

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“IMPLEMENTACIÓN DE KPI’S EN CARGUÍO Y TRANSPORTE  
PARA INCREMENTO DE PRODUCCIÓN EN EMPRESA  
CHANCADORA DEL NORTE DEL PROYECTO RESERVORIO –  
2019”

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO DE MINAS**

**Autor:**

Angel Jesus Cerna Vidarte

**Asesor:**

Mg. Wilson Carlos Gómez Hurtado  
<https://orcid.org/0000-0002-3434-3664>  
Trujillo - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Mag. Ing. Jorge Gonzales Torres</b>	<b>43703713</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Mag. Ing. Eduardo Noriega Vidal</b>	<b>43236142</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Mag. Ing. Ronald Alvarado Obeso</b>	<b>44562630</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Tesis Rev. 2

---

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

---

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

#### FUENTE QUE CONTIENE COINCIDENCIAS

---

10

Submitted to Universidad Autónoma de Ica  
Trabajo del estudiante

<1%

---

< 1%

★ Submitted to Universidad Autónoma de Ica  
Trabajo del estudiante

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 14 words

Excluir bibliografía

Activo

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi hermano Jorge Agustín Sagastegui Vidarte quien me ha brindado durante todos estos años de mi carrera universitaria un apoyo intelectual y emocional para acabar con mis estudios.

Este estudio se lo dedico también a mi hermosa familia a mi hijo y mi señora esposa ya que el apoyo que han brindado durante estos cinco años de estudio me ha servido como fortaleza y siempre me han enseñado a entregar lo mejor de mí.

A mi abuelita Marina Pérez Vda. De Vidarte, quien siempre me dijo que podía hacer grandes cosas, para mi viejita va dedicado esta tesis de grado profesional.

Quiero dedicarle unas líneas a mi señor padre Williams Gonzalo Cerna Carrasco, quien gracias a sus consejos siempre hizo que me forjara con una mentalidad madura y a poder terminar con fortaleza mental mi carrera universitaria.

## AGRADECIMIENTO

Les agradezco a mis familiares que siempre estuvieron conmigo durante todos estos años de vida universitaria dándome de su apoyo incondicional, a mis compañeros de toda esta vida universitaria con los cuales compartimos hermosas vivencias y muchos conocimientos, alegrías y tristezas.

**Tabla de contenido**

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II: MÉTODO	25
CAPÍTULO III: RESULTADOS	27
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	36
REFERENCIAS	40
ANEXOS	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Distribución de tiempos de trabajo por maquinaria. ....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 2. Resumen de factores de utilización.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 3. Resumen de rendimientos de equipos de carguío. ....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 4. Distribución de horas de trabajo transporte .....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 5. Resumen de factores de utilización de equipos de transporte. ....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 6. Resumen de rendimiento del transporte.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 7. Cálculo de producción de equipos de transporte .....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 8. Parámetro de análisis.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 9. Factor de acoplamiento en los frentes.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 10. Cantidad de camiones del proyecto. ....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 11. Cantidad de excavadoras estudiadas.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 12. Producción de equipos de cargío .....</i>	<i>57</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Horas programadas vs Tiempo neto de operaciones de carguío</i>	27
<i>Figura 2. Producción de la maquinaria de carguío antes de la implementación</i>	27
<i>Figura 3. Horas programadas vs Tiempo neto de operaciones de transporte</i>	28
<i>Figura 4. Producción de los volquetes antes de implementación de KPI's</i>	28
<i>Figura 5. Factor de eficiencia por equipos de carguío</i>	29
<i>Figura 6. Disponibilidad mecánica vs Utilización de horas operativas</i>	29
<i>Figura 7. Distribución de tiempos promedio de carguío</i>	30
<i>Figura 8. Factor de eficiencia del sistema de carguío</i>	30
<i>Figura 9. Rendimiento efectivo por equipo y material de carguío</i>	30
<i>Figura 10. Factor de eficiencia del transporte</i>	31
<i>Figura 11. Disponibilidad mecánica vs Utilización de horas operativas</i>	32
<i>Figura 12. Distribución de tiempos promedios de transporte</i>	32
<i>Figura 13. Factor de eficiencia del equipo de transporte</i>	33
<i>Figura 14. Factores que incrementan el tiempo del ciclo del transporte</i>	33
<i>Figura 15. Factor de Acoplamiento Real vs Ideal</i>	34
<i>Figura 16. Producción de carguío después de implementar KPI's</i>	34
<i>Figura 17. Indicadores de producción de transporte</i>	35
<i>Figura 18. Gráfica de valores individuales del antes y después de la producción en los Volquetes en estudio</i>	36

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Factor de compatibilidad .....</i>	<i>58</i>
<i>Ecuación 2. Tiempo de ciclo de acarreo .....</i>	<i>59</i>
<i>Ecuación 3. Disponibilidad mecánica .....</i>	<i>60</i>
<i>Ecuación 4. Utilización.....</i>	<i>60</i>
<i>Ecuación 5. Rendimiento .....</i>	<i>60</i>

## RESUMEN

Esta investigación tiene como premisa principal evaluar los tiempos de operaciones de un proyecto de ingeniería de la empresa chancadora del norte, es por ello que se evaluaron distintos aspectos tanto técnicos como de ingeniería; siendo un método cuantitativo, de tipo experimental y de un diseño descriptivo, para ello se consideraron como muestras a la flota específica de 3 excavadoras y de 12 volquetes teniendo como único cubicaje a 4 volquetes ya que todos tienen la misma capacidad de tolva, aplicando el análisis de tablas y gráficos se tiene que la implementación de este estudio hace que la flota de transporte tenga un alza circunstancial en promedio que 23.87% a comparación de la anterior de 15%, todo esto nos demuestra que la implementación de un sistema para el seguimiento de flota es importante, ya que se puede contar con indicadores que nos puedan demostrar que una gestión más eficiente hace que tengamos una sinergia entre dos áreas muy importantes dentro de cualquier empresa que se encarga de este rubro las cuales son mantenimiento y operaciones, esto nos va generar indicadores que nos ayudaran a demostrar que la disponibilidad y utilización van a generar un alza en la producción la cual va hacer muy provechosa en la empresa. Mostraremos que la implementación es necesaria y valiosa para ahorrar tiempo y dinero.

**PALABRAS CLAVES:** Tiempo de transporte, Operaciones, Gestión.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la industria minera alrededor del mundo se encuentra muchas falencias con respecto a la implementación de nuevas tecnologías operativas, esto se puede ver reflejado en las nuevas empresas que se crean día a día en el mundo, empresas que son netamente del rubro de movimiento de tierras, construcción, etcétera; lo cual nos lleva a indicar que la mejora continua tiene que darse para poder realizar un mejor manejo de toda la cadena de producción y no tener perdidas con respecto a gastos de combustibles, movimiento de personal, etcétera. Esto hace que hoy en día haya mejoras sustanciales con respecto a este tema, pero son pocas las empresas que implementan dichas mejoras, es por ello que se muestra el problema que en muchas partes del mundo se tiene con respecto al manejo de los indicadores de rendimiento de las maquinarias de carguío y transporte de materiales para construcción y minería, como por ejemplo según Gonzales (2014) indica que, “Los volquetes para minería a cielo abierto tiene una cierta capacidad de carga dependiendo a las pendientes a las cuales se verán sometidas”, esto se ve gracias a la gestión de indicadores, porque según un estudio de Alvares (2011) nos indica que “La logística de transporte se basa a dos factores tanto a los materiales como a los recursos que puedes obtener y todo esto lleva a los costos asociados y al seguimiento de la utilización de la flota”, ya que esta tiene una parte fundamental en el tema de incrementar la utilización de las máquinas, el aumento de estos indicadores aumentaría la producción y a su vez cualquier proyecto se terminaría en el menor tiempo posible. Y según un estudio en una reconocida universidad del país indica que “Para la gestión de la flota es necesario tener las consideraciones sobre el material a explotar” (Universidad Nacional de Piura, 2016). Esto nos da a entender que nos encontramos con una gestión de buen manejo de los KPIs,

esto nos da un enfoque de que toda la tecnología que se utiliza a nivel mundial con respecto a maquinaria la estamos adquiriendo y todo esto es por la globalización en la que nos encontramos. En la empresa se realizó el estudio de la utilización de estos indicadores, la cual nos demostro que es deficiente, debido a que la misma no cuenta con el personal necesario para la implementación que se debe de realizar en la gestión de estos, la empresa Chancadora del Norte realiza trabajos de movimientos de tierras y tiene una flota considerable y a esta se le debe de tener una gestión más eficiente con respecto a indicadores como MTTR y MTBF los cuales nos van a demostrar y dar gráficas para tener un mejor panorama del manejo operacional de esta flota y si no se implementa vamos a tener una demora en las partes operacionales y de mantenimiento y perderemos la sinergia, la cual nos ayudaria a mantener la linea de producción mas eficientemente. Este tema se engloba en la línea de investigación gestión de operaciones, la cual fue aprobada por la Universidad Privada del Norte, a partir de esta línea de investigación es conveniente realizar un estudio denominado implementación de KPIs de carguío y acarreo en maquinaria pueden incrementar la producción en cantera de la empresa chancadora del norte en el proyecto reservorio – 2019

Pizarro (2019) con su objetivo de elevar los rendimientos de los equipos de carguío y acarreo usando indicadores KPI, obteniendo como resultado, elevo la utilización de los equipos de carguío y acarreo en más de 8%, en el acarreo logró controlar los tiempos, bajando los tiempos ida vuelta y con ello aumentar el número de viajes incrementando horas operativas en carguío y acarreo. Concluyendo que la aplicación de los KPI aumenta la productividad con la obtención de mayor disponibilidad de los equipos de carguío y acarreo.

Cárdenas (2022) con el objetivo de optimizar la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. mediante indicadores claves de desempeño,

con la metodología del método científico obteniendo una disponibilidad mecánica del equipo de carguío de 75% y el 76% y la utilización de equipo de carguío de 82% al 85%. la optimización de los equipos de los equipos de acarreo con una disponibilidad de mecánica de 70%, 71%, 72% y 70% y la utilización 75%, 78%, 77% y 76% de acuerdo a la naturaleza del trabajo y el entorno físico.

Córdoba (2018) con el objetivo de optimizar y gestionar el acarreo de material rocoso, mediante un alcance descriptivo y un enfoque cuantitativo, con diseño aplicativo y longitudinal. Sus resultados para su flota inicial de 11 camiones donde la disponibilidad mecánica es 89,4%, la utilización 87,58% mantenimiento de 10,6% y el rendimiento de 78,3% para flota final de 18 camiones con una disponibilidad de 89,4%, y utilización de 83,45, mantenimiento de 10,6% y el rendimiento 74,6%.

Rojas y Muñoz (2018) con su objetivo de determinar las influencia de las demoras efectivas y mecánicas en los KPI's de carguío del equipo CAT 374 FL, usando una investigación de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo con un diseño no experimental, obteniendo demoras mecánicas inoperativas en los 2 turnos de 40% revisión de equipo 35%, el mantenimiento correctivo 25% los tiempos perdidos son 39 horas, la disponibilidad efectiva y mecánica en el turno día esta 44% y 58,1 % y en el turno noche 58,1% y 65,84% donde el total de la disponibilidad mecánica y utilización de 85,8% y 81% concluyendo que las demoras improductivas tienen una influencia significativas en los indicadores de desempeño en una mina tajo abierto.

Guerra-López & Montes de Oca-Risco (2017) lo presenta como descripción del proceso tecnológico de la mina, las características de los equipos mineros que intervienen en el proceso de minado, las condiciones en que se realiza el reemplazo de las máquinas y el efecto que tienen las falencias de este proceso en su trabajo. Los gastos de explotación. Se

realizó una investigación de campo experimental utilizando como método principal el estudio de caso, cuyo principal resultado es el cálculo del índice general de productividad de los equipos de transporte, cargadores y bulldozers en el 6° año de uso, cuyo valor fue del 51,72%; 48,88% y 55,51%, respectivamente, indicando una pérdida de productividad del parque del 44% al 51%. Concluyendo que la planificación e implementación del mantenimiento tiene un impacto significativo en el desempeño de la planta a lo largo de los años, aunque no puede garantizar niveles óptimos de productividad y costos de funcionamiento. que estos van envejeciendo, por lo tanto, verificar su comportamiento junto con la verificación del indicador general de desempeño es un buen indicador para la decisión de reemplazo. Este boletín se tomó como base para poder dar aporte a los indicadores de KPI's.

Machaca (2017) en parte de sus objetivos del estudio indica que va a determinar el número de equipos de carga y transporte por el factor de acoplamiento y el costo del servicio para los tres primeros levantamientos de la reconfiguración del vertedero Jesica de la mina Aruntani S.A.C., esta investigación es un estudio descriptivo ya que se determinara a distintos factores que se encuentre en el camino como es el caso de capacidad de cuchara, equipos de carguío, etc. La conclusión de este estudio, con se aplicó un modelo de factor de acoplamiento para determinar el número ideal de volquetes para cada camión. Por tanto, la distribución de volquetes para excavadora 345D, 365C y cargadora de ruedas 992K es de 7, 8 y 10 volquetes con un precio unitario de 0,69. 0,68; 0,62 USD/TM; para un volquete cargado con una distancia de transporte de 1,8 km, cuesta arriba 0,6 km, horizontal 0,4 km y cuesta abajo 0,8 km. Los resultados pueden variar dependiendo de las condiciones del camino. Si bien es cierto la selección de equipos se determinó gracias al análisis completo, esto va de la mano con la capacidad de cuchara requerida por operaciones. De esta

investigación se ven muchas teorías con respecto a indicadores de selección de equipos gracias a ellos podemos tomar dichas bases teóricas para poder comparar con los temas de KPI's los cuales tienen parte fundamental en la selección de esta.

Cheng (2019), indica que el indicador de Match Factor o factor de acoplamiento debe de estar en una relación con respecto de números de camiones y palas para el carguío, para el correcto uso y poder determinar el factor de acoplamiento se debe tener los tiempos requeridos como los tiempos por ciclo de cada uno de los volquetes (T), una vez que estamos en el proyecto y ya se haya asignado volquetes hacia un cierto punto, este tenemos número tenemos que tomarlo para tenerlo en cuenta en la fórmula. El FA debe de ser igual a 1 para que el acoplamiento sea perfecto, cuando el  $FA < 1$ , esto quiere decir que hay una eficiencia de transporte al 100%, pero si el  $FA > 1$ , esto quiere decir que la eficiencia del carguío es del 100%. Esto tiene una relación con los costos, ya que si el FA es próximo a la unidad se establece que los costos son mínimos, debemos de tener en cuenta que los factores son importantes y saber que si la fracción no supera a las 90 centésimas puede ser un costo mayor con respecto a los equipos de carguío.

Los KPI deben informar, monitorear, evaluar y, en última instancia, ayudar a tomar las decisiones correctas. En este caso nos estamos basando en los indicadores primordiales para el mundo minero y de construcción ya que cada industria cuenta con cada indicador distinto, esto se debe a que cada organización y cada modelo de negocio tiene sus propios elementos para medir las métricas de desempeño. Hay varias formas de determinar sus propios indicadores clave de rendimiento y estos se basan en las preguntas técnicas a las cuales el equipo encargado de este proyecto tiene que hacerse a la respuesta, estas preguntas se pueden tomar como, por ejemplo: ¿Qué estás tratando de medir? ¿Por qué

estás midiendo estos datos? ¿Estás monitoreando los resultados de tus objetivos? ¿Es importante para tu negocio? ¿Quién es responsable de monitorear? (Espinoza, 2016).

Una vez que accedemos a estas preguntas y le relacionamos una o varias respuestas podemos indicar que es lo que queremos y hacia donde podemos enfocarlo, sabiendo esto podemos decir que los indicadores de gestión KPI's, son de parte fundamental para la supervisión y control de la planificación de las acciones que puede tomar un gerente en la empresa donde las quiera aplicar (Espinoza, 2016).

Existe un consejo que se da el cual es que como los indicadores de gestión son una herramienta muy útil, no podemos cometer el error de intentar medirlo todo y aprender a aislar lo que no es importante para tu propósito a donde queremos apuntar. En la limpieza del material removido que se encuentra dentro y fuera del reservorio se realizan las labores de excavación de material, esto lo lleva a cabo 3 excavadoras y 12 volquetes los cuales tienen el mismo tonelaje pero que son de suma importancia para el movimiento de tierras. Estas operaciones unitarias son de un alto costo por parte de la empresa, por ello que es de suma importancia que las operaciones de movimiento de tierra crear las condiciones necesarias para una productividad y costos óptimos dentro del presupuesto sean los correctos y así mantener el índice adecuado en las operaciones (Espinoza, 2016).

mismo, por la gran envergadura que tenía este proyecto, este material tenía que cumplir con las especificaciones para poder rellenar el reservorio, así mismo poder tener unas paredes consistentes, los frentes de cargado de materia eran distribuidos con la finalidad de tener una rotación y de no acabar el material, es por ellos que se buscaron canteras próximas al proyecto para poder abastecer y tener un mejor manejo del material. Las etapas del carguío del material constan en la definición básicamente de los frentes de

trabajo, dirección de la carga (frente de carga, ubicación del equipo, nivel del piso), y el destino del material de carga según la distribución de descarga que se haya planificado.

Para esta actividad en chancadora del norte se cuenta con equipos de mediana capacidad y productividad, así mismo se cuenta la utilización de excavadoras con carga de material en uno o dos carriles, según las necesidades la disposición o las condiciones que exija las operaciones. La incorrecta selección y la falta de estudios en base a los indicadores hace que las operaciones se retrasen a niveles inimaginables y esto repercute en la planificación a corto plazo y esto a su vez generaría un costo en las operaciones del carguío y el acarreo.

En el proyecto reservorio la empresa chancadora del norte empleo su flota de 12 volquetes para el transporte del material, así mismo tenía 3 excavadoras para el cargado del material, además de equipos auxiliares los cuales tenían el rol de ser empleados en la construcción del reservorio, a continuación, veremos la flota de equipos.

Uno de los principales problemas que se encuentra en el planeamiento de las operaciones para el carguío y el acarreo del material dentro del reservorio opción óptima con una combinación de volquetes (coincidir el cucharón con el camión) y también en tener los indicadores de KPIs bien establecidos, para poder minimizar los tiempos y costos de transporte del material hacia su destino (Cheng, 2019).

El acarreo del material consta en trasladar el material de un lugar determinado hacia los puntos que se indiquen por planeamiento y dirigidos por operaciones hacia los puntos de llegada, frente de trabajo 1,2 o 3.

Los trabajos realizados por otras máquinas son de mucha importancia debido a que estos equipos tienen la autonomía de poder realizar los trabajos de acabado y refinado del reservorio, el objetivo principal es de habilitar accesos para que los volquetes transiten con

normalidad y no existan percances con respecto a algun fallo que pueda ocurrir y asi sea mas seguro y eficiente el circuito de las operaciones estos equipos son: Motoniveladora, rodillo, camion cisterna, cama baja, tractor de orugas (D8T), cargador frontal.

El mantenimiento de vias es de parte fundamental para realizar varias acciones, las superficies de los terrenos tienen que estar preparadas para que los camiones puedan transportar grandes cantidades de material y que este lisa para que las llantas sufran menos desgaste, el mantenimiento de esta vía es de suma importancia ya que una vía en óptimas condiciones permite el paso de camiones a una velocidad adecuada y no tiene que estar disforzando, en el proyecto reservorio chancadora del norte hace el mantenimiento de vías constantemente ya que se transita a diario con grandes cantidades de material, esto hace que las vías se maltraten y a su vez esto podría ocasionar un accidente.

Según Ramirez (2007) indica que existen demoras de rutina que son indicadores de una gestión de tiempo que no es evaluada con detenimiento, estas son algunas de las demoras: Abastecimiento de combustible y lubricantes, Mantenimiento correctivo y predictivo y el Factor humano: cansancio, necesidades, etcetera.

Existen otras restricciones para que las operaciones sean optimas, y estas se refieren a: El ángulo de giro, a las pendientes del ataque, coeficiente de rodamiento máquina y al ángulo de giro.

El factor de acoplamiento es una definición de la relación entre la capacidad del balde y la capacidad del contenedor del camión en uso. Un planificador define un sistema de carga y transporte como un número específico de camiones adecuados, normalmente esto conocido por el acrónimo en inglés "Match Factor shovel/truck", la combinación adecuada debe determinarse con un enfoque económico mediante el análisis de costos marginales y

promedio ponderados. Para determinar el factor de compatibilidad excavadora-camión (Cheng, 2019).

A la hora de decidirse por un vehículo cargado, basta conocer el tiempo de ciclo de carga, el tiempo de espera y la operación para obtener el número de cubetas que componen el vehículo cargado, pero para profundizar en el tema, acotó que la decisión de flota cargada es influenciada por muchos factores que a menudo no se consideran en esta decisión. (Xavier, 2015).

La determinación de la flota de carga es una tarea altamente sensible a muchas variables y, al mismo tiempo, al alto costo de los equipos involucrados, lo que hace que esta determinación sea crítica para el flujo de efectivo de la empresa minera. (Xavier, 2015).

Las variables que influyen en las decisiones de los vehículos de carga son: la capacidad de la unidad de carga (cucharón), la eficiencia del equipo de carga, el método de carga, la experiencia del operador del equipo, los tiempos de espera durante la carga, la altitud a la que se realizan las operaciones mineras y las condiciones climáticas y el factor de carga. (Xavier, 2015).

Según Córdova Castillo (2018) indica que “La carga y el transporte son las actividades que definen las operaciones principales en las operaciones mineras. Estos aseguran que el mineral o los desechos se trituran de manera óptima para el cargado eficiente del mineral todo esto es el primer paso en un proceso de voladura. Dado que el transporte consiste en mover material mineralizado o aséptico desde un tajo hasta un posible destino (por ejemplo, chancado, almacenamiento de mineral, vertedero, etc.), (Barreto, 2017).

Para cada tipo de máquina existen estos dos factores de producción que se pueden estimar en diferentes sistemas y a partir de los cuales se calcula finalmente el rendimiento

del equipo. Es por ello que el coste unitario de la mano de obra es un valor variable del que depende directamente y por tanto debe tenerse en cuenta. De esta forma, se pueden lograr los máximos rendimientos al reducir los tiempos de ciclo necesarios para gestionar los sistemas de trabajo y utilizar y mantener rutas de transporte óptimas. (Guevara, 2015).

Según Ramírez (2007) no habla que el ciclo se puede arrancar con deslizamiento cuando el camión recibe la carga. Luego, el camión viaja al vertedero a través de una ruta específica a lo largo de un camino minero completo. Los puntos de descarga son montones, vertederos o trituradoras. Cuando la carga está vacía, el camión da la vuelta y viaja vacío hasta la cama. Manipular el equipo de carga para cargar y vaciar la carga en lugar de descargar se llama aculamiento.

El tiempo del ciclo de transporte corresponde al tiempo que le toma a un camión de extracción cargar material, transportarlo a su destino correcto y regresar a su ubicación original, y tiene un impacto significativo en la planificación a corto plazo y determina el volumen de camiones de extracción propuesto. Cargue las instalaciones por ruta para que pueda cumplir con el plan de producción planificado. Con esto en mente, las implicaciones de las estimaciones deficientes del tiempo que tardan los camiones mineros en completar el proceso de carga y transporte punto a punto afectan directamente el éxito de los objetivos de producción y el control de los costos de minería, (Carvajal, 2015).

La eliminación del tiempo de inactividad basado en la planificación de la gestión del tiempo nos ha permitido aumentar las tasas de producción y el tonelaje de superficie. Evitar retrasos operativos y horas improductivas no programadas ejecutando planes de mantenimiento como parte de su plan de gestión del tiempo, independientemente de las condiciones mecánicas, eléctricas o de trabajo de la mina, me ayudó a mantener un ritmo de trabajo constante. Existencia de problemas o retrasos (Martínez, 2016).

Métodos probabilísticos y probabilísticos como el modelo de Elbrond (1974), que actualmente se utilizan para analizar la productividad y se basan en el modelado de colas en los destinos en función de los tiempos de producción y las capacidades del proceso como funciones de la desviación estándar. Existen varios métodos que permiten la estimación de la producción tiempo, incluyendo modelos analíticos. (Carvajal, 2015).

Comienza desde el momento de finalización de la carga (durante la descarga, la última pasada - clown) hasta el cabezal de carga de retorno de la excavadora, cuando comienza el tiempo de llenado. (Instituto Geominero de España, 1995).

Según el Anexo 20 que nos indica el tiempo que lleva desplazar el brazo de la posición "A" hacia "B", es el tiempo que debe tomarse en consideración para efectos de cálculo, así mismo cabe indicar que este tiempo depende de las habilidades del operador y las características de los equipos que se está empleando (Instituto Geominero de España, 1995).

El tiempo de llenado o carga en sí está determinado por el número de pasadas que componen la carga total del camión y el tiempo requerido para completar cada pasada. El tiempo por pasada está directamente relacionado con la condición del material que se perfora, la habilidad del operador y otros factores.

Para controlar mejor el tiempo por pasada, las operaciones (M) consideradas son: Como se muestra en el Apéndice 20, M-1: Recoger bulto (en "B"), M-2: Girar con balde lleno (de "B" a "C"), M-3: Cargar camión (Volcar, en "C") y M-4: Giro del cucharón vacío ("C" a "B"). El último paso realizado para completar la carga del camión es la operación M-1, M-2 y M-3 son solo considerado, porque cargar los camiones en el último paso completa el ciclo de carga de cada camión, y el nuevo ciclo de carga del próximo

camión está en el último pasillo. Comienza en la posición "C"(Instituto Geominero de España, 1995).

“Por lo tanto, el tiempo total del ciclo de carga está determinado por la suma del tiempo de conmutación y el tiempo de llenado.” (Cruzat, 2008).

Un método utilizado en la minería para aumentar la productividad del cargador y reducir los tiempos de espera de los camiones es usar dos camiones de volteo por excavadora. Esta operación se llama carga de doble carril. (Instituto Geominero de España, 2004).

En las operaciones mineras, si hay excedentes de camiones, estos equipos tienen que esperar a que las excavadoras limpien, lo que provoca tiempos de inactividad. Tener menos camiones de los necesarios provoca el tiempo de inactividad de la excavadora y aumenta los tiempos del ciclo de transporte de camiones. Además del costo, esto se traduce en menos producción por hora y más costo por unidad cargada y transportada cuando la excavadora no está funcionando. trabajar. Es hora de que los camiones esperen a ser cargados en el rente de carga. Medido como un porcentaje de tiempo en comparación con el resto del tiempo de actividad de la flota (Ramírez, 2007).

También se tiene que establecer horas de equipo disponible es el tiempo que el equipo está disponible para la producción. Es decir, al mismo tiempo elabora croquis con definiciones de cada uno, a disposición de las empresas mineras, para poder tener una visión mas a fondo debemos de tener las siguientes consideraciones: Horas operativas (HR). Son las horas en que el equipo está operativo y haciendo trabajo productivo, demora (D).

Un momento en el que el dispositivo funciona pero aún no realiza un trabajo productivo. Las demoras incluyen: limpieza de tolvas, cambio de operadores o cambio de guardia, reabastecimiento de combustible, despido, espera de instrucciones o supervisores,

servicios de saneamiento, detección y verificación, elaboración de perfiles, espera de topógrafos, autoayuda. y también debemos de considerar los tiempos de espera (SB). Este es el tiempo durante el cual el dispositivo está disponible mecánicamente pero se apaga por consideraciones operativas. Ejemplos de tiempo de inactividad: Interrupción del equipo de carga debido a la falta de transporte, Interrupción del transporte debido a la falta de equipo de carga, Interrupción por condiciones peligrosas, Falta de recepción, Falta de hidrante o tanque de agua, Equipo que no está listo para el mantenimiento Faltan operadores y cafeterías (Ramirez, 2007).

Este es el porcentaje del tiempo total que el equipo puede ser utilizado para su funcionamiento. Lo controlan porque es una medida de la eficiencia del mantenimiento, lo podemos ver reflejado en la fórmula ubicada páginas mas abajo (Renovalec, 2014).

Indica que la utilización es el porcentaje de tiempo que el dispositivo está operativo por cada hora que el dispositivo puede cumplir con sus objetivos de diseño o está físicamente disponible, esto lo podemos ver reflejado en la fórmula ubicada páginas mas abajo (Dounce, 2014).

Es el número promedio de unidades de producción (m<sup>3</sup>, t) ejecutadas por la planta por unidad de tiempo de operación, y el rendimiento de la planta es directamente proporcional a la tasa de producción de la planta e inversamente proporcional al tiempo de inactividad. (Mora, 2009).

Para lo antes mencionado se tuvo que diseñar los modelos de KPIs de operaciones y mantenimiento para aumentar la producción de las máquinas que operan en la cantera.

Esta investigación se llevo a cabo con la finalidad de poder demostrar que el desarrollo tecnológico en la implementación de KPIs es importante para el manejo operacional. Se puede llevar de una manera correcta desde la empresa mas pequeña hasta las mas grandes,

los indicadores son la mejor herramienta para ver que tan eficiente es el proyecto en la empresa chancadora del norte y que tan bueno es el manejo en la flota, es por ello que se hizo esta investigación, con el fin de demostrar que las empresas deben de implementarlo en sus inicios para saber la performance de sus máquinas que tienen en operación.

## **1.2. Problema**

¿Cómo la implementación de los KPIs en las operaciones de cargío y transporte incrementan la producción en la cantera Chancadora del Norte en el proyecto Reservorio?

## **1.3. Objetivos**

Implementar los KPIs en las operaciones de cargio y transporte para incrementar la producción en la cantera Chancadora del Norte en el proyecto Reservorio

### **Objetivos especificos**

Realizar un diagnóstico situacional del area de carguío y transporte en la cantera Chancadora del Norte en le proyecto reservorio.

Aplicar KPIs en las operaciones de carguío y transporte para incrementar la producción en la cantera Chancadora del norte en el proyecto reservorio.

Determinar la producción despues de aplicar los KPI's en el carguío y transporte en la cantera Chancadora del norte en el proyecto reservorio.

## **1.4. Hipótesis**

La Implementación de KPI's en las operaciones de carguío y Transporte Aumenta la producción significativamente en la cantera de la empresa chancadora del norte en el proyecto de reservorio 2019.

## CAPÍTULO II: MÉTODO

La metodología de este estudio, es la siguiente: Con tipo de enfoque cuantitativo, porque se va a realizar una diferenciación de información que ya se ha obtenido y la información que se va a observar previamente (Vega et al. 2014). El fin que persigue esta investigación es aplicada, porque cubre el requerimiento de realizar esta tesis en un tiempo establecido, y obteniendo el resultado de igual manera en el tiempo estimado (Vargas, 2009). Su temporalidad es longitudinal, porque se realizará en distintos tiempos y espacios, midiendo así una operación establecida (Álvarez, 2020). Además, es de alcance correlacional, porque busca la relación entre sus dos variables, buscando así de qué manera es su relación (Hernández., et al. 2010). Por ende, según la fuente de investigación es una investigación es primaria, porque la información necesaria no es tan común. Finalmente, su diseño de investigación es experimental-descriptiva (Agudelo y Aignerren, 2008).

La población de esta investigación son los equipos de las operaciones de carguío y transporte, de la empresa Chancadora del Norte compuesta por 6 excavadoras de las cuales 3 volvo EC380<sub>DL</sub>, 1 volvo EC210, 1 CAT 336DL y 1 excavadora Doosan DX225<sub>LCA</sub>, así mismo también se tiene dentro de la flota de transporte a 6 camiones en total: dos SHACMAN dos camiones SHACMAN (ASN 858, DOA 849) de 4 ejes y dos camiones FOTON. (AZF 880 y BBZ 863). Para la muestra se tomó aleatoriamente por conveniencia, para carguío 3 equipos CAT 336DL, VOLVO 380 Y VOLVO 210, para transporte 4 equipos AZF-880, BBZ-863, ASN-858 y DOA -849.

Para esta investigación cuantitativa, se utilizó como técnica la observación y como instrumento se está utilizando una guía de observación la cual esta validada por 3 expertos (Anexo 27).

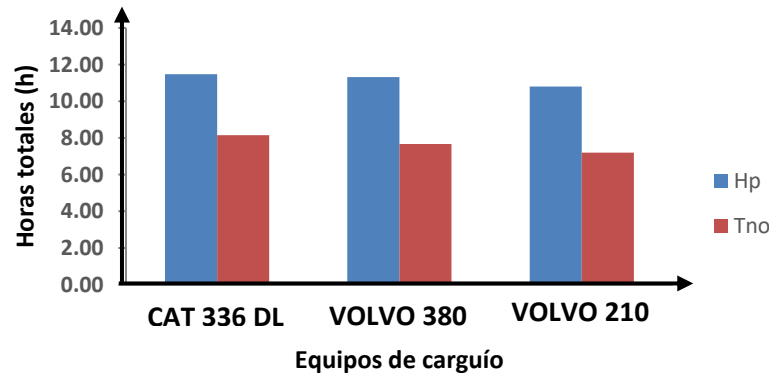
El procedimiento que se realizó para la recolección de datos en el proyecto de reservorio fue la observación directa hacia las máquinas que se tenían en operación; para así poder recolectar estos de una manera más real y eficiente, mediante esto poder tener más proximidad a la variable de estudio, en campo se tenía a un vigía el cual nos brindaba la cantidad de vueltas ejercidas por unidad en el día, esto nos servía para implementar un modelo de KPI's en operaciones de la empresa chancadora del norte y así poder realizar el estudio en mención. Los instrumentos que se tenían para la elaboración de este estudio fue una guía de observación hecha en obra para mantener en observación la cantidad de vueltas por volquete, que luego se transcribió en una ficha de observación directa trabajada con la herramienta de Excel para el cálculo hecho en unas tablas que están con fórmulas que ayudan a tener el cálculo necesario para la implementación de los KPI's de operaciones, este cuadro ayudó a mantener dichos datos en conformidad para presentarlos con la alta gerencia y ejecutar ciertas acciones. Estos datos fueron tomados durante todo el día que duraba la jornada laboral para tener cálculos más precisos con respecto al estudio que se iba a realizar.

Para el análisis de datos de información recaudada, es mediante el tiempo de duración del proyecto se estableció en programas que dan un alto grado de confiabilidad, para luego poder desarrollarlo con eficiencia, estos datos estadísticos fueron tomados con tablas para poder medir los tiempos y con gráficos como por ejemplo de columnas para identificar las diferencias más relativas entre uno y otra máquina y a su vez gráficos de tortas para medir los porcentajes que hay de diferencia cuando se emplea los KPI, Los datos obtenidos a lo largo del día fueron almacenados en la libreta de campo para luego procesarlos en el sistema de Microsoft Excel.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

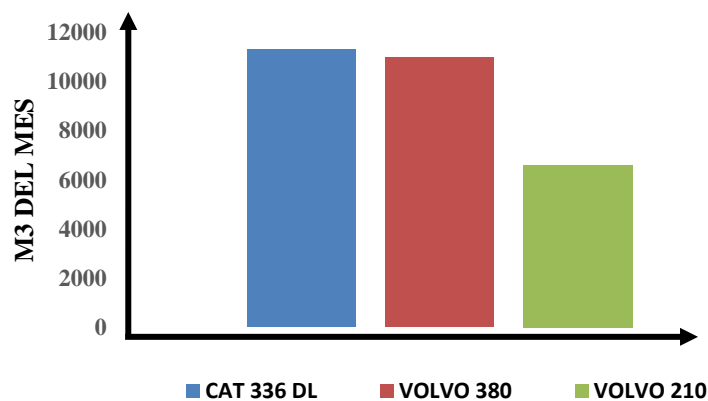
#### *Diagnóstico situacional del área de carguío y transporte la empresa Chancadora del norte proyecto reservorio-2019*

**Figura 1.** *Horas programadas vs Tiempo neto de operaciones de carguío*



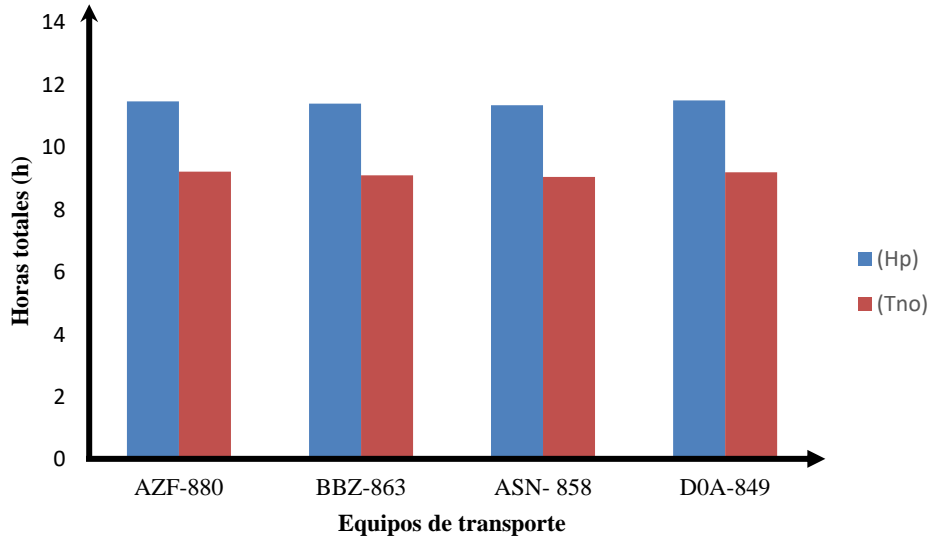
Nota: Diseño de horas totales para la implementación de KPI's, grafica sacada de la tabla número 1, la cual se encuentra en el ANEXO 3

**Figura 2.** *Producción de la maquinaria de carguío antes de la implementación*



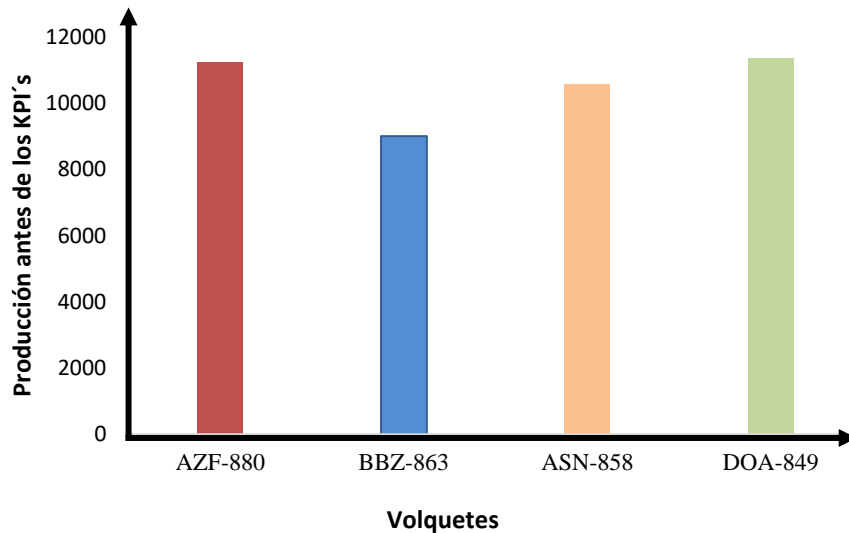
Nota: Esta figura es tomada de las frecuencias y de los pesos en m3 que movían las máquinas en el proyecto, esto nos ayuda a identificar los resultados de los KPI's al momento de implementarlos, la tabla para este gráfico lo podemos encontrar en el ANEXO 14

**Figura 3.** *Horas programadas vs Tiempo neto de operaciones de transporte*



Nota: En la figura 7, nos muestra la comparación entre los tiempos de programación de las máquinas vs -el tiempo neto total de operaciones de cada uno de los equipos de transporte de la empresa chancadora del norte. Datos obtenidos de la tabla 4, ANEXO 6.

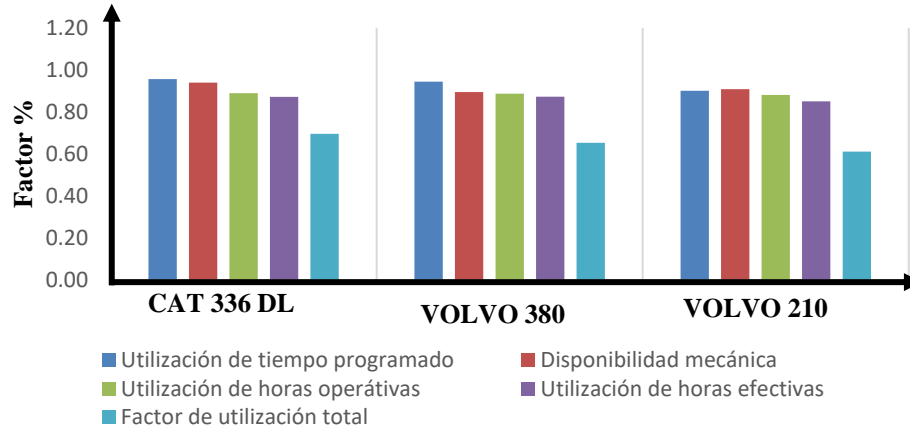
**Figura 4.** *Producción de los volquetes antes de implementación de KPI's*



Nota: Metros cúbicos totales del mes, datos tomados de la empresa chancadora ver tabla anexo 9.

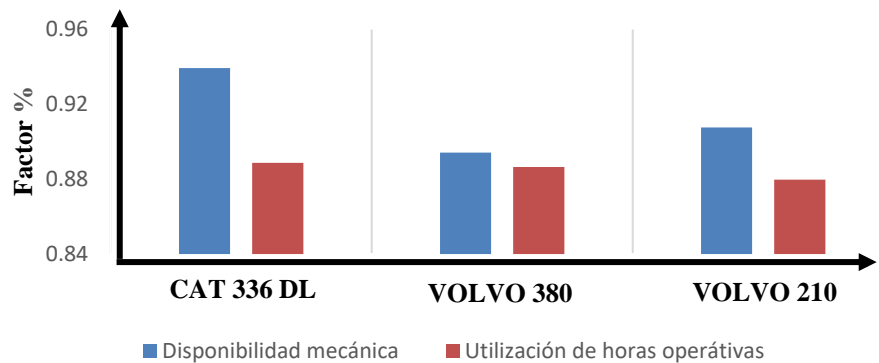
**Aplicar KPIs en las operaciones de carguío y transporte para incrementar la  
produccion en la cantera Chancadora del norte en el proyecto Reservorio**

**Figura 5. Factor de eficiencia por equipos de carguío**



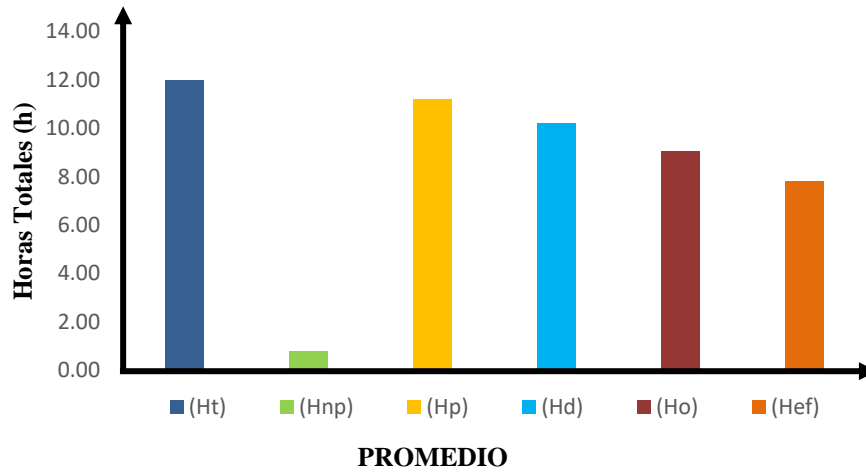
Nota: Se muestra los equipos de la empresa chancadora del norte en su implementación de KPI's. Datos obtenidos de la tabla 2, ANEXO 4.

**Figura 6. Disponibilidad mecánica vs Utilización de horas operativas**



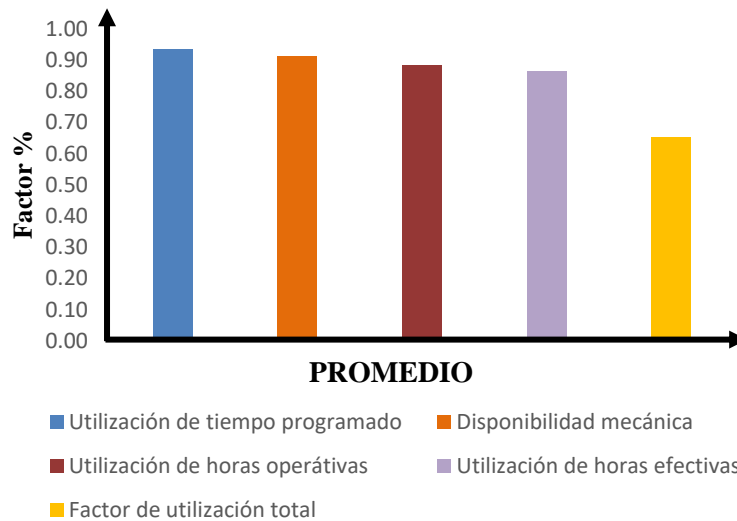
Nota: Los equipos comprometidos con el cargado del material de chancadora del norte están haciendo uso efectivo de las horas operativas con respecto a la disponibilidad mecánica que tienen. Datos obtenidos de la tabla 2, ANEXO 4.

**Figura 7.** *Distribución de tiempos promedio de carguío*



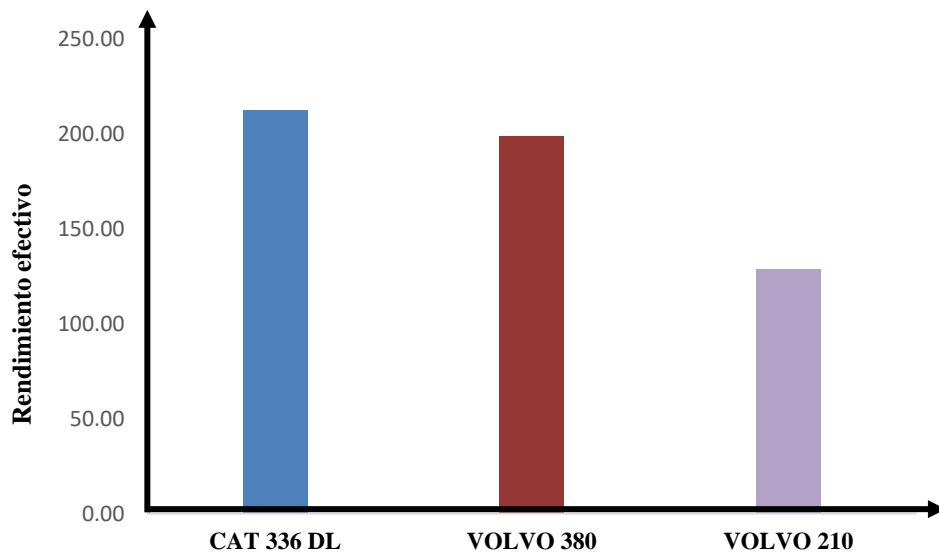
Nota: Los tiempos promedios de las 3 máquinas ya antes mencionadas para poder medir su tiempo de trabajo. Grafica sacada de la tabla número 1, la cual se encuentra en el ANEXO 3.

**Figura 8.** *Factor de eficiencia del sistema de carguío*



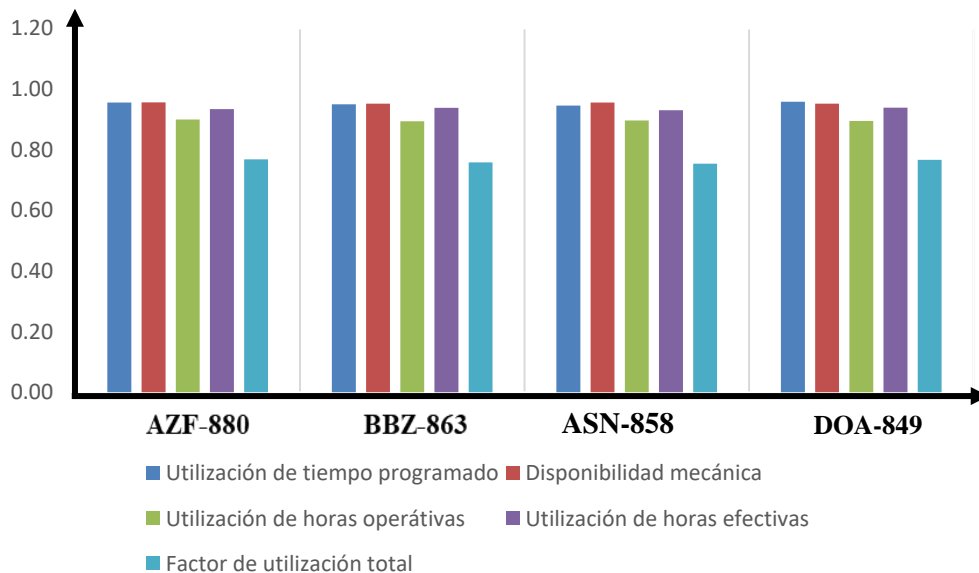
Nota: Se muestra el promedio entre los factores para los equipos de acarreo de la empresa chancadora del norte. Datos obtenidos de la tabla 2, ANEXO 4.

**Figura 9.** *Rendimiento efectivo por equipo y material de carguío*



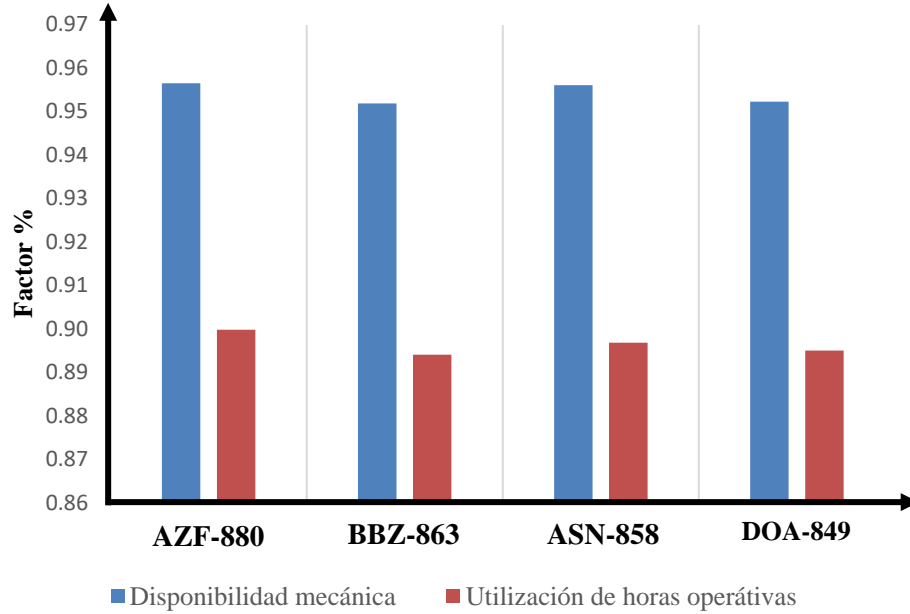
Nota: Se muestra de una manera más resumida los datos que fueron tomados en campo del proyecto de chancadora del norte. Datos obtenidos de la tabla 3, ANEXO 5.

**Figura 10. Factor de eficiencia del transporte**



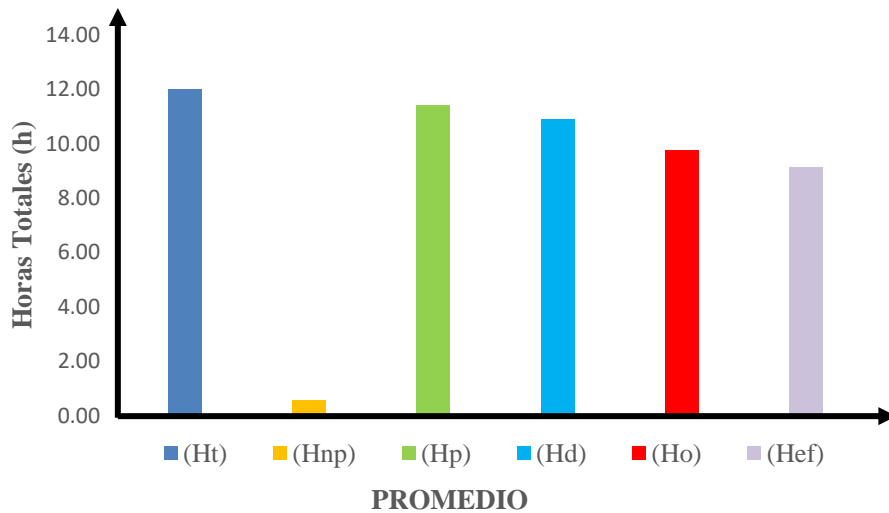
Nota: En la figura 8, podemos ver el promedio de los factores para los cuatro equipos de transporte de la empresa chancadora del norte. Datos en el ANEXO 7.

**Figura 11.** Disponibilidad mecánica vs Utilización de horas operativas



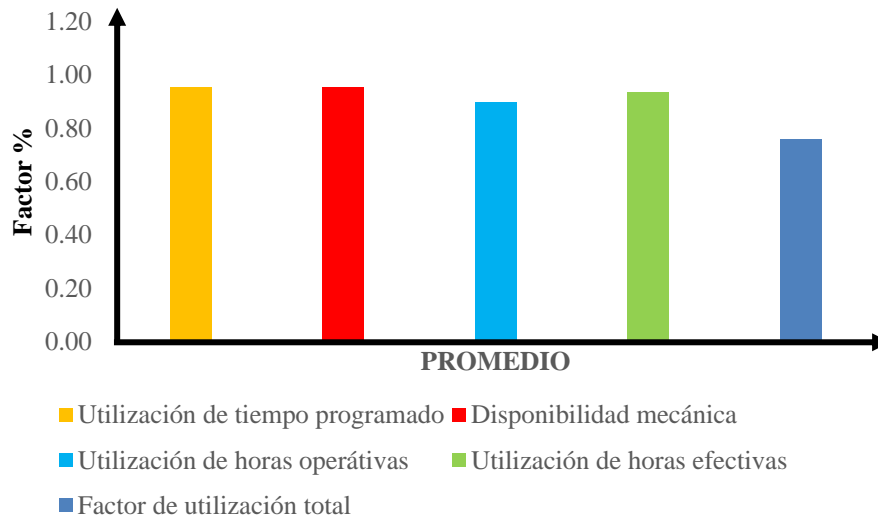
Nota: Como se observa en la figura 9, nos damos cuenta de que cada equipo está haciendo del uso efectivo de sus horas operativas con respecto a su disponibilidad mecánica en la empresa chancadora del norte. Datos en el ANEXO 7.

**Figura 12.** Distribución de tiempos promedios de transporte



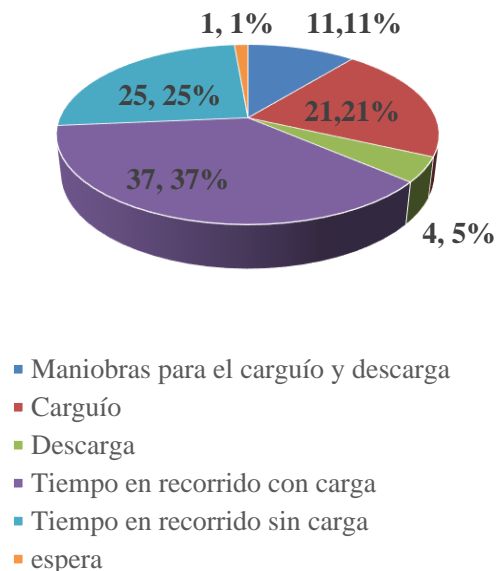
Nota: Los tiempos de distribución de los volquetes de la empresa chancadora del norte. Datos en el ANEXO 6.

**Figura 13.** *Factor de eficiencia del equipo de transporte*



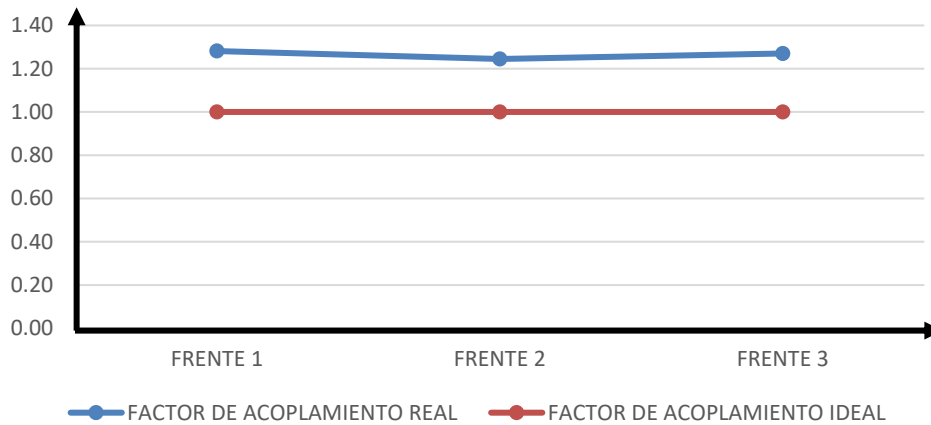
Nota: Se muestra la eficiencia total del transporte en la empresa chancadora del norte es de un total del 76%, estos datos son sacados de la empresa chancadora del norte. Datos en el ANEXO 7.

**Figura 14.** *Factores que incrementan el tiempo del ciclo del transporte*



Nota: Cabe destacar que los porcentajes de colas y esperas son meramente indicativos, ya que estos datos no determinan la producción ya que los tiempos muertos no aparecen de forma regular. Esto demuestra que no sabemos el momento exacto en que ocurre el tiempo muerto.

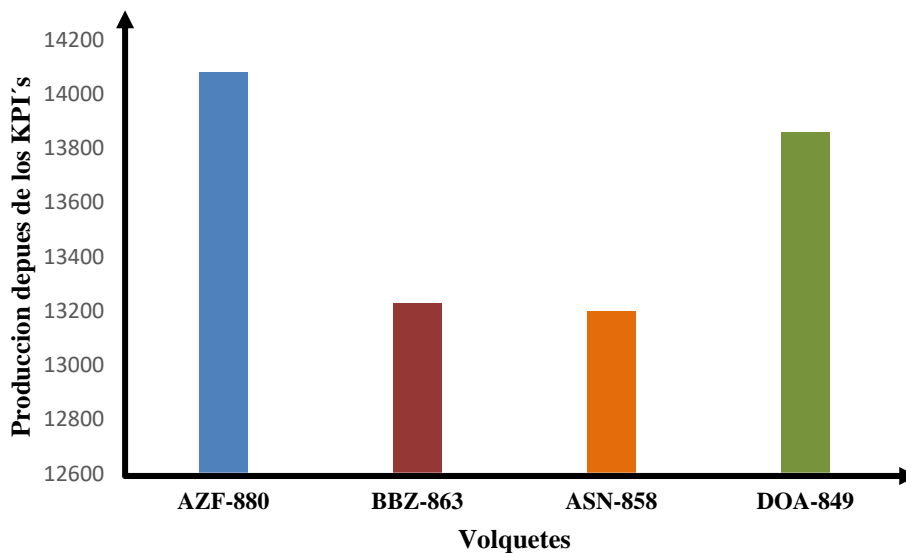
**Figura 15.** *Factor de Acoplamiento Real vs Ideal*



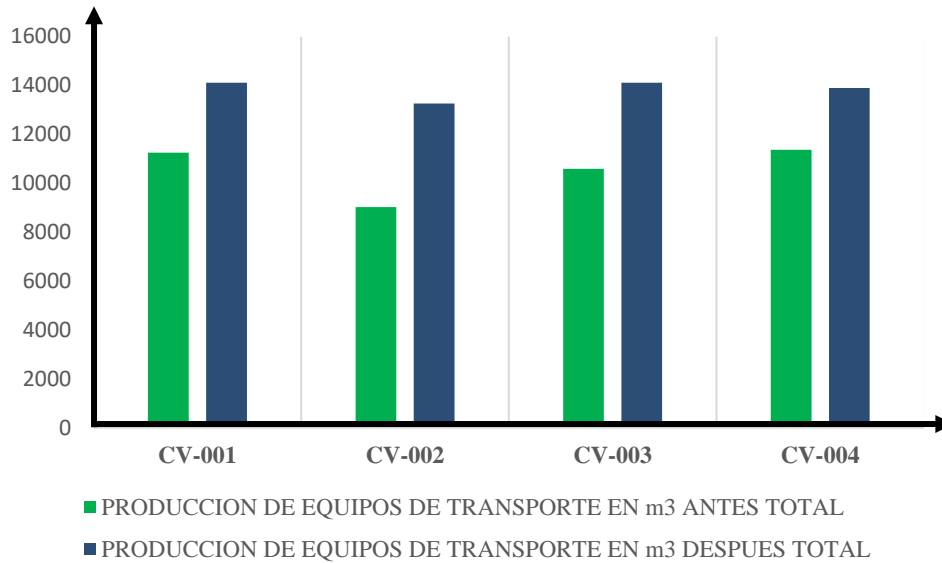
Nota: Los factores de acoplamiento se encuentran por encima de la unidad la cual sería la ideal, estos datos fueron tomados de la empresa chancadora del norte. Datos obtenidos del ANEXO 11.

**Determinar la producción después de aplicar los KPIs en el carguío y transporte en la cantera Chancadora del norte en el proyecto Reservorio.**

**Figura 16.** *Producción de carguío después de implementar KPI's*



**Figura 17. Indicadores de producción de transporte**



Nota: En la figura podemos observar que el incremento de la producción es notable después de haber implementado los indicadores, estos datos fueron sacados de la empresa chancadora del norte. Datos obtenidos del ANEXO 9.

**Demostración de la hipótesis**

**Tabla 1**

*Estadísticas descriptivas*

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Antes	4	10530	1076	538
Después	4	13593	445	223

**Prueba**

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

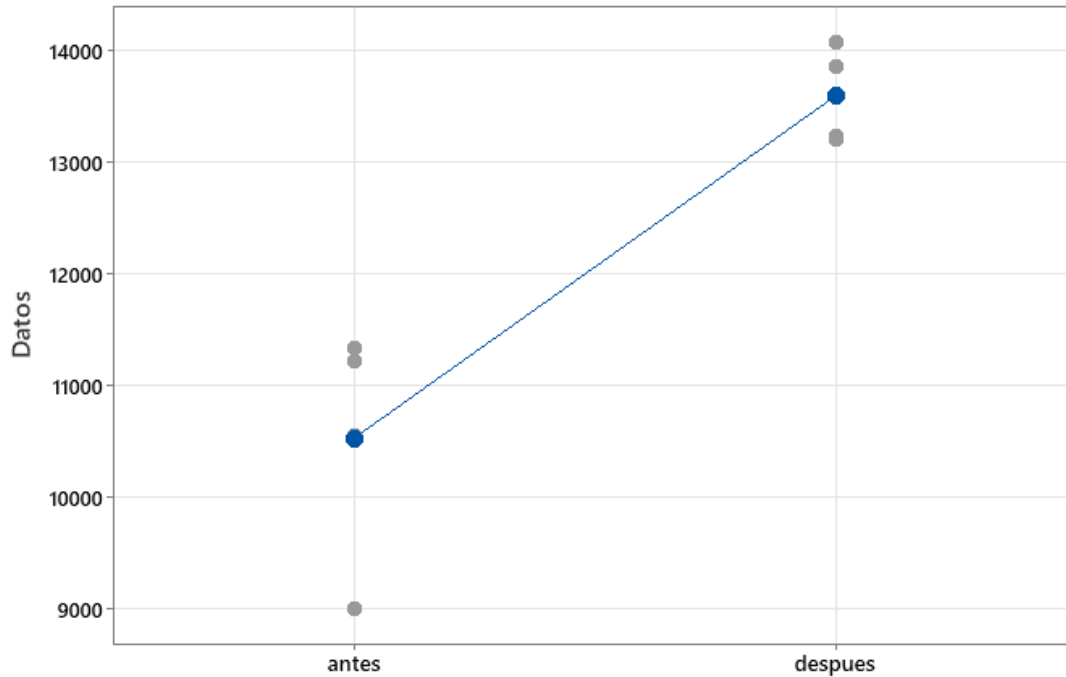
**Tabla 2**

*Prueba de Hipótesis aplicando la T de student*

Valor T	GL	Valor p
-5.26	6	0.002

Nota: se usó el software minitab statistical versión 16

**Figura 18.** *Gráfica de valores individuales del antes y después de la producción en los Volquetes en estudio*



## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Discusión

Para las gestiones de mantenimiento y operaciones se debe tener una planificación ya que los factores de la gestión de estas son importantes para poder determinar la utilización y producción de los equipos de carguío, en la figura 2 podemos observar la producción que se tiene gracias a la buena aplicación de los resultados de mantenimiento y operaciones, estos resultados vienen con un incremento del 25%, 32%, 18,3% y 20,3% de la flota de transporte la cual está en la figura 15, al igual que Cárdenas (2022) aplicando indicadores claves de desempeño logró una disponibilidad mecánica 75% y 76% y una disponibilidad 82% y 85% en los equipos carguío y en los equipos de acarreo una disponibilidad mecánica de 70%, 71%, 72% y

70% y la utilización 75%, 78%, 77% y 76%, pero Cheng (2019) indica que, en sus resultados según la combinación de excavadoras y camiones existentes, se superan los camiones, donde su factor de acoplamiento está cercano a 1; enfocándose en distintos escenarios, uno de ellos es la productividad del cargador. Se recomienda que para los camiones apliquen el método "drive-by" donde la posición de carga de los camiones es paralela a la superficie del banco, esto eliminará el tiempo inverso de los camiones y, por lo tanto, reducirá el tiempo de ciclo de los camiones.

En la aplicación de KPI's se observa que los factores cambian según las horas programadas que se dan a cada uno de los equipos, uno de estos factores son los de disponibilidad de los equipos gracias a una buena gestión de tiempos, ejemplo de ello son la utilización de tiempo programado las cuales teníamos en un 95%, la utilización de las horas operativas es de un 90%, 95% la disponibilidad mecánica, todos estos factores son gracias a una buena gestión de tiempos, como lo indica Pizarro (2019) logro elevar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en más de 8% logrando bajar los tiempo de ida y vuelta en carguío y acarreo. Guerra-López & Montes de Oca-Risco (2017), indican que la productividad de los equipos de carguío está afectada a cualquier cambio y que una buena planificación de la gestión de mantenimiento y la utilización por parte operacional es un tema de mucha importancia, en su estudio tiene como línea de tiempo 1 año teniendo valores de productividad excavación – carga, 51,72%, 48,88% y 55,51%, estos datos fueron generados debido a la disponibilidad técnica y la utilización.

La investigación determinó que la empresa chancadora del norte mediante esta implementación de KPI's a la flota de Transporte puede gestionar mejor, la disponibilidad mecánica que se obtuvo de todo este seguimiento con un 76% como

factor de utilización total de los equipos de transporte. Donde Rojas y Muñoz (2018) logrando una disponibilidad mecánica y utilización de 85, 8% y 81 demostrando que las demoras improductivas influyen significativamente en los KPI's para una mina de tajo abierto.

### *Conclusiones.*

Al implementar una gestión de tiempos en la empresa chancadora del norte se obtuvo un incremento de la producción en los equipos de transporte, la implementación de KPI's permitió tener una visión más amplia en las áreas de mantenimiento y operaciones, todo esto se vio reflejado en el incremento de la producción de transporte demostrándose que con una significancia de 95 % se obtiene un  $p_{valor}$  de 0,002 en la "t" de student existiendo una diferencia significativa entre la producción de transporte antes de la aplicación de KPI'S y la producción de transporte después de la implementación de los KPI's

Antes de la implementación de KPI la empresa chancadora del norte no contaba con ningún registro de actividades, el control de la misma se llevaba bajo un concepto muy precario, cuando se implementan las tablas se logra identificar los puntos donde se estaba flaqueando y se identifican los cuellos de botella, la producción una vez hecho esto fue de un promedio en total de 63 cubos y en tonelaje de casi 80 tn, cuando se establece los datos principales se obtiene el rendimiento en horario efectivo por equipo los cuales fueron de 60,81 t/h, esto es antes de la implementación de los indicadores de control, ya una vez implementados se obtuvo un mejor registro de 70,15 t/h, bajo este concepto se pudo determinar que la implementación de los KPI's incrementa la producción en el transporte.

De acuerdo con los datos obtenidos en las operaciones de transporte se tiene que una inadecuada relación entre los equipos de transporte con respecto a los equipos de carguío genera unos tiempos muertos estos en promedio son de 1,50 hrs, los cuales no sirven de mucho porque en ese transcurso es donde se generan las colas y estas hacen que los equipos pierdan combustible (consumo de combustible por volquete es de 25 glns), el cual sirve para el rendimiento y si se consume mucho combustible la empresa pierde en dinero, este valor no es muy alto ya que gracias a un buen factor de acoplamiento que se realizó se pudo reducir este margen. Así mismo se pudo determinar el ciclo total del transporte el cual tiene tiempos determinados por los indicadores de KPI's lo cual se corrobora en las tablas realizadas en el área de resultados.

La implementación de KPI's mejora la producción, y también mejora en gran parte el manejo operacional de las máquinas aumentando el rendimiento, generando la implementación de nuevos recursos y mejora la toma de decisiones para la obtención de mejores resultados.

## REFERENCIAS

Álvarez (2011). *Identificación de oportunidades de mejora en la gestión del transporte del carbón en Colombia con six sigma*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169522483003>

Apaza, E. (2017). *Disminución de tiempos improductivos para incrementar la utilización de los equipos de carguío y acarreo en la mejora continua de la productividad en el tajo Chalarina en minera Shahuindo SAC*. Recuperado de repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo.

Barreto, L. (2017). Optimización del número de camiones 785c CAT y cargador frontal 992k cat mediante el match factor en la ruta mineral – stock pile antapaccay – chancadora tintaya san Martín contratistas generales S.A. Recuperado de Repositorio de la Universidad Nacional San Agustín – Arequipa.

Cárdenas C. (2022). Optimización de la productividad de los equipos de carguío y acarreo en la CÍA. Cárdenas S.R.L. Mediante Indicadores Claves de desempeño -2019. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Córdoba F. (2019). Determinación de los KPI's de la flota de camiones para la optimización del acarreo de lastre en la mina Pierina 2017. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Cheng, E. (2019). Match factor determination of excavator-truck combination in surface mining: case study of merit pila coalfield, Sarawak. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/331680652\\_MATCH\\_FACTOR\\_DETERMINATION\\_OF\\_EXCAVATOR-](https://www.researchgate.net/publication/331680652_MATCH_FACTOR_DETERMINATION_OF_EXCAVATOR-)

TRUCK\_COMBINATION\_IN\_SURFACE\_MINING\_CASE\_STUDY\_OF\_MERI  
T\_PILA\_COALFIELD\_SARAWAK

García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, España: Ediciones Días de Santos S.A.

Guerra E. & Montes de Oca A. (2018). Relación entre la productividad, en mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/68711>

Gonzales (2014). *Eficiencia en el transporte en minería a cielo abierto. Aplicado a una cantera de caliza*, Máster universitario en ingeniería energética, Universidad de Oviedo, España. Guerra, E. & Montes de Oca A. (2018). *Relación entre la productividad, en mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/1695/169559150002/html/>

Gallego – Torres, A. (2020). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA*. Revista Científica. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cient/n29/2344-8350-cient-29-00115.pdf>

Estenoz S., Rodríguez A., Batista N. & Perdomo A. (2011). *Sistema de control y seguimiento de las operaciones de extracción y transporte en la UB mina de la empresa comandante Ernesto Che Guevara*. Extraído de congreso minero de cuba.

Mora, A. (2009). *Mantenimiento, planeación, ejecución y control*. México D.F., México: Alfaomega Grupo Editor S.A.

Instituto tecnológico Geominero de España (1ra Ed.) (1995). *Manual de arranque, carga y transporte en minería a cielo abierto*. Madrid, España: Ministerio de industria Comercio y Turismo, secretaria general de la Energía y Recursos Minerales

Renovalec (2014). *Renovalec y los indicadores de mantenimiento*. Madrid, España.

SEAS, Estudios Superiores Abiertos (2013). *Gestión de mantenimiento I*. Zaragoza, España: El depositario, con autorización expresa de SEAS, S.A.

Machaca, E. (2017). *Selección de equipos de carguío y transporte mediante el factor de acoplamiento para los tres primeros LIFTS de la reconformación del botadero Jesica en la mina Aruntani*. Recuperado de repositorio de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Vidal, M. (2010). *Estudio del cálculo de flota de camiones para una operación minera a cielo abierto*. Recuperado de repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Universidad Nacional de Piura (2016), *Equipos de acarreo en minería superficial*. Extraído de Facultad de Ingeniería de Minas.

Martínez, (2016). *Incremento de producción a partir de la gestión del tiempo en el 77 transporte de mineral en el sector Nicole, Concesión Minera Esperanza II, Empresa Minera Minecsa, Zaruma-Ecuador*. Recuperado de repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo.

Muñoz D. y Rojas A. (2021). “Influencia de las demoras efectivas y mecánicas en los KPI's de carguío del equipo CAT 374FL, en una mina a tajo abierto en Cajamarca, 2021. Universidad Privada del norte.

López, M. (2008). Análisis y gestión de costos en explotación minera a cielo abierto. Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería de Minas, Chile.

Ramírez, N. (2007). Sistema de Gestión del Tiempo en Operaciones Mineras (1ra ed.; G. Quiquia, Ed.). Lima: Imprenta Gráfica Rocío

Zapata, J. (2009). Logística esbelta aplicada al transporte en el sector minero. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n25/n25a10.pdf>.

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### Matriz de consistencia

TÍTULO: DISEÑO DE KPI'S DE OPERACIONES, CARGUÍO Y TRANSPORTE PARA EL INCREMENTO DE PRODUCCION EN CANTERA DE LA EMPRESA CHANCADORA DEL NORTE PARA EL PROYECTO RESERVORIO – 2019					
PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p>¿De qué manera la implementación de KPI's de operaciones puede incrementar la producción en cantera para el proyecto reservorio 2019?</p>	<p>H1: La Implementación de KPI's en las operaciones de carguío y Transporte Aumenta la producción significativamente en la cantera de la empresa chancadora del norte en el proyecto de reservorio 2019</p>	<p><b>GENERAL:</b> Implementar KPI's de operaciones de carguío y transporte para incrementar la producción en la cantera, Chancadora del Norte en el proyecto Reservorio.</p>	<p><b>VARIABLE 1:</b> <b>Independiente</b></p> <p>Modelos de KPI's de operaciones.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Aplica <b>Según su nivel:</b> Descriptiva <b>Diseño:</b> Experimental</p> <p>M1 → O ← M2</p> <p><b>Técnica:</b> Observación.</p> <p><b>Instrumento:</b> Ficha de observación.</p> <p><b>Método de análisis de datos:</b> Tablas en Excel, gráficos de Excel, Minitab.</p>	<p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>Flota de carguío y transporte de la empresa chancadora del norte.</p>
		<p><b>ESPECÍFICOS:</b></p> <p>Realizar un diagnóstico situacional del área de carguío y transporte en la cantera Chancadora del Norte en el proyecto reservorio.</p> <p>Aplicar KPI's en las operaciones de carguío y transporte para incrementar la producción en la cantera Chancadora del norte en el proyecto Reservorio.</p> <p>Determinar la producción después de aplicar los KPI's en el carguío y transporte en la cantera Chancadora del norte en el proyecto Reservorio.</p>	<p><b>VARIABLE 2:</b> <b>Dependiente</b></p> <p>Aumento de producción.</p>	<p><b>MUESTRA</b></p> <p>Será la misma flota de carguío y acarreo de la empresa en mención sobre el cual se estudiará según los métodos buscados.</p>	

**ANEXO 2:**

**Matriz de Operacionalización de variable**

TÍTULO: DISEÑO DE KPI'S DE OPERACIONES, CARGUÍO Y TRANSPORTE PARA EL INCREMENTO DE PRODUCCIÓN EN CANTERA DE LA EMPRESA CHANCADORA DEL NORTE PARA EL PROYECTO RESERVORIO – 2019					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  <b>Incremento de producción</b>	El incremento de la producción consiste en una secuencia de operaciones unitarias que transforman los materiales haciendo que pasen de una forma dada a otra que se desea obtener como secuencia final de la cadena de suministro. (Caba, Chamorro & Fontalvo, s.f)	Para poder analizar el incremento de producción tenemos que ver cual diseño de indicadores va más acorde con el, y así poder desempeñarlo con éxito.	Rendimiento	Producción promedio  Tiempo de operación	Ordinal
			Utilización	Programación Operaciones  Horas operativas	Ordinal
			Disponibilidad	Mantenimiento  Horas de parada	Ordinal
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  <b>Implementación de KPI's</b>	Los KPI's son métricas que nos ayudan a identificar el rendimiento de una determinada acción o estrategia. Estas unidades de medida nos indican nuestro nivel de desempeño en base a los objetivos que hemos fijado con anterioridad. (Espinosa, 2016)	Para la implementación de los modelos de KPI's es necesario la toma de datos con respecto al desempeño de cada máquina que está en operación en la cantera de la empresa chancadora del norte.	Productividad	Recursos  Producción	Ordinal
			Maquinaria	Acoplamiento  Número de equipos  Ciclos	Ordinal

### ANEXO 3:

*Tabla 1. Distribución de tiempos de trabajo por maquinaria.*

CÓDIGO	HORAS DE EXCAVADORAS			PROMEDIO
	CAT 336 DL (hrs)	VOLVO 380 (hrs)	VOLVO 210 (hrs)	
(Horas totales)	12,00	12,00	12,00	12,00
(Horas no Programadas)	0,53	0,68	1,2	0,80
(Horas Programadas)	11,47	11,32	10,8	11,20
(Tiempo demoras mecánicas)	0,70	1,20	1,00	0,97
(Horas disponibles)	10,8	10,1	9,8	10,23
(Tiempo demoras no operativas)	1,2	1,15	1,18	1,18
(Horas Operativas)	9,57	8,97	8,62	9,05
(Tiempos demoras operativas)	1,24	1,15	1,30	1,23
(Horas efectivas)	8,33	7,82	7,32	7,82
(Tiempo neto operación)	8,15	7,67	7,20	7,67
(Tiempo operación auxiliar)	0,18	0,15	0,12	0,15
<b>TIEMPO TOTAL (h)</b>	<b>12,00</b>	<b>12,00</b>	<b>12,00</b>	<b>12,00</b>

Nota: Los datos de tiempos que se muestran en la tabla número 1 fueron tomados del área de operaciones de la empresa chancadora del norte durante las labores.

**ANEXO 4:**

**Tabla 2.** Resumen de factores de utilización

DESCRIPCIÓN	EXCAVADORAS			PROMEDIO (%)
	CAT 336 DL (%)	VOLVO 380 (%)	VOLVO 210 (%)	
Utilización de tiempo programado	0,96	0,94	0,90	0,93
Disponibilidad mecánica	0,94	0,89	0,91	0,91
Utilización de horas operativas	0,89	0,89	0,88	0,88
Utilización de horas efectivas	0,87	0,87	0,85	0,86
<b>Factor de utilización total</b>	<b>0,69</b>	<b>0,65</b>	<b>0,61</b>	<b>0,65</b>

Nota: En la tabla N° 2 podemos observar el factor de utilización del total de las máquinas de carguío de la empresa chancadora del norte.

**ANEXO 5:**

**Tabla 3. Resumen de rendimientos de equipos de carguío.**

DESCRIPCIÓN	HORAS DE EXCAVADORAS			PROMEDIO	UNIDAD
	CAT 336 DL	VOLVO 380	VOLVO 210		
Ciclo de carguío por cucharada	15	14	12	13.67	Seg
Numero de pases de carga	10	11	22	14.33	UNIDAD
Capacidad de cucharón	2.30	2.25	1.3	1.95	m <sup>3</sup>
Factor de esponjamiento	1.83	1.83	1.35	1.67	%
Factor de llenado de cucharón	0.82	0.8	0.75	0.79	%
Densidad In-Situ	1.8	1.8	1.9	1.83	t/m <sup>3</sup>
Carga neta de cuchara	2.2	2.1	0.89	1.73	m <sup>3</sup> /cuch
Carga neta de cuchara en toneladas	2.42	2.31	1.20	1.98	t/cuch
Maniobras de volquete y excavadora	1.55	1.75	2.06	1.79	Minutos
Tiempo de ciclo carguío a volquete	4.05	4.31	6.46	4.94	Minutos
<b>Tiempo total del ciclo de carguío a volquete</b>	<b>5.6</b>	<b>6.06</b>	<b>8.52</b>	<b>6.73</b>	Minutos
Rendimiento por hora total en volumen	235.2	228.71	137.89	200.77	m <sup>3</sup> /h
Rendimiento por hora total en toneladas	259.29	251.58	151.68	220.85	t/h
Factor de eficiencia	0.94	0.79	0.91	0.88	%
<b>Rendimiento horario efectivo</b>	<b>221.088</b>	<b>203.56</b>	<b>125.47</b>	<b>180.55</b>	t/h

Nota: Como se observa en la tabla N° 3 vemos los rendimientos por máquina excavadora operando en la empresa chancadora del norte.

**ANEXO 6:**
**Tabla 4.** *Distribución de horas de trabajo transporte*

CÓDIGO	HORAS DE CAMIONES VOLQUETES				
	AZF-880	BBZ-863	ASN- 858	D0A-849	PROMEDIO
(Horas totales)	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
(Horas no Programadas)	0,53	0,60	0,65	0,50	0,57
(Horas Programadas)	11,47	11,4	11,35	11,50	11,43
(Tiempo demoras mecánicas)	0,50	0,55	0,50	0,55	0,53
(Horas disponibles)	11,0	10,9	10,9	10,95	10,91
(Tiempo demoras no operativas)	1,1	1,15	1,12	1,15	1,13
(Horas Operativas)	9,87	9,70	9,73	9,80	9,78
(Tiempos demoras operativas)	0,65	0,6	0,68	0,60	0,63
(Horas efectivas)	9,22	9,10	9,05	9,20	9,14
(Tiempo neto operación)	9,22	9,10	9,05	9,20	9,14
(Tiempo operación auxiliar)	0	0	0	0	0,00
<b>TIEMPO TOTAL (h)</b>	<b>12,00</b>	<b>12,00</b>	<b>12,00</b>	<b>12,00</b>	<b>12,00</b>

Nota: Los datos de tiempos que se muestran en la tabla número 4 fueron tomados del área de operaciones de la empresa chancadora del norte durante las labores.

**ANEXO 7:**

**Tabla 5.** *Resumen de factores de utilización de equipos de transporte.*

<b>VOLQUETES</b>						
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>AZF-880</b>	<b>BBZ-863</b>	<b>ASN- 858</b>	<b>D0A-849</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>UNIDAD</b>
Utilización de tiempo programado	0,96	0,95	0,95	0,96	0,95	%
Disponibilidad mecánica	0,96	0,95	0,96	0,95	0,95	%
Utilización de horas operativas	0,90	0,89	0,90	0,89	0,90	%
Utilización de horas efectivas	0,93	0,94	0,93	0,94	0,93	%
<b>Factor de utilización total</b>	<b>0,77</b>	<b>0,76</b>	<b>0,75</b>	<b>0,77</b>	<b>0,76</b>	%

Nota: En la tabla N° 5 podemos observar el factor de utilización del total de las máquinas de carguío de la empresa chancadora del norte.

## ANEXO 8:

**Tabla 6. Resumen de rendimiento del transporte**

DESCRIPCIÓN	HORAS DE VOLQUETES				PROMEDIO	UNIDAD
	AZF-880	BBZ-863	ASN-858	DOA-849		
Maniobras para el carguío	25,5	28,5	32	27,5	28,38	Seg
Carguío	240,5	220,4	195,7	210,15	216,69	Seg
Maniobras para la descarga	91,5	85,4	75,6	86,2	84,68	Seg
Descarga	45,5	35,81	54,34	48,26	46,14	Seg
Tiempo en recorrido con carga	380,4	440,4	350,4	375	386,55	Seg
Tiempo en recorrido sin carga	270,48	310,25	220,54	235,54	259,20	Seg
Tiempo en operaciones auxiliares	10,2	15,87	14,2	16,5	14,19	Seg
<b>Total, del ciclo del transporte</b>	<b>16,98</b>	<b>18,94</b>	<b>15,71</b>	<b>16,65</b>	<b>17,07</b>	<b>minutos</b>
Capacidad de volquete	19,25	20,8	22,4	21,5	20,99	m3/volq
% de esponjamiento del material	1,83	1,83	1,35	1,4	1,60	%
Densidad in-situ	1,8	1,8	1,9	1,8	1,825	t/m3
Carga útil de Volquete	16,45	18,40	20,35	19,75	18,74	m3/volq
Carga útil de volquete	24,68	27,60	30,53	29,63	28,11	t/volq
Rendimiento por hora total	46,54	58,09	53,29	54,81	53,19	m3/h
Rendimiento por hora total	69,82	87,14	79,94	82,22	79,78	t/h
Factor de eficiencia	0,77	0,76	0,75	0,77	0,7625	%
<b>Rendimiento horario efectivo</b>	<b>53,76</b>	<b>66,23</b>	<b>59,95</b>	<b>63,31</b>	<b>60,81</b>	<b>t/h</b>

Nota: Como se observa en la tabla N° 6 vemos los rendimientos por máquina volquete operando en la empresa chancadora del norte.

**ANEXO 9:**

**Tabla 7. Cálculo de producción de equipos de transporte**

PRODUCCIÓN DE EQUIPOS DE TRANSPORTE EN m3							
FLOTA	MESES	ANTES			DESPUÉS		
		VUELTAS/MES	CUBOS	TOTAL	VUELTAS/MES	CUBOS	TOTAL
CV-001		510	22	<b>11220</b>	640	22	<b>14080</b>
CV-002		450	20	<b>9000</b>	630	21	<b>13230</b>
CV-003	1	480	22	<b>10560</b>	640	22	<b>13200</b>
CV-004		540	21	<b>11340</b>	660	21	<b>13860</b>

Nota: En la tabla 7 podemos observar la producción de la flota encargada de transportar material del reservorio hacia los taludes, estos datos fueron sacados de la empresa chancadora del norte.

**ANEXO 10:***Tabla 8. Parámetro de análisis*

<b>CASO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PARÁMETROS</b>
1	Cuando hay exceso de excavadoras; la eficiencia del carguío es 100%	$FA < 1$
2	Cuando hay exceso de cargadores: la eficiencia del transporte es 100%	$FA > 1$
3	Cuando el factor de acoplamiento es ideal	$FA = 1$

**Fuente:** Mayhua & Mendoza (2012)

**ANEXO 11:****Tabla 9.** *Factor de acoplamiento en los frentes*

<b>TRABAJO</b>	<b>CICLO DE CARGUÍO</b>	<b>N° DE EQUIPOS DESIGNADOS</b>	<b>CICLO DE TRANSPORTE</b>	<b>FACTOR DE ACOPLAMIENTO REAL</b>	<b>FACTOR DE ACOPLAMIENTO IDEAL</b>
FRENTE 1	5.44	4	16.98	1.28	1
FRENTE 2	5.21	4	16.74	1.24	1
FRENTE 3	5.35	4	16.85	1.27	1

Nota: Para la realización de la tabla 9 se extrajeron los distintos tiempos de carguío y transporte de las tablas ya antes trabajadas, estos tiempos fueron tomados en campo para que el factor de acoplamiento sea el mejor posible.

**ANEXO 12:**
**Tabla 10. Cantidad de camiones del proyecto.**

<i>CAMIONES VOLQUETES</i>			
<i>MARCA</i>	<i>MODELO</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>TONELAJE</i>
<i>SHACMAN</i>	SX3255DT384	<i>5</i>	<i>20</i>
<i>SHACMAN</i>	SX3316DV366C	<i>1</i>	<i>20</i>
<i>SHACMAN</i>	ISM11E4	<i>1</i>	<i>20</i>
<i>SHACMAN</i>	SX3317DV306C	<i>1</i>	<i>20</i>
<i>FOTON</i>	BJ3319DNPJ-43	<i>1</i>	<i>22</i>
<i>FOTON</i>	BJ3319DPPKC-A7	<i>1</i>	<i>22</i>
<i>FOTON</i>	AUMAN- BJ3259DLPKBAA	<i>1</i>	<i>22</i>

**Fuente: PROPIA**
**ANEXO 13:**

**Tabla 11.** *Cantidad de excavadoras estudiadas.*

<b>EXCAVADORAS</b>		
<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>	<b>TONELAJE</b>
VOLVO	380	2.5
CAT	336DL	2.5
VOLVO	210	1.5

**Fuente:**

**PROPIA**

**Tabla 12. PRODUCCIÓN DE EQUIPOS DE CARGUÍO**

PRODUCCIÓN DE EQUIPOS DE CARGUÍO EN m3			
FLOTA	ANTES		
	M3/H	CUBOS	TOTAL
CAT 336 DL	235.71	2.3	11314.08
VOLVO 380	228.71	2.25	10978.08
VOLVO 210	137.89	1.3	6618.72

**Fuente: PROPIA**

**ANEXO 15:**

$$fc = \frac{n \cdot T}{N \cdot p \cdot t}$$

*Ecuación 1. Factor de compatibilidad*

N = N° total de cucharones o baldes.

n = Total de unidades.

p = Numero de pase para

t = ciclo del cucharon o balde

T = ciclo del camión.

**ANEXO 16:**

$$TCT = TAC + TC + TVC + TAD + TD + TVV + D$$

***Ecuación 2. Tiempo de ciclo de acarreo***

Donde:

*TCT: Tiempo de Ciclo de Transporte (min.)*

*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.)*

**ANEXO 17:**

$$DM = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas malogrado}}{\text{Horas Totales}} * 100\%$$

*Ecuación 3. Disponibilidad mecánica*

**ANEXO 18:**

$$UT = \frac{\text{Horas Operativas} + \text{Demoras}}{\text{Horas Totales} - \text{Horas malogrado}} * 100\%$$

*Ecuación 4. Utilización*

**ANEXO 19:**

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Unidades de producción promedio}}{\text{Unidades de tiempo de operación}}$$

*Ecuación 5. Rendimiento*

## ANEXO 20: EQUIPOS DE CARGUÍO



**Fuente: PROPIA**

**Lugar: Chepén – La Libertad**

**Fecha: 05/01/2019**

## **ANEXO 21: FLOTA DE VOLQUETES**



**Fuente: PROPIA**

**Lugar: Chepén – La Libertad**

**Fecha: 05/01/2019**

## ANEXO 22: FLOTA DE EQUIPOS AUXILIARES

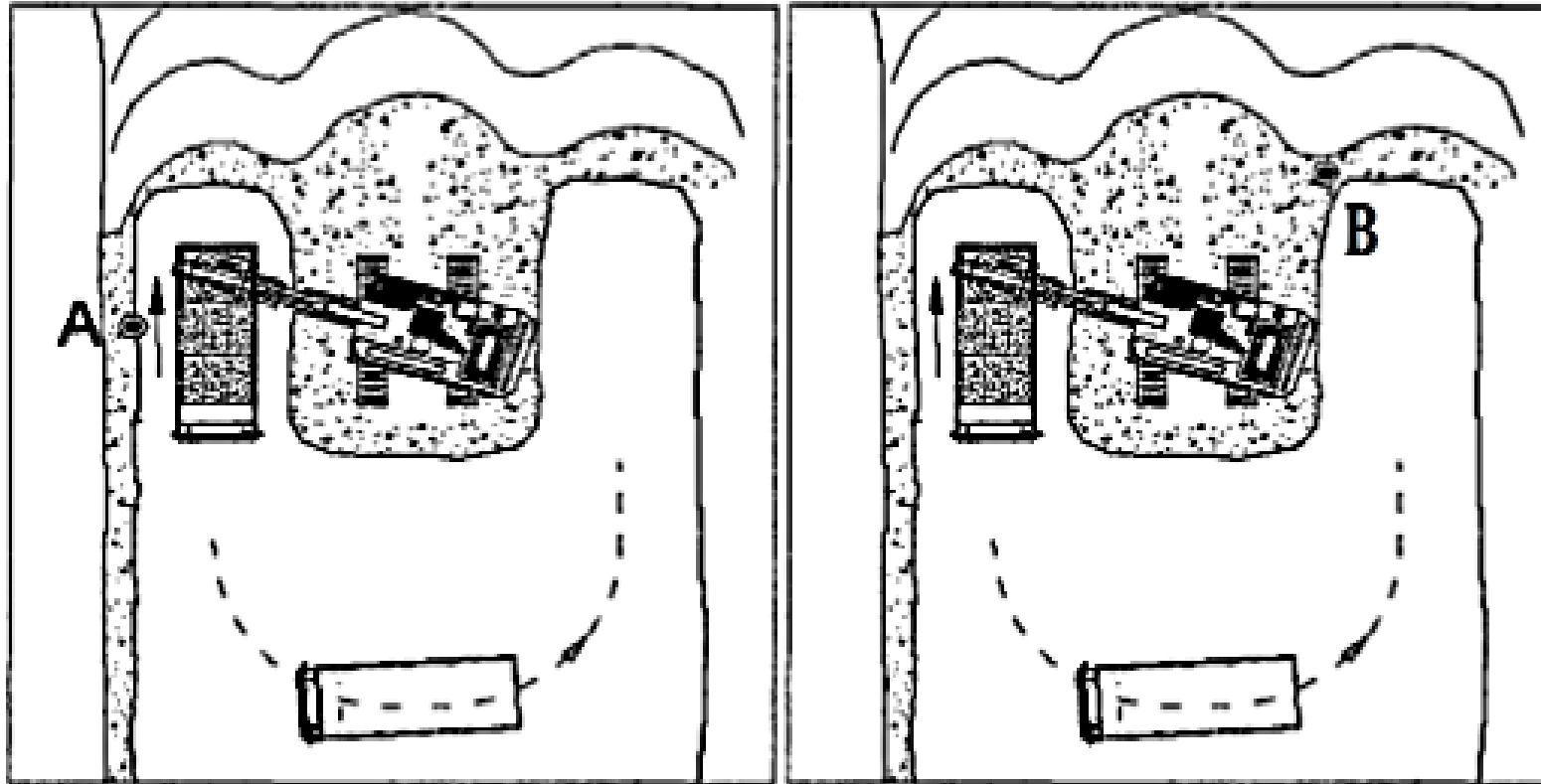


**Fuente: PROPIA**

**Lugar: Chepén – La Libertad**

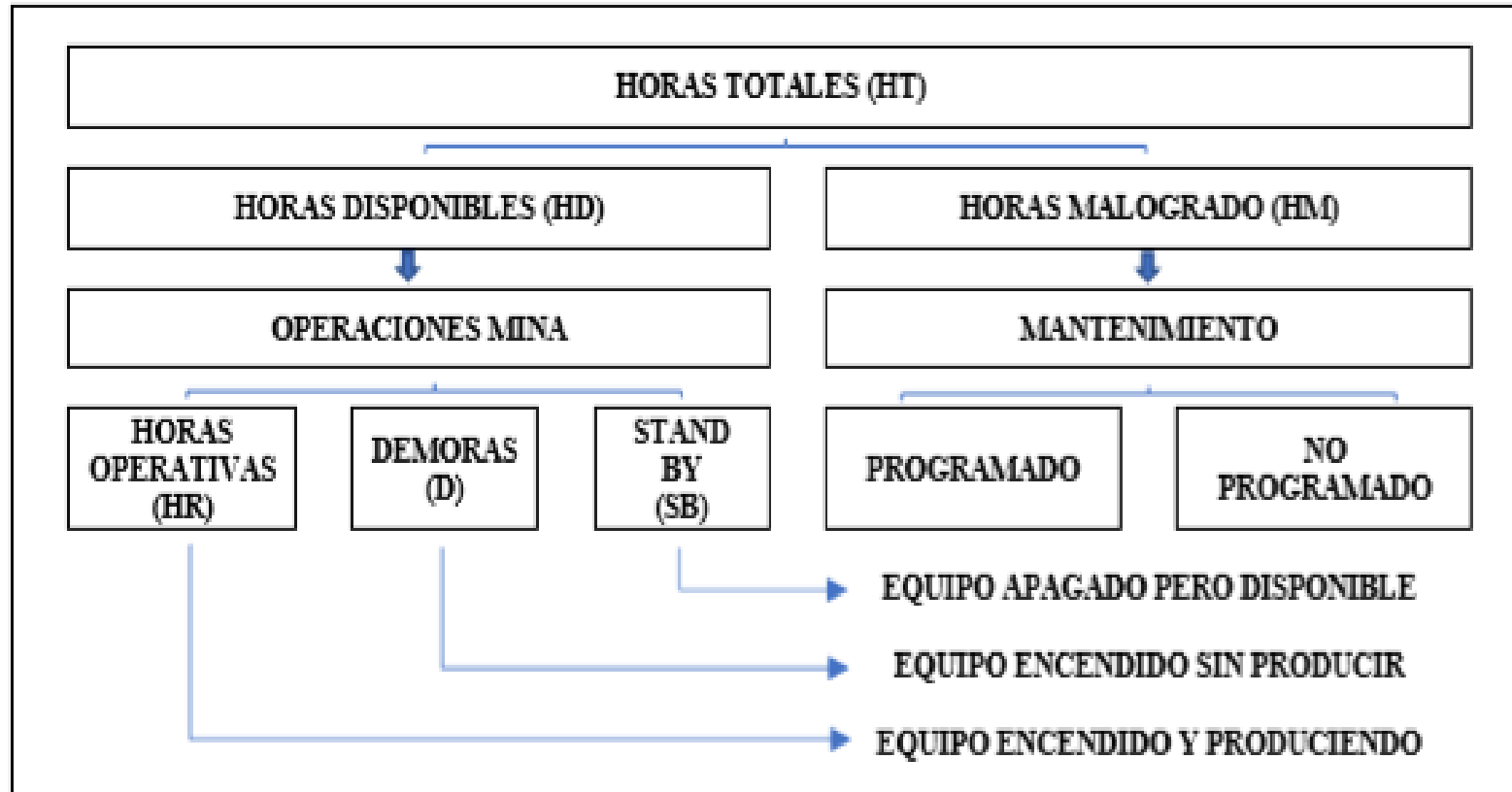
**Fecha: 05/01/2019**

**ANEXO 23: TIEMPO DE CARGUÍO A DOBLE CARRIL**



Fuente: Instituto Geominero de España (1995)

**ANEXO 24: DIAGRAMA DE HORAS PARA DISPONER DE KPI**



Fuente: Ramírez (2007)

**ANEXO 26: UBICACIÓN DEL PROYECTO**



**Earth**

**Fuente: Google**

**ANEXO 27: INSTRUMENTO**
**Ficha de observación**

INDICADOR	Equipo de Carguío			Equipo de Transporte			
	CAT 336 DL	VOLVO 380	VOLVO 210	AZF-880	BBZ-863	ASN-858	DOA-849
RECURSOS EXPLOTABLES EN CANTERA							
PRODUCCIÓN DIARIA							
ACOPLAMIENTO ENTRE VOLQUETES							
CANTIDAD DE EQUIPOS REQUERIDOS							
CICLOS POR VOLQUETE DIARIO							
PRODUCCIÓN POR VOLQUETE							
TIEMPOS DE OPERACIÓN POR MAQUINARIAS							
PROGRAMACIÓN DE MAQUINARIA							
OPERACIONES DE MAQUINARIA							
HORAS OPERATIVAS POR MAQUINARIA							
MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO							
HORAS DE PARADA DE MAQUINARIA							

**MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS**


Título de la investigación:	"IMPLEMENTACION DE KPI'S EN CARGUÍO Y TRANSPORTE PARA INCREMENTO DE PRODUCCION EN EMPRESA CHANCADORA DEL NORTE DEL PROYECTO RESERVORIO – 2019".		
Línea de investigación:	Desarrollo Sostenible y Gestión Empresarial		
Apellidos y nombres del experto:	Wilson Carlos Gomez Hurtado		
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Implementación de KPIS en carguio y transporte		

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



Wilson C. Gómez Hurtado  
ING. METALURGISTA  
R. CIP. 401000

**MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

Título de la investigación:	"IMPLEMENTACION DE KPI'S EN CARGUÍO Y TRANSPORTE PARA INCREMENTO DE PRODUCCION EN EMPRESA CHANCADORA DEL NORTE DEL PROYECTO RESERVORIO – 2019".		
Línea de investigación:	Desarrollo Sostenible y Gestión Empresarial		
Apellidos y nombres del experto:	José Luis Palacios polo		
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Implementación de KPIS en carguio y transporte		

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



José L. Palacios Polo  
ING. METALURGISTA  
R. CIP. 142657

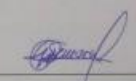
**MATRIZ DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

<b>Título de la investigación:</b>	"Diseño de KPIs de operaciones y mantenimiento de carguío y transporte para el incremento de producción en cantera de la empresa Chancadora del Norte para el proyecto reservorio – 2019"		
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes		
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Aplicada Experimental		

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	x		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	x		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	x		

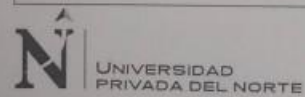
**Sugerencias:**

Nombre completo: WALTER OSHARK LAU VERASTEGUI   
N° REG. CIP: 187690

DNI: 44771671

Profesión: ING. INDUSTRIAL

Grado: INGENIERO FIRMA Y SELLO

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

**ANEXO 28:**



**DISPONIBILIDAD MECÁNICA  
Y EFICIENCIA OPERACIONAL**

Codigo	Equipo	Propietario	Und	Horómetro	Taller	Efectivas	Horas programadas	Und.	Días	Disp. Mecánica %	Eficiencia Operacional %
CV-0001	CAMIÓN VOLQUETE SHACMAN	CHNORT SAC	HM	120	1.7	119.8	180	HM	15	99	65.9
CV-0002	CAMIÓN VOLQUETE SHACMAN	CHNORT SAC	HM	157	2.1	156.6	180	HM	15	99	86.0
CV-0003	CAMIÓN VOLQUETE SHACMAN	CHNORT SAC	HM	224	8.9	223.1	300	HM	15	97	72.2
CV-0004	CAMIÓN VOLQUETE SHACMAN	CHNORT SAC	HM	230	6.2	229.1	280	HM	15	98	80.0
CV-0005	CAMIÓN VOLQUETE SHACMAN	CHNORT SAC	HM	226	0.5	226	250	HM	15	100	90.2
CV-0006	CAMIÓN VOLQUETE SHACMAN	CHNORT SAC	HM	284	1.2	283.3	290	HM	15	100	97.3
CV-0007	CAMIÓN VOLQUETE SHACMAN	CHNORT SAC	HM	261	0.5	261	290	HM	15	100	89.8
CV-0008	CAMIÓN VOLQUETE SHACMAN	CHNORT SAC	HM	242	0.5	242	280	HM	15	100	86.3
CV-0009	CAMIÓN VOLQUETE FOTON	CHNORT SAC	HM	265	0.8	264.7	275	HM	15	100	96.0
CV-0010	CAMIÓN VOLQUETE FOTON	CHNORT SAC	HM	234	0.5	234	250	HM	15	100	93.4
CV-0011	CAMIÓN VOLQUETE FOTON	CHNORT SAC	HM	251	0.5	251	285	HM	15	100	87.9
CV-0012	CAMIÓN VOLQUETE FOTON	CHNORT SAC	HM	350	0.5	350	400	HM	15	100	87.4