experimentación, y la formulación, análisis y modificación de hipótesis. Las principales características de un método científico válido son la falsabilidad, y la reproducibilidad y repetibilidad de los resultados, corroborada por revisión por pares. Algunos tipos de técnicas o metodologías utilizadas son la deducción, la inducción, la abducción, y la predicción, entre otras. (<https://es.wikipedia.org>).

#### **3.4.5. Diseño de investigación**

La tesis un diseño no experimental transversal, por que describe los indicadores Clave de Desempeño de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L.

#### **3.4.6. Población y muestra**

##### **Población**

La población de esta investigación, está constituida por el pull de equipos y maquinarias que son un total de 40 (19 volquetes marca volvo FMX y FM, 12 excavadoras, 2 tractores de orugas, 2 rodillos Tándem, 2 cisternas, 1 retroexcavadora, 1 motoniveladora y 1 cargador Frontal 950 H CAT). Que trabajan en la compañía minera santa Luisa en las minas Huanzala y Pallca.

## **Muestra**

La muestra estará compuesta por 4 camiones volquetes, 2 excavadoras, 1 tractor de orugas, 1 rodillo Tandem, 1 cisterna, 1 retroexcavadora, 1 motoniveladora y 1 cargador Frontal 950 H CAT.

### **3.4.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.7.1. Técnicas**

##### **a) Búsqueda de Información Bibliográfica**

Se utilizó esta técnica de revisión bibliográfica, mayormente del texto control de operaciones mineras - índices operativos de la American Smelting and Refining Company (ASARCO)

##### **b) Observación Directa**

La mayor parte de la investigación se realizó en campo, por lo que los resultados obtenidos, son de plena confianza.

##### **c) Entrevistas No Estructuradas**

La entrevista no estructurada o informal, se realizó por medio de conversaciones y preguntas sencillas a los ingenieros y trabajadores involucrados en el tema.

### 3.4.7.2. Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos utilizados son:

#### a) Herramientas

- ✓ Investigación de la aplicación de tomas de tiempos en operaciones mineras continuas.
- ✓ Inspecciones planificadas.
- ✓ Check list.

#### b) Materiales

- ✓ Lápices.
- ✓ Bolígrafos.
- ✓ Hojas.
- ✓ Formatos.
- ✓ Cámara fotográfica.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1. *Descripción de la realidad y procesamiento de datos.*

El cálculo de los indicadores Clave de Desempeño es de vital importancia en los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L., porque estos están sometidos a diferentes parámetros en la mina, como velocidades, tonelajes, clima adverso, etc. Estas configuraciones determinan el tipo de mantenimiento a utilizar. Esta característica permite escoger la ruta más adecuada para su uso, minimizando la probabilidad de falla. De lo contrario, impactará directamente en la productividad de los equipos de carguío y acarreo, y es más, en la productividad de la compañía para ello es muy importante calcular los índices operacionales en la mina. (Calcular los Índices de disponibilidad Física; Calcular los Índices de mantenimiento y Calcular los Índices Mecánicos). Se tiene que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- ✓ Consumo de Combustible Gal/hr.
- ✓ Toneladas métricas producidas Tm/hr.
- ✓ Número de viajes transportados por día Tm/hr.
- ✓ Horómetros inicial y final de los equipos de carguío y transporte.
- ✓ Cantidad de horas trabajadas equipos de carguío y transporte.
- ✓ Disponibilidad mecánica.
- ✓ Porcentaje de Utilización del Equipo.

Tabla 4. Resumen tiempos promedios de la maquinaria seleccionad en la muestra.

AÑO 2019	PLACA	CAMION VOLQUETE				EXCAVADORA		RETRO EXCAVADORA	MOTO NIVELADORA	TRACTOR	RODILLO	CARG. FRONTAL	CISTERNA
		D4D-779	BOM-727	A5M-828	AVN-798	329D	330DL	420F2	120K	D6T	CS56	950H	F8A-844
	CODIGO	CAV-001	CAV-003	CAV-004	CAV-005	CAE-002	CAE-003	RET-CA-001	MOT-CA-001	TRA-CA-002	RO-CA-001	CAF-001	CIST-001
DICIEMBRE	Hora Inicial	18284.7	15332.7	15951.0	3739	5637.8	3226.4	3066	7096.8	6159	7977.3	4466.6	4824.8
	Hora Final	18523.6	15419.5	16075.8	3967.5	5688.4	3501	3382.1	7243.7	6427.2	8129.7	4583.6	4829.8
	H. Final - H. Inicial	238.9	86.80	124.8	228.5	50.6	274.6	316.1	146.9	268.2	152.4	117.0	5.0
	Horas Facturadas	232.40	84.44	121.40	222.28	49.22	267.13	307.50	142.90	260.90	148.25	94.90	4.9
	Horas Perdidas	6.5	1	1.1	2.1	0.1	1.6	6.4	6.3	1.8	2	22.1	0
	Días Trabajados	30	18	20	30	6	30	30	25	30	30	23	1

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.Productividad de los equipos de carguío de la CÍA. Cárdenas S.R.L.

Para determinar la productividad se debe de tener en cuenta los siguientes datos:

- ✓ Horas de trabajo efectivo
- ✓ Horas de mantenimiento mecánico
- ✓ Horas muertas de equipos de carguío y transporte
- ✓ Horas por pérdidas operativas

Así mismo los defectos de procesos podrán ser evaluados tomando en cuenta las fechas que se trabajaron en la operación minera, analizando con ello las metas mensuales proyectadas en la operación minera y el porcentaje de cumplimiento obtenido. La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y transporte, fue tomando en cuenta la capacidad productiva de las operaciones mineras y los defectos del proceso de minado. También se tiene que evaluar los defectos versus que se puede hacer para mejorar el indicador de desempeño y proponer incentivos para las áreas de mejora. Esta metodología anteriormente vista sirve para poder distinguir el porqué del déficit de la productividad. En las operaciones unitarias del ciclo de trabajo. (Huarocc, 2014).

Tabla 5. Indicadores Claves de desempeño – Equipos de carguío

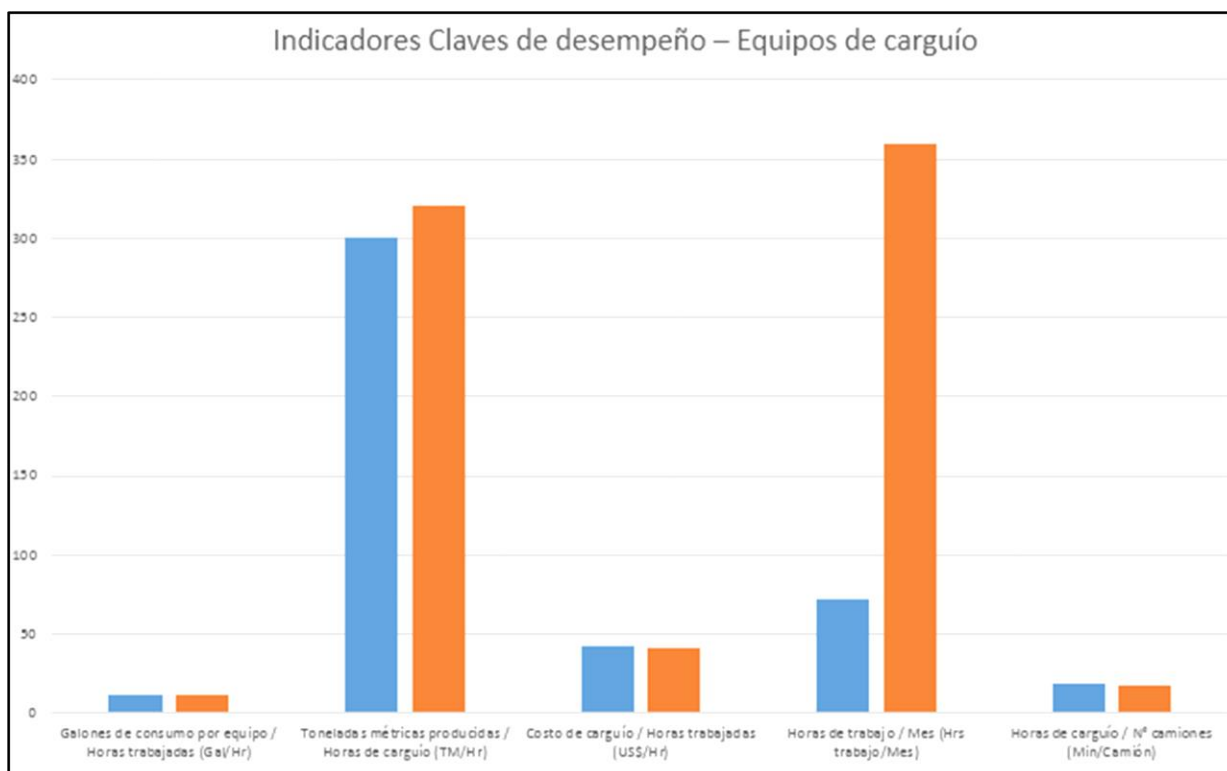
INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	EXCAVADORAS	
	329D	330DL
Galones de consumo por equipo / Horas trabajadas (Gal/Hr)	11.5	12
Toneladas métricas producidas / Horas de carguío (TM/Hr)	300	320
Costo de carguío / Horas trabajadas (US\$/Hr)	42	41.5



Horas de trabajo / Mes (Hrs trabajo/Mes)	72	360
Horas de carguío / N° camiones (Min/Camión)	19	17

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Indicadores Claves de desempeño – Equipos de carguío.



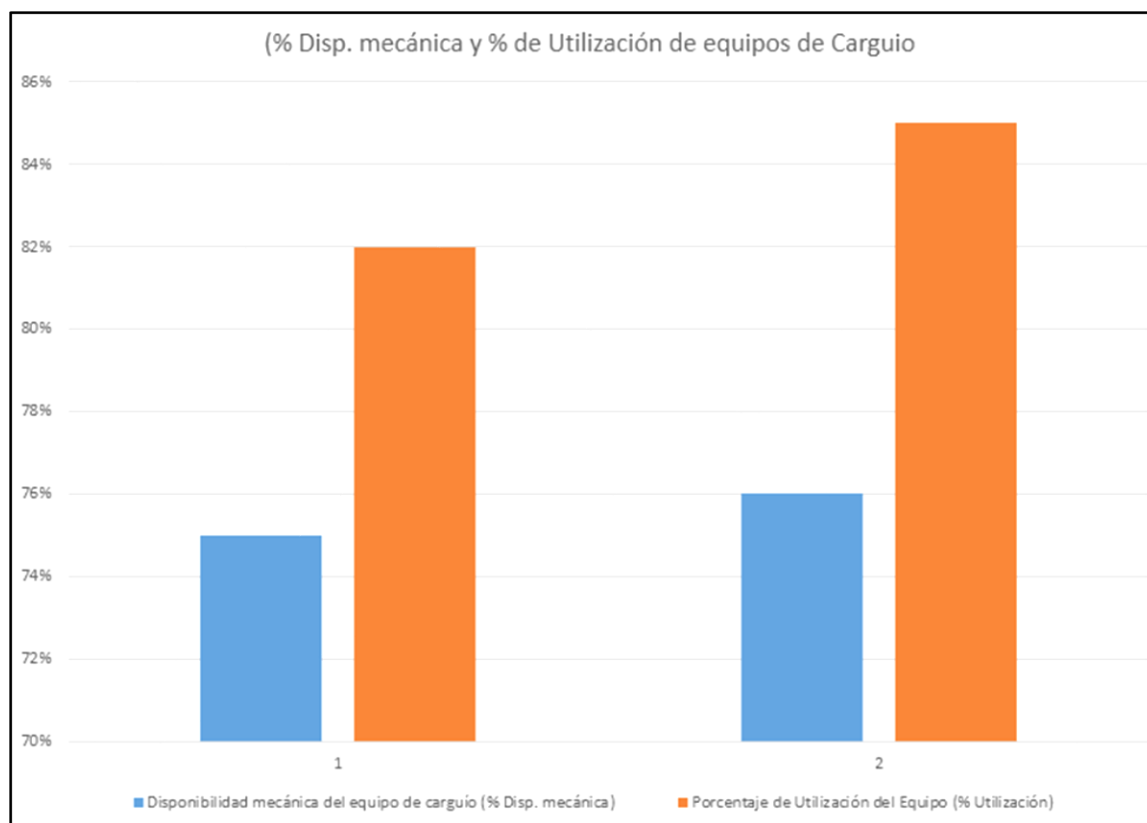
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. % de Disponibilidad mecánica y Porcentaje de Utilización del Equipo.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	EXCAVADORAS	
	329D	330DL
Disponibilidad mecánica del equipo de carguío (% Disp. mecánica)	75%	76%
Porcentaje de Utilización del Equipo (% Utilización)	82%	85%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. % de Disponibilidad mecánica y Porcentaje de Utilización del Equipos de Carguío.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. Productividad de los equipos de Acarreo de la CÍA. Cárdenas S.R.L.

Para ello se tendrá en cuenta los siguientes parenteros:

Tabla 7. Tiempos de los equipos de transporte Volquetes FMX Y FM con capacidad de 15m<sup>3</sup>.

Actividad	Estado	Tiempo (Min)
Abastecimiento Combustible	Demora	0.23
Cambio de turno	Demora	0.15
Inspección Rápida	Demora	0.15
Refrigerio	Demora	0.45
Acondicionando Plataforma	Demora	0.32
Charla de Seguridad	Standby	0.10
Mantenimiento PMO	Malogrado	0.52
Espera de Camiones	Demora	1.23

Falla Mecánica	Malogrado	0.5
Carguío	Operativo	6.35

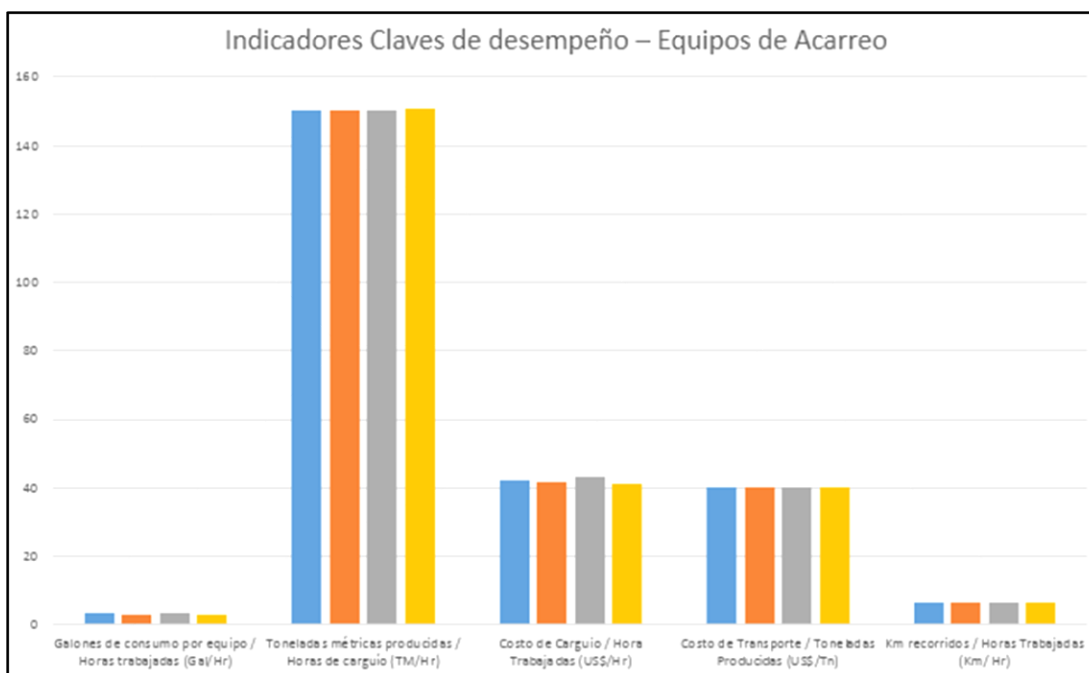
Fuente: Huarocc, 2014.

Tabla 8. Tiempos de los equipos de transporte Volquetes FMX Y FM con capacidad de 15m3.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	EQUIPOS DE TRANSPORTE VOLQUETES FMX Y FM CON CAP: 15m3			
	D4D-779	BOM-727	A5M-828	AVN-798
Galones de consumo por equipo / Horas trabajadas (Gal/Hr)	3.2	3.15	3.25	3.1
Toneladas métricas producidas / Horas de carguío (TM/Hr)	150	150	150	151
Costo de Carguío / Hora Trabajadas (US\$/Hr)	42	41.5	43	41
Costo de Transporte / Toneladas Producidas (US\$/Tn)	40	40.2	40.3	40.18
Km recorridos / Horas Trabajadas (Km/Hr)	6.3	6.25	6.29	6.3

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Tiempos de los equipos de transporte Volquetes FMX Y FM con capacidad de 15m3.



Fuente: Elaboración propia.

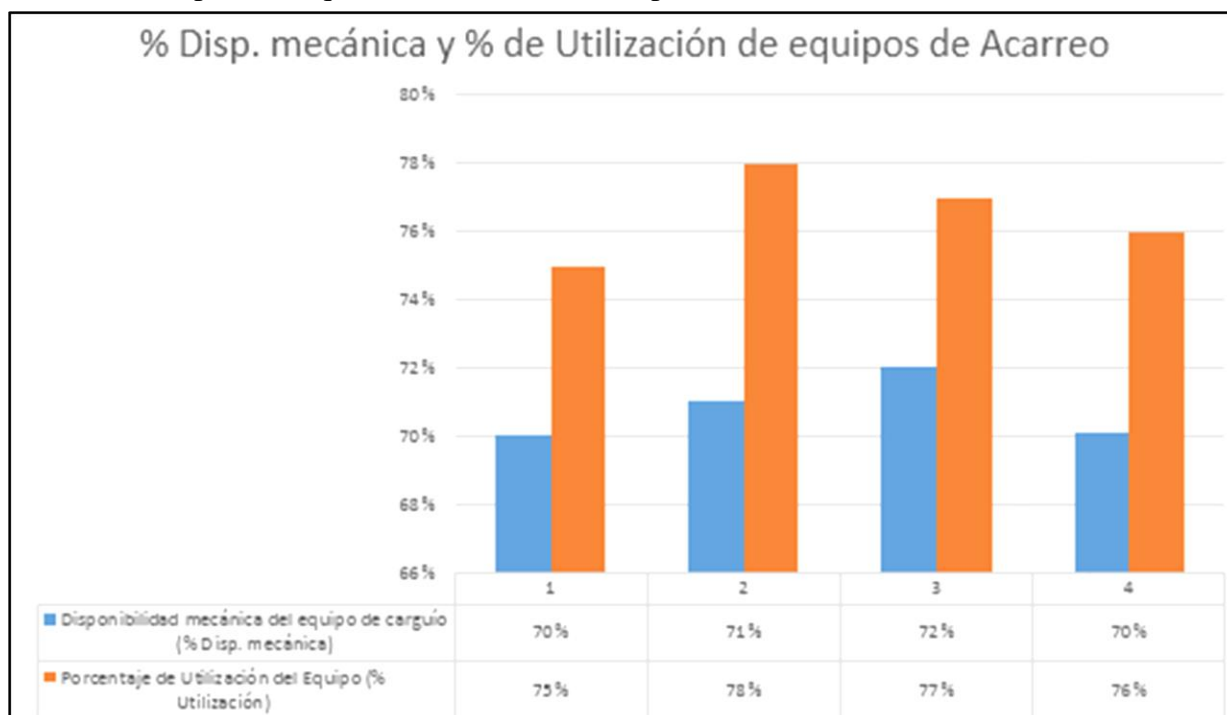
Tabla 9. % de Disponibilidad mecánica y Porcentaje de Utilización de los equipos de

transporte Volquetes FMX Y FM con capacidad de 15m3.

INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO	EQUIPOS DE TRANSPORTE VOLQUETES FMX Y FM CON CAP: 15m3			
	D4D-779	BOM-727	A5M-828	AVN-798
Disponibilidad mecánica del equipo de Acarreo (% Disp. mecánica)	70%	71%	72%	70%
Porcentaje de Utilización del Equipo (% Utilización)	75%	78%	77%	76%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. de Disponibilidad mecánica y Porcentaje de Utilización de los equipos de transporte Volquetes FMX Y FM con capacidad de 15m3.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3. Cálculo de los Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) de la Flota Óptima de Carguío

Se determino los Tiempos Promedios que se basan en la optimización de la flota de transporte y acarreo Volquetes FMX y FM con capacidad de 15m3.

Tabla 10. Tiempos promedios antes de la optimización - equipos de carguío.

<b>Actividad</b>	<b>Estado</b>	<b>Tiempo (min)</b>
Abastecimiento	Demora	12.00
Cambio de turno	Demora	8.00
Inspección Rápida	Demora	10.00
Refrigerio	Demora	45.00
Acondicionando	Demora	10.00
Charla de Seguridad	Standby	15.00
Mantenimiento PMO	Malogrado	5.00
Espera de Camiones	Demora	5.00
Falla Mecánica	Malogrado	15.00
Carguío	Operativo	7.50
Tiempo total		132.50

Fuente: Adaptación de Fredy Valentin Cordova Tahua, 2018

Con los tiempos promedio de las actividades básicas se cálculos los tiempos promedio después de la optimización obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 11. Tiempos promedios después de la optimización - equipos de carguío.

<b>Actividad</b>	<b>Estado</b>	<b>Tiempo (min)</b>
Abastecimiento	Demora	10.00
Cambio de turno	Demora	5.00
Inspección Rápida	Demora	10.00
Refrigerio	Demora	45.00
Acondicionando	Demora	8.00
Charla de Seguridad	Standby	15.00
Mantenimiento PMO	Malogrado	5.00
Espera de Camiones	Demora	5.00
Falla Mecánica	Malogrado	10.00
Carguío	Operativo	7.00
Tiempo total		120.00

Fuente: Adaptación de Fredy Valentin Cordova Tahua, 2018

#### **4.4. Cálculo de los Indicadores Clave de Desempeño (KPIs) de la Flota Óptima de Acarreo**

Se determino los Tiempos Promedios que se basan en la optimización de la flota de transporte y acarreo Volquetes FMX y FM con capacidad de 15m<sup>3</sup>.

Tabla 12. Tiempos promedios antes de la optimización – Equipos de Acarreo.

<b>Actividad</b>	<b>Estado</b>	<b>Tiempo (min)</b>
Abastecimiento	Demora	15.00
Cambio de turno	Demora	10.00
Inspección Rápida	Demora	12.00
Refrigerio	Demora	45.00
Cola de Camiones	Demora	8.00
Charla de Seguridad	Standby	15.00
Mantenimiento PMO	Malogrado	10.00
Falla Mecánica	Malogrado	8.00
Acarreo	Operativo	8.00
Mantenimiento PMO	Malogrado	
Falla Mecánica	Malogrado	
Tiempo total		131.00

Fuente: Adaptación de Fredy Valentin Cordova Tahua, 2018

Con los tiempos promedio de las actividades básicas se cálculos los tiempos promedio después de la optimización obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 13. Tiempos promedios después de la optimización – Equipos de Acarreo.

<b>Actividad</b>	<b>Estado</b>	<b>Tiempo (min)</b>
Abastecimiento	Demora	12.00
Cambio de turno	Demora	10.00
Inspección Rápida	Demora	10.00
Refrigerio	Demora	45.00
Cola de Camiones	Demora	5.00
Charla de Seguridad	Standby	15.00
Mantenimiento PMO	Malogrado	10.00
Falla Mecánica	Malogrado	5.00
Acarreo	Operativo	7.00
Mantenimiento PMO	Malogrado	
Falla Mecánica	Malogrado	
Tiempo total		119.00

Fuente: Adaptación de Fredy Valentin Cordova Tahua, 2018

Con estos datos determinas que la productividad, que es un indicador que define mediada de la producción (TM/Hr), es la óptima en la empresa.

#### 4.5. Costos carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L.

Los costos de carguío son:

Tabla 14. Costos de los equipos de Carguío.

COSTOS	EXCAVADORAS	
	329D	330DL
Costo de carguío / Horas trabajadas (US\$/Hr)	42	41.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Costos de los equipos de flota de transporte y acarreo Volquetes FMX y FM con capacidad de 15m<sup>3</sup>.

COSTOS	EQUIPOS DE TRANSPORTE VOLQUETES FMX Y FM CON CAP: 15m <sup>3</sup>			
	D4D-779	BOM-727	A5M-828	AVN-798
Costo de Carguío / Hora Trabajadas (US\$/Hr)	42	41.5	43	41
Costo de Transporte / Toneladas Producidas (US\$/Tn)	40	40.2	40.3	40.18

Fuente: Elaboración propia.

Los costos del Carguío están en función directa de la granulometría del material a cargar por parte de las excavadoras siendo necesario establecer la rotura de los mismos por impacto.

Los costos de la flota de transporte y acarreo Volquetes FMX y FM con capacidad de 15m<sup>3</sup>. Sufre muchas demoras por que no se cuenta con un sistema de dispatch. Además, las vías están en mal estado por el manteamiento que se efectúa. La presencia de agua en la vía por ser una zona de altura perjudica la transitabilidad.

#### 4.6. Discusión de resultados.

Disponibilidad mecánica del equipo de carguío de la excavadora 329D es del 75% mientras que de la excavadora 330 DL es de 76% ese uno por ciento representa un aumento en las ganancias de la empresa; además el porcentaje de utilización de la excavadora 329D es del 82% mientras que de la excavadora 330 DL es de 85%.

La disponibilidad mecánica del volquete D4D - 779 es del 70%, del volquete BOM - 727, es del 71%, del volquete A5M - 828 es del 72% y del volquete AVN – 798 es del 70%. Mientras que el porcentaje de utilización del volquete D4D - 779 es del 75%, del volquete BOM - 727, es del 78%, del volquete A5M - 828 es del 77% y del volquete AVN – 798 es del 76%. Porcentajes que son muy reales por la naturaleza del trabajo y del entorno físico.



## CONCLUSIONES.

1. Se optimizo la productividad de los equipos de carguío de la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño; obteniéndose que la disponibilidad mecánica del equipo de carguío de la excavadora 329D es del 75% mientras que de la excavadora 330 DL es de 76% ese uno por ciento representa un aumento en las ganancias de la empresa; además el porcentaje de utilización de la excavadora 329D es del 82% mientras que de la excavadora 330 DL es de 85%.
2. Se optimizo la productividad de los equipos de acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño; obteniéndose que la disponibilidad mecánica del volquete D4D - 779 es del 70%, del volquete BOM - 727, es del 71%, del volquete A5M - 828 es del 72% y del volquete AVN – 798 es del 70%. Mientras que el porcentaje de utilización del volquete D4D - 779 es del 75%, del volquete BOM - 727, es del 78%, del volquete A5M - 828 es del 77% y del volquete AVN – 798 es del 76%. Porcentajes que son muy reales por la naturaleza del trabajo y del entorno físico.
3. Se determino los costos carguío optimizados que en promedio es de 41.75 US\$/Hr, mientras que el costo promedio de los volquetes es de 41.875 US\$/Hr.
4. El índice de acoplamiento o match factor dimensionó la flota de acarreo a de 2 excavadoras y 19 camiones volvo FMX y FM de 15 m<sup>3</sup> de capacidad.

## RECOMENDACIONES

1. Los indicadores clave de desempeño (utilización, disponibilidad, mantenimiento y rendimiento), deberían de revisarse cada 15 min para una mejor toma de decisiones y al fin de guardia para la planificación de la siguiente.
2. Se debería de dimensionar la flota con el factor de acoplamiento y administrar con los indicadores clave de desempeño, para lo cual previamente se debería de realizar una toma de datos en campo de cada lugar donde se realice la actividad ya que las condiciones no son las mismas.
3. Para poder tener un control de la operación de acarreo es necesario invertir en sistemas DISPATCH para procesar en tiempo real la data y con ello poder tomar las decisiones en el momento preciso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andrade, S. (2014). *Calculo de los Índices Operacionales del Equipo y Maquinaria Minera - Mina Antamina 2013*. (Trabajo Monográfico). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas. Huaraz, Perú Huaraz, Perú.
- ASARCO. (2010). *Indicadores e Índices en las operaciones mineras*. Mexico.
- Bustamante, J. (2018). *Optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en Gold Fields la Cima S.A mediante la disminución de las demoras operativas más significativas*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Cajamarca. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas. Cajamarca, Perú.
- Cordova, F. (2018). *Determinación de los KPI'S de la flota de camiones para la optimización del acarreo de lastre en la mina Pierina 2017*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas. Huaraz, Perú.
- <https://www.google.com>. (s.f.). *Diseño de investigación descriptiva*.
- <https://www.questionpro.com>. (s.f.). *blog/es/investigacion descriptiva*.
- Huarocc, P. (2014). *Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño U.M. Chuco II de la E.M. UPKAR Mining S.A.C*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ingeniería de Minas Huancayo, Perú.
- Luzardo, S. J. y Vazquez, L. G. (2018). *Sistema de Control de Procesos Empresariales por medio de Indicadores de Gestión aplicado al Departamento de Servicio al Cliente*

*en el Proceso de Facturación y Atención de Reclamos de la empresa PLÁSTICOS S.A.*

- Pizarro, Y. (2019). *Carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño (KPIs) en Cia Minera los Quenuales S.A., Yauliyacu, Lima, Perú. 2018.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas. Abancay – Perú.
- Villa, H. (2015). *Un Método para la Definición de Indicadores Clave de Rendimiento con base en Objetivos de Mejoramiento.*

# ANEXOS



**ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIAS**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>Variables</b>	<b>POBLACION</b>
<b>Problema General</b>  ¿Cómo optimizar la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño – 2019?	<b>Objetivo General</b>  Optimizar la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño – 2019.	<b>Hipótesis General</b>  La optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. será mediante los indicadores Clave de Desempeño	<b>Variable Independiente (x):</b>  Optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L.  <b>Variable dependiente (y):</b>  Indicadores Clave de Desempeño - 2019	<b>Población y Muestra</b>
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>		<b>Población</b>  La población de esta investigación, está constituida por el pull de equipos y maquinarias que son un total de 40 (19 volquetes marca volvo FMX, 12 excavadoras, 2 tractores de orugas, 2 rodillos Tándem, 2 cisternas, 1 retroexcavadora, 1 motoniveladora y 1 cargador Frontal 950 H CAT). Que trabajan en la compañía minera santa Luisa en las minas Huanzala y Pallca.
¿Cómo optimizar la productividad de los equipos de carguío de la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño?	Optimizar la productividad de los equipos de carguío de la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño.	La optimización de la productividad de los equipos de carguío de la CÍA. Cárdenas S.R.L. será mediante los indicadores Clave de Desempeño.		<b>Muestra</b>  La muestra estará compuesta por 2 camiones volquetes, 2 excavadoras, 1 tractor de orugas, 1 rodillo Tandem, 1 cisterna, 1 retroexcavadora, 1 motoniveladora y 1 cargador Frontal 950 H CAT.
¿Cómo optimizar la productividad de los equipos de acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño?	Optimizar la productividad de los equipos de acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño.	La optimización de la productividad de los equipos de acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. será mediante los indicadores Clave de Desempeño.		
¿En cuánto se reducirán los costos carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño – 2019?	Determinar en cuánto se reducirán los costos carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante los indicadores Clave de Desempeño.	Determinar cuánto se reducirán los costos carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L., mediante los indicadores Clave de Desempeño.		

Fuente: El tesista.



## ANEXO N° 02: ABREVIATURAS

D	:	Demora.
DM	:	Disponibilidad Mecánica.
fi	:	Frecuencia Absoluta Simple.
Fi	:	Frecuencia Absoluta Acumulada.
hi	:	Frecuencia Relativa Simple.
Hi	:	Frecuencia Relativa Acumulada.
HD	:	Horas Disponibles del Equipo.
HM	:	Horas de Equipo Malogrado.
HR	:	Horas Ready u Operativas del Equipo.
Hr(s)	:	Hora(s).
HT	:	Horas Totales del Equipo.
IPERC	:	Identificación de Peligros Evaluación de Riesgo y Control.
KPIs	:	Indicadores Claves de Rendimiento.
LAN	:	Red de Área Local.
Min	:	Minutos.
MTTR	:	Tiempo Promedio por Reparación.
MTBS	:	Tiempo Promedio entre Paradas por Mantenimiento.
NP	:	Mantenimiento no Programado.
NTD	:	Ensayo no Destructivo.
PLF3	:	Lugar de Parqueo de Volquetes en Gold Fields.
PM	:	Mantenimiento Programado.
SB	:	Stand By.
SM	:	Scheduled Maintenance (Mantenimiento Programado).

- SS.HH : Servicios Higiénicos.
- UD : Uso de Disponibilidad.
- Tn : Toneladas.
- Tkphr : Toneladas producidas en una distancia y en un intervalo de tiempo.
- VPN : Red Privada Virtual. Fuente: (Bustamante, 2018).