



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

Análisis de flota para incrementar la productividad en la cantera 7 de Noviembre -
Nueva Arica – Chiclayo

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

AUTOR:

Br. Chuquilin Lozano Alvaro Moises (ORCID: 0000-0002-8787-3407)

ASESOR:

Ing. MBA. Jorge Omar Gonzales Torres (ORCID: 0000-0002-4870-2402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de yacimientos mineros

CHICLAYO– PERÚ

2019

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a mis padres y hermanas, quienes me brindaron su apoyo incondicional y siempre me apoyaron en todo momento a lo largo de toda mi carrera universitaria.

A mis asesores y maestros, por siempre brindarme su apoyo, amistad, enseñanza y comprensión a lo largo de estos años universitarios.

A mis amigos, que siempre me aconsejaron, cuidaron y apoyaron en todo momento y me enseñaron que no es necesario tener lazos de sangre para poder llamarlos familia.

A todas aquellas personas que estuvieron apoyándome a lo largo de toda mi carrera y dándome ánimos para nunca rendirme en el desarrollo de mi proyecto de investigación.

Agradecimiento

Agradezco a mis padres y hermanas por el apoyo, moral, afectivo y económico que me brindaron, a mis docentes, asesores, amigos, a mi centro educación universitario y al gerente de la cantera "7 de noviembre", quien me brindó su apoyo, facilidades y me permitió, desarrollar mi tesis en su cantera: agradezco también a la Ing. Jessica Lisbeth Gálvez Chávez, quien me apoyo en todo el proceso de desarrollo de mi investigación.

Página del jurado

Declaración de autenticidad

Yo, Alvaro Moises Chuquilin Lozano, identificado con el DNI N° 71312161, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, autor de la Tesis la cual lleva como título "Análisis de Flota para Incrementar la Productividad en la Cantera 7 de Noviembre-Nueva Arica-Chiclayo., declaro lo siguiente:

El contenido de esta tesis es original, es el resultado de trabajo diario, no ha sido imitado, se usaron ideas, formulaciones, imágenes etc., propias del autor. Se ha empleado contenido importante el cual se ha extraído de libros e incluso de otros proyectos de tesis, los cuales han sido citados según los derechos del autor.

Considerando lo anterior soy responsable de que el hecho de no respetar los derechos de autor y el hacer copia, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que tomo cualquier responsabilidad que pudiese haber con respecto a esta tesis.

De tal modo, me hago responsable ante la Universidad o terceros, de cualquier anomalía que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado.

Chiclayo, 13 de Julio del 2019



Alvaro Moises Chuquilin Lozano

DNI: 71312161

Índice

Dedicatoria...	ii
Agradecimiento	iii
Página de jurado...	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
RESUMEN...	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática	1
1.1.1. A nivel internacional	1
1.1.2. A nivel nacional	2
1.1.3. A nivel local	3
1.2. Trabajos previos	5
1.2.1. A nivel internacional	5
1.2.2. A nivel nacional	6
1.3. Teorías	8
1.3.1. Ciencias	8
1.3.2. Teorías variables independientes (Análisis de la flota).....	8
1.3.3. Teorías variables dependientes (incremento de la productividad)	11
1.3.4. Marco legal.....	12
a. Normativa	12
1.4. Formulación del problema.....	12
1.5. Justificación	13
1.5.1. Social.....	13
1.5.2. Económica.....	13
1.5.3. Tecnológico.....	13

1.5.4. Ambiental.....	14
1.6. Hipótesis.....	14
1.7. Objetivos.....	14
1.7.1. Objetivo general.....	14
1.7.2. Objetivos específicos.....	14
II. MÉTODO.....	15
2.1. Diseño de Investigación.....	15
2.2. Operacionalización de Variables.....	16
2.3. Población y Muestra.....	18
2.3.1. Población.....	18
2.3.2. Muestra.....	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	18
2.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	18
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	18
2.4.3. Validez.....	19
2.4.4. Confiabilidad.....	19
2.5. Procedimiento.....	20
2.5.2. Descripción de Procesos.....	21
2.6. Métodos de Análisis de Datos.....	22
2.7. Aspectos éticos.....	23
III. RESULTADOS.....	24
3.1. Análisis de la situación actual de los equipos en la cantera 7 de noviembre-Nueva Arica para determinar la disponibilidad mecánica.....	24
3.1.1. Reservas y Producción.....	24
3.1.2. Sistema de trabajo.....	25
3.1.3. Flota de la cantera y características.....	25
3.1.4. Estado actual de los equipos.....	27

3.1.5. Planeamiento del mantenimiento.....	29
3.2. Análisis de los procesos de carguío, acarreo y descarga del material y monitoreo de velocidades.	31
IV. DISCUSIÓN.....	47
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS	52
ANEXOS	59
Acta de aprobación de originalidad de tesis	105
Reporte de turnitin.....	106
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional ucv.....	107
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	108

Índice de Tablas

Tabla N°1. Reservas	24
Tabla N°2. Índices de Asarco	27
Tabla N°3. Intervalo normal de cambios de aceite del motor	30
Tabla N°4. Resumen del programa de intervalos de mantenimiento.....	30
Tabla N°5. Demoras en el ciclo.....	40

Índice de Figuras

Figura N°1. Volquete Volvo FMX realizando el acarreo.....	103
Figura N°2. Imagen Nª2 Excavadora CAT 320 GC.....	103
Figura N°3. Imagen Nª3 Retroexcavadora John Deere 310K	104

RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo por finalidad de realizar un Análisis de la flota para incrementar la productividad en la cantera 7 de Noviembre. Teniendo como población a la flota de la cantera 7 de Noviembre y como muestra por la flota compuesta por 1 excavadora, 1 retroexcavadora y 5 volquetes utilizando como tipo y diseño de investigación cuantitativa con diseño No experimental descriptivo transversal. Así mismo, para el recojo de información se utilizaron métodos como es el Analítico y Sistemático y técnicas de Observación y Entrevista junto a instrumentos empleados como Guías de Observación, Lista de verificación y Cuestionario a los implicados a la flota y trabajadores. Toda esta metodología le da a este informe de investigación el respaldo, sustento y seriedad respectiva.

Finalmente, se obtuvo como resultados que la situación actual de los equipos de la cantera 7 de Noviembre muestra que cada uno cuentan con una porcentaje es de 51%, siendo este muy bajo, por lo que se concluye que la productividad de los equipos es deficiente, todos estos resultados se presentan por medio de tablas y gráficos enumeradas, cada una con sus respectivos análisis que contribuyeron a comprobar la hipótesis Si se realiza un adecuado Análisis de flota entonces se podrá incrementar la productividad en la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo. En conclusión, es más factible elaborar un planeamiento del mantenimiento y realizar un adecuado seguimiento a los equipos ya que esto le permitirá que los equipos trabajen con una disponibilidad adecuada.

Palabras claves: Análisis de flota, Productividad, Mantenimiento, Acarreo y Disponibilidad.

ABSTRACT

The purpose of this research report was to analyze the fleet to increase productivity in the quarry on November 7. Having as a population the fleet of the quarry November 7 and as shown by the fleet composed of 1 excavator, 1 retro excavator and 5 drump trucks using as type and design of quantitative research with design not experimental descriptive transversal. Like wise, for the collectionof information, methods. Such as analytical and systematic and observation and interview techniques were used, together with instrumens used as observation guides, a checklist anda questionnaire for those involved in the fleet and workers.All this methodology gives this research report the support, sustance and seriousness.

Finally, it was obtained as results that the current situation of the equipment of the quarry November 7 show thateach has a percentage of 51%, being this very low, so it is concluded that the productivity of the equipment is deficient, all these results are presend by means of tables and graphs, each with their respective analisyzes that contributed to verify the hypothesis an adequate fleet analysis is carried out so that the productivity in the quarry can be increased November 7- Nueva Arica –Chiclayo in conclusión , it is more feasible to prepare a maintenance planning and perform an adequeate followut the equipment since this will allow the teams to work with an adequate availability.

Keywords: Fleet analysis, productivity, maintenance, carry and availability

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

1.1.1. A nivel internacional

LAGOS (2007). Dice la investigación realizada en la Cantera 7 de Noviembre fue necesario realizar una inspección de los diferentes índices operacionales y la necesidad de reducir su variación, independiente de su valor inicial, también a sido importante tomar datos in situ y así saber la realidad en la que se encontraba la cantera para tomar decisiones en tiempo real.

VÁSQUEZ (2013). Dice que no solo es importante tener un buen ciclo de trabajo, si no que siempre se tiene que llevar un buen control de toda la maquinaria y se estuvo preparado para cualquier eventualidad que se nos presentó, también se puedo evitar un alza de los costos y una disminución de la producción.

VÁSQUEZ (2013). Dice que las operaciones de acarreo y carguío se encuentran en constante estudio debido, al elevado costo que con llevan en las operaciones mineras, por lo tanto, es necesario un adecuado dimensionamiento de la flota para estas operaciones ya que se puede realizar un buen trabajo, obteniéndose ganancias, una mejora en los tiempos, disminución de costos innecesarios y aumento de productividad.

CONDE y TINOCO (2016). Dice que es muy importante realizar la toma de datos in situ para así poder obtener los datos necesarios para optimizar las operaciones, la toma de datos comienza con velocidades del volquete vacío, velocidad de volquete lleno tiempos de maniobra del cargador, disponibilidad de los equipos, características de los equipos, horas de jornadas de labor y otros datos necesarios optimizar las operaciones.

GONZÁLES (2017). Dice que la causa más común de los tiempos muertos son las fallas en los equipos y que no se arregla rápido por la falta de repuestos, perdiendo más tiempo porque no hay otro equipo disponible que lo reemplace, esto ocasiona pérdidas económicas y paradas innecesarias, es muy importante también la habilidad que los operadores tienen al realizar su trabajo ya que de eso depende el tiempo que le tome hacerlo.

1.1.2. A nivel nacional

BALDEÓN (2011). Dice que se pueden utilizar diferentes métodos para verificar los ciclos de acarreo, todos con el objetivo de erradicar los tiempos improductivos para poder evitar demoras, perder tiempo y con eso mejorar el desempeño de cada camión, y así aumentar la productividad y disminuir los costos.

ROJAS (2006). Dice que es importante resaltar la tecnología a la hora de realizar mejoras en el trabajo, así mismo pasa con los ciclos de camiones en una empresa minera, va a resultar más eficiente trabajar con un software el que va a permitir disminuir los tiempos de espera, esto va a mejorar las ganancias y aumentar la productividad, se tiene que tener en cuenta que con esta tecnología la cantidad de la labor no disminuirá, sino que se podrá controlar y analizar los procesos.

MAXERA (2005). El problema principal que podemos encontrar en los ciclos de acarreo son los tiempos de espera de los camiones, en esta tesis se menciona otros tipos de hacer una optimización de la flota a través de la simulación, lo cual ayudaría de manera muy significativa en el planeamiento de la optimización ya que el tiempo de realizar este trabajo será menor.

MARÍN (2015). Es impórtate tener una vía de acceso en buenas condiciones ya que al no tenerlas en buenas condiciones puede ralentizar y afectar los procesos de carguío y acarreo, esto provocara que es desplazamiento de los volquetes sea mucho más lento y generando que aumente las demoras y allá una disminución de las toneladas proyectadas; es fundamental resaltarlas condiciones que generen inseguridad en realizar las operaciones.

1.1.3. A nivel local

Hoy en día se tiene que llevar decisiones muy importantes al momento de realizar los procesos mineros, y esto se debe fundamentalmente a lo competitivo que es el mercado, por lo cual se están implementando nuevas técnicas en los ciclos de los volquetes con el fin principal de disminuir los tiempos, los costos y la productividad en una empresa minera, para compensar las insuficiencias de los clientes.

No solo uno debe esforzarse al máximo en el trabajo para mantenerse competitivo en el mercado, sino que es importante llevar a cabo un planeamiento de los procesos, es decir realizar la labor de forma muy eficaz y esto tiene mucho que ver con capturar, procesar y utilizar toda la información que sea necesaria, es por esto que es importante realizar un análisis de la flota u optimización de tiempos en el ciclo de los volquetes en minería.

En las gestiones tradicionales de las canteras o minerías artesanales en open pit es muy común observar escenarios donde los volquetes están haciendo cola en una pala para poder ser cargados o también palas esperando que lleguen los volquetes. Estas demoras de volquetes por palas o palas por volquetes se consideran como demoras operativas. Sin embargo, el punto de partida en todo esto es la planificación del ciclo de los volquetes y del personal, para que tengamos un control total de los procesos realizados en la empresa.

BONZI (2016). El carguío y acarreo representan entre el 50% y el 70% del coste operacional del proceso acabado de explotación, por esto es importante optimizar al máximo los tiempos para así poder mejorar la productividad y la disminución de costos.

La Cantera 7 de Noviembre se encuentra ubicada en Zona 17 del Distrito de Nueva Arica, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque está compuesta de 400.00 hectáreas (**Ver Anexo N°2**).

La forma de acceder a la cantera, desde Chiclayo a través de la carretera Chiclayo-Cayalti-Nueva Arica. Su principal labor es la extracción y venta de Arcilla, Arena, Gravas y Roca triturada (materiales de construcción).

La cantera cuenta con 1 retroexcavadora con una capacidad de 1 m^3 y 1 excavadora con una capacidad de 1 m^3 ambas de marca CAT, también cuentan con 5 volquetes de marca Volvo con una capacidad de 17 m^3 .

Los problemas encontrados dentro de la cantera fueron los tiempos fuera de servicio de los equipos por una mantención no programada (averías inesperadas), también existen problemas en el manejo de tiempos de carguío, acarreo y descargue del material; esto se debe a que los volquetes no presentan una disponibilidad mecánica óptima lo cual conlleva a que se presenten averías inesperadas que no fueron detectadas a tiempo debido a la falta de un mecánico que realice el mantenimiento y seguimiento a los equipos, esto dificulta el manejo que hace el personal del cargador frontal y los conductores de los volquetes, ya que al observar y tomar los tiempos que demoran en cargar y descargar los volquetes no son constantes y algunos son mayores que otros, se podría mencionar también el corto espacio que tiene la maquinaria para hacer las maniobras y el mal estado en el que se encuentra la vía por la cual transitan los volquetes, todo esto conlleva a las pérdidas de tiempos en el ciclo, lo cual disminuye la productividad de la flota y el aumento de los costos.

Pero no solo existe problemas en estos aspectos, ya que la empresa encargada de abastecer de combustible, muchas veces llega muy tarde a la cantera, por lo cual provocada que los equipos estén paralizados. Al existir estos problemas en la empresa, se genera la pérdida de tiempo operacional, incluyendo también horas de disminución de producción; ya que, al estar los volquetes paralizados por la falta de combustible, todo esto produce tiempos muertos que afecta el plan ya establecido y retrasan el acarreo del material dejando de proveer material para la chancadora, lo que desemboca en una subida de costos.

Debido a que todo esto genera que los costos sean muy elevados, es por esto que es necesario realizar un análisis de la flota con la finalidad de mejorar disponibilidad de los equipos y así mejorar el proceso productivo de la cantera.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. A nivel internacional

RODRÍGUEZ ESTEBAN, Daniel (2013). Es importante rescatar en esta tesis que la teoría de colas permite ver las fallas del porque se están ocasionando las colas en el proceso de transporte, para ello requiere de los análisis del estado actual en el que se encuentra la empresa minera y los tiempos o el análisis que hagas luego de tus optimizaciones y de la flota que se disponga, la cual dará como resultados la eliminación de las colas en el proceso del transporte.

SÁEZ MUÑOZ, Nicolás (2014). Se tiene que tener en cuenta que es muy importante que el cargador se encuentre en condiciones óptimas para poder realizar cada proceso de forma adecuada, pero incluso esto no aseguro que a la hora de llenar los volquetes no surjan ningún problema.

Es importante la habilidad que tenga un trabajador para que pueda realizar su jornada eficientemente ya que de eso dependerá que no existan colas a la hora de cargar el material.

BARRIENTOS GONZÁLEZ, Víctor (2014). Los costos en cuanto a la flota del sistema carguío y acarreo en varios estudios abarca el 50% de los costos o más, al mejorar los tiempos y tener una optimo ciclo, se logra encontrar un escenario que aumenta la productividad y disminuye los costos, siendo lo ideal para la empresa.

POBLETA MATAMALA, Cristian (2010). Hay ocasiones en el uso de los sistemas de despacho, es importante siempre tener un seguimiento de todas las actividades con la finalidad de siempre buscar las formas en que los procesos se realicen de una forma mucho mejor y disminuir los costos de operación.

VÁSQUEZ CORONADO, Pedro (2010). La finalidad de este estudio es reducir el tiempo improductivo, aumentar el uso del camión y de pala, disminución de colas en palas y trituradora mediante la aplicación de técnicas de simulación, sin necesidad de realizar ninguna inversión adicional. La metodología CAS se desarrolló para averiguar si es

factible tomar aprovechando las herramientas de simulación, optimizando así el proceso de producción.

Aplicando un software para mejorar los tiempos del ciclo de carguío y acarreo en una flota de gran tamaño se podrán evitar las colas, se aumentará la producción y no habrá tiempos muertos, por lo que se reducirá los costos en este proceso.

PEINADO RODRÍGUEZ, Mairym (2009). La optimización de la flota es muy importante en toda actividad minera ya que esta ayuda a la disminución de tiempo y a una mejora en la producción ya que agiliza a las maquinarias a la hora de realizar sus actividades y por ende esto lleva a que las ganancias aumenten, se tiene que llevar también un seguimiento de la disponibilidad mecánica de las maquinarias de la empresa para evitar tiempos muertos en las actividades mineras.

1.2.2. A nivel nacional

LUQUE PERCCA, Elmer (2016). Al realizar la comparación de tiempos reales con los tiempos estimados se tendrá una idea de lo que causa el déficit en los tiempos excesivos, permitiendo reducir los tiempos y obteniendo así una mejora en la producción y un ahorro en los costos, también permitirá mejorar las metodologías existentes para hacer las estimaciones de ciclos y velocidades y de esa manera evaluar, analizar y tomar la mejor decisión para planificar el ciclo del transporte.

MAURICIO QUIQUIA, Gerardo (2015). El objetivo principal del software es disminuir los tiempos muertos de la flota de las maquinarias, con el fin de obtener una productividad aceptable en base al costo del equipo y por ende una mejor performance.

CALDERÓN QUESADA, Norka (2014). Los equipos al no contar con un adecuado programa de mantenimiento presentan una serie de problemas, lo que se debe realizar es un planeamiento de mantenimiento para evitar pérdidas de tiempo excesivas y así evitar que se presenten fallas que puedan afectar el rendimiento de los equipos al momento de realizar sus actividades.

RONDAN GARCIA, Edwin (2014). Los procesos de carguío y acarreo con muy importantes ya que dichas actividades juegan uno de los papeles más importantes, es por eso que se debe llevar a cabo una buena planificación de estos procesos para que así se obtengan los objetivos trazados.

RODRIGUEZ DEL AGUILA, Miguel (2012). Un seguimiento del mantenimiento es muy importante ya que evitar o detectar a tiempo algún desperfecto en la maquinaria evitara general costos adicionales a lo trazado y así tener maquinaria es un estado óptimo para realizar las actividades donde se le requiera.

CASTILLO CHÁVEZ, Frank (2016). En la actualidad, a nivel mundial las empresas y operaciones mineras buscan cada día mejorar y reducir los tiempos y costos dentro de sus operaciones unitarias, este contexto hace necesario que las operaciones mineras situadas en Perú también entren en competencia y búsqueda de esta reducción de tiempos y costos en sus diferentes operaciones.

MAYHUA MENDOZA, Ángel y MENDOZA ROMERO, Lucrecia (2012). Un buen planeamiento de los procesos garantiza que se cumpla la producción programada por la mina. Es muy importante la existencia de un planeamiento adecuado en el proceso de minado, ya que así las actividades se realizarán de forma coordinada y así poder tener resultados adecuados que beneficie a la operación minera.

HUAMAN SILVESTRE, Rafael (2015). No solo se debe realizar la aplicación de la optimización, sino que una vez ya establecida se tiene que hacer un seguimiento para esta se mantenga y la producción siga aumentando, con esto los equipos contarán con un buen mantenimiento evitando futuros problemas de paradas innecesarias.

Según, **LUQUE PERCCA, Elmer (2016).** Se debe elaborar un plan estratégico ya que no es fácil realizar una buena optimización del ciclo de carguío y acarreo, se debe determinar las fallas para lograr optimizar las operaciones unitarias, reduciendo así los costos y obteniendo una mayor producción.

1.3. Teorías

1.3.1. Ciencias

Geología económica

SALAS (1998). En la actualidad, la minería en la región Lambayeque es escasa, pero aun así se extrae minerales no metálicos en las canteras que se encuentran en vías de formalización; no se ha hallado aun una mina de mineral metálico.

Matemática

ARNOLDO (2013). La matemática esta relación con distintas ciencias. Esta se apoya principalmente en la lógica, la demostración y la inferencia. Debido a ello es una ciencia imparcial: esta únicamente será reformada al manifestar la existencia de algún error matemático. El procedimiento a la sazón reside en examinar esos objetos indeterminados para causar hipótesis y suposiciones, ejecutar suposiciones, y aproximar así al conocimiento matemático, se asume puntual y efectivo. Estas suposiciones se llevan con el sostén de definiciones y axiomas.

1.3.2. Teorías variables independientes (Análisis de la flota)

Teoría de Key Performance

ARRIBAS (2015), nos dice que la teoría de Key Performance que entre más datos recolectemos, para ser analizados en los resultados obtenidos de este estudio ayudara a tener el conocimiento necesario para tomar decisiones comparando los resultados reales y las condiciones de trabajo ideales y así poder optimizar cada operación.

Al tener una data real podemos aplicar in situ las mejoras luego comparar, ambos tiempos y verificar si existe una mejora en el área en que se trabajó, esta teoría es sencilla, da buenos resultados y es aplicable en la optimización de tiempos de volquetes y personal minero. Esta teoría ayudará también en la planificación del

trabajo en la empresa ya que teniendo los datos obtenidos en campo se podrá redactar una estimación real de los tiempos y por ende se organizará el trabajo en la chancadora y se reducirán los costos.

Teoría de colas

Koenigsberg (1958). Esta teoría considera que la operación minera de carguío y acarreo deben ser un trabajo constante, que da servicio a un número finito de volquetes, bajo un determinado planeamiento y un rendimiento fijo del sistema. Los volquetes realizan una actividad constante eso quiere decir que mientras un volquete es llenado ya hay otro que está realizando el proceso de acarreo y así sucesivamente formando así un ciclo continuo entre las palas y volquetes.

Pascual y Giesen (2012). Se deben considerar parámetros independientes para cada equipo y así mejorar el rendimiento del planeamiento. Los tiempos muertos asociadas a cualquier tipo de servicio son inevitables en la labor, la demora en un ciclo de volquetes es infinito, por lo cual, el problema del estudio es en diseñar un adecuado sistema que sea óptimo para reducir costos y reducir los tiempos de las operaciones.

ÁLVAREZ (2013) define como tiempo de trabajo aquel: “es toda aquella actividad que tiene un tiempo determinado para realizar una actividad, desde el inicio hasta el final”.

Es decir que el tiempo del ciclo de los volquetes se puede tomar de dos maneras: con respecto al personal, la disponibilidad del personal para laborar los volquetes y el tiempo que demora dicho vehículo en hacer su recorrido dependiendo de la carretera y el material transportado.

ÁLVAREZ (2013) Es importante saber a qué nos referimos con los tiempos de ciclo de transporte de los volquetes o camiones mineros, el estudio está compuesto por distintas etapas cuyos tiempos asociados: Tiempo de espera, carguío, viaje lleno, de descarga, viaje vacío y de maniobras. Tanto el tiempo de carguío como el tiempo de espera, son variables aleatorias con una distribución fija de posibilidades de acuerdo al nivel pericial y de maniobra.

La ecuación de cálculo del tiempo de ciclo total es:

Tiempo de ciclo total = (tiempo recorrido cargado+ tiempos fijos) + tiempo recorrido vacío

El cálculo del tiempo del ciclo nos permitirá obtener datos importantes en nuestros cálculos de tiempo cómo, en cuantos ciclos retiraré un determinado tonelaje de material de la chancadora, esto nos dará como resultado el tiempo total del transporte del material, cuantos equipos utilizaremos y cuanto serán nuestros gastos en dichas operaciones.

DOUGLAS (1964). El tiempo total del ciclo de los equipos es la adición del promedio de los tiempos de carguío, acarreo y descarga; se exceptúan los tiempos muertos originados por la congestión de la maquinaria.

MORGAN y PETERSON (1968-2012), Factor de Acoplamiento. Se define como: “el alcance entre la productividad de la flota carguío y la flota de acarreo para un sistema en particular. $MF = N^{\circ} \text{ de camiones} \times (\text{tiempo de ciclo pala}) N^{\circ} \text{ de palas} \times (\text{tiempo de ciclo camión})$

Según el factor de acoplamiento o MF se dan tres resultados, el primero es el sobredimensionamiento de las palas ($MF < 1$), el segundo es el sobredimensionamiento de camiones ($MF > 1$) y el tercero es el acoplamiento, que corresponde al número perfecto de ambos conjuntos de unidades para la mejor productividad ($MF = 1$) (p.78).

Utilizándola para determinar el dimensionamiento de la flota de camiones en la práctica es un arduo trabajo ya que se deben tomar datos constantes en campo para poder obtener un buen resultado y poder optimizar los tiempos.

1.3.3. Teorías variables dependientes (incremento de la productividad)

Productividad y Cálculo

Según el artículo en Minería de Educar Chile, sobre la Productividad de Los Equipos de Carguío (2010), menciona que la productividad en los equipos va hacer determinante por el número de ciclos (esto depende de la distancia a recorrer, velocidad, condiciones de la vía), la capacidad del volquete (va a depender de las características del material a transportar). Existe tres tipos de productividad:

1. Productividad teórica: Es la capacidad expresada en volumen por hora que produce un volquete, si no ocurren demoras en la producción.

$$Productividad \left(\frac{ton}{hr} \right) = \frac{60 \left(\frac{min}{hr} \right) * capacidad nominal (ton)}{tiempo de ciclo (min)}$$

$$Tasa de remoción (m³/hr) = \frac{60 \left(\frac{min}{hr} \right) * capacidad nominal (ton)}{tiempo de ciclo (min)}$$

2. Productividad promedio: Es la capacidad expresada en volumen por hora que produce un volquete, considerando las demoras (retrasos fijos y variable).

$$Producción horaria camión (ton/hr) = \frac{60 \left(\frac{min}{hr} \right) * capacidad cam (ton) * utilización * disponibilidad}{tiempo de ciclo (min)}$$

$$Flota camiones = Producción horaria requerida / Producción horaria camión$$

3. Productividad máxima: Es la capacidad expresada en volumen por hora que produce un volquete, considerando sólo retrasos variables. Esta tasa de producción debe aplicarse para determinar el número de unidades de transporte asignadas a una pala, para lograr cierta producción requerida.

1.3.4. Marco legal

a. Normativa

Seguridad

Reglamento de seguridad y salud Ocupacional en Minería D.S. N°024-2016-EM y su modificatoria mediante D.S. N°023-2017- EM, Diario el Peruano, Lima, Perú, 18 de agosto de 2017. (Ver anexo N°2)

Legal

Ley 29783, modificada por Ley 30222, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por Decreto supremo N°016-2016-TR, Diario El Peruano, Lima, Perú, 23 de diciembre de 2016.

Su finalidad logra proporcionar su ejecución, brindarles una defensa de la salud y seguridad y la disminución de los costos para los equipos productivos y los incentivos a la formalidad”

Técnica

Norma Técnica Peruana 399.010-1:2016 Señales de seguridad, aprobado por Resolución Directoral N°043-2016-INACAL/DN, Diario El Peruano, Lima, Perú, 29 de diciembre de 2016. (Ver Anexo N°2)

1.4. Formulación del problema

¿Cómo se puede incrementar la productividad en la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo?

1.5. Justificación

1.5.1. Social

La comunidad de Nueva Arica será la más favorecida ya que se solicitará más trabajadores, al aumentar la producción y así proveer de material a los compradores.

Al optimizar los ciclos de carguío y acarreo, se incrementará la necesidad de trabajadores por dicho motivo se le dará favoritismo al personal de la zona y se optimizará la seguridad en la labor, siendo importante fomentar el desempeño de las normativas de seguridad y salud ocupacional, esta se ejecutará de forma rápida, ya que contará con todas las facilidades económicas debido al aumento de ingresos.

1.5.2. Económica

En la parte económica los beneficiados serían los dueños de la cantera y los trabajadores, ya que, al disminuir los costos en el ciclo de carguío y acarreo, aumentaría las ganancias por la alta producción y tendrían un mejor ingreso económico.

1.5.3. Tecnológico

En la investigación realizada , se plantea ejecutar el estudio del análisis de la flota de carguío y acarreo, con la finalidad de mejorar su ciclo, todo esto debido a que se le brindara todos los datos al gerente de la cantera y así pueda tener un amplio nivel de conocimientos y tecnologías lo cual permita optimizar las laborales, calidad de Labor y un mejor control operativo, sin perder de vista el aumento de la productividad, debido a una investigación detallada del ciclo de carguío hasta los costos que acarrea, se obtendrá un mayor beneficios para la cantera como: la mejora de la producción y la baja de costos en el ciclo de carguío y transporte.

1.5.4. Ambiental

Los impactos ambientales que se observarán debido a la extracción de minerales no metálicos se disminuirán mediante una minería sostenible, debido a que tendrá un mayor conocimiento del yacimiento y su rentabilidad económica.

1.6. Hipótesis

Si se realiza un adecuado análisis de flota entonces se podrá incrementar la productividad en la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Analizar la flota de la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo, para el incremento de la productividad.

1.7.2. Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de los equipos en la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo para determinar la disponibilidad mecánica.
- Analizar los procesos de carguío, acarreo y descarga del material, así mismo el monitoreo de velocidades de la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo para determinar la variación de los tiempos y el manejo de estos.
- Proponer una alternativa de solución a los problemas encontrados en el ciclo de los volquetes de la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo a través del análisis del factor de acoplamiento.
- Realizar un análisis de costos del sistema de carguío y acarreo en la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

Según la naturaleza de la investigación, los objetivos formulados y la hipótesis planteada, el tipo de investigación es cuantitativa con Diseño No experimental Descriptivo Transversal y según Hernández, Fernández y Batista (2014) las investigaciones transversales son: Este tipo de diseño se encarga de recoger datos en un tiempo único. Ya que este se encarga de detallar variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. La investigación sólo recogerá y examinará datos en un tiempo determinado, por lo que es estimado un estudio de tipo no experimental y transversal.

2.2. Operacionalización de Variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
ANÁLISIS DE FLOTA	Disponibilidad mecánica de la maquinaria de carguío y acarreo	Maquinaria	Cargador frontal Volquetes Excavadora	Unidad	Observación	Guías de observación	
		Mantenimiento de los Maquinaria	Planeamiento del mantenimiento	Unidad	Observación	Lista de verificación	
			Seguimiento de la ejecución de los planes de mantenimiento	Unidad			
		Confiabilidad del mantenimiento	MTTR MTBS				
	Procesos	Carguío Acarreo Descarga	Ciclos Tiempos Eficiencia Demora		Observación	Guía de observación	Cronómetro

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
	Factor acoplamiento	Determinar el número de unidades de transporte para cada unidad de carguío	Maquinaria	Unidad			
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CANTERA	Producción	Cantidad de tonelada de material	Producción día	Tonelada	Entrevista	Cuestionario	
	Económica	Costos	Mantenimiento Equipos Combustible	Soles			

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

La población es la flota de la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo.

2.3.2. Muestra

Para la investigación se tomó como muestra a la flota de la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo, la cual cuenta con 5 volquetes volvo FMX, una excavadora CAT 320 GC y una retroexcavadora 310k.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

En esta investigación se aplicarán las siguientes técnicas:

- ✓ Observación
- ✓ Entrevista

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

A. Guías de observación

1. De un Análisis de disponibilidades de los equipos: Estas guías de observación se aplicará en campo con el fin de analizar la situación real de los equipos (**Ver Anexo N°5**).
2. De una Lista de verificación del mantenimiento de los equipos: Esta se realizará con la finalidad de verificar el planeamiento, seguimiento y confiabilidad del mantenimiento de la maquinaria (**Ver Anexo N°6**).

3. Esta guía de observación se empleará en la cantera para analizar los procesos carguío, acarreo, descarga y monitorear la variación de las velocidades, para determinar el número correcto de unidades para cada proceso (**Ver Anexo N°7**).

B. Cuestionario

1. Entrevista para recolectar información in situ de la empresa y así desarrollar el análisis de flota para aumentar la productividad y reducir de los costos.

Las siguientes preguntas serán realizadas para obtener información in situ de la empresa para desarrollar el análisis de flota para aumentar la productividad y verificar si los costos han disminuido después del análisis de la flota. (**Ver Anexo N° 8**).

2.4.3. Validez

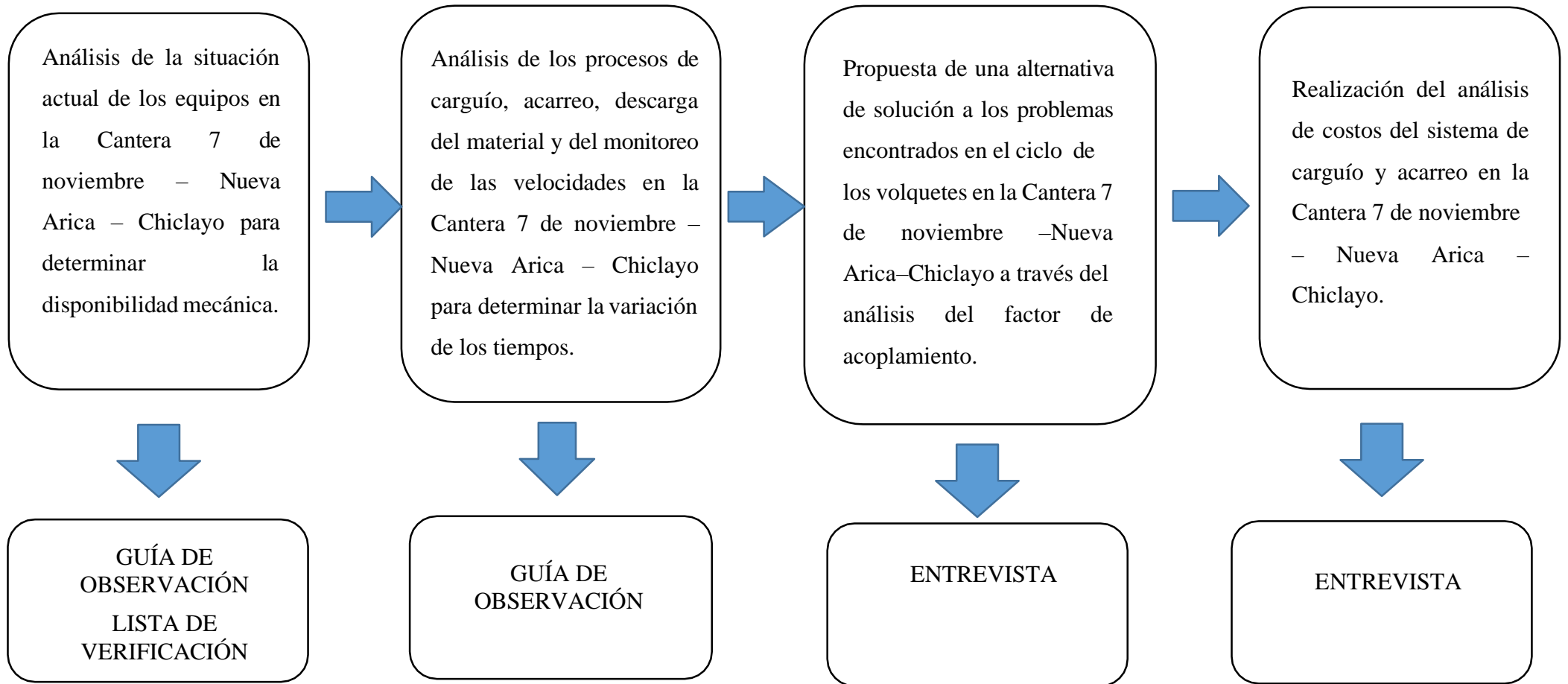
La validez de la investigación radica en la aplicación de los instrumentos y técnicas permitiendo medir las variables en estudio de manera clara y precisa; además las guías de observación de campo serán revisadas y validadas por un ingeniero especialista en el tema.

2.4.4. Confiabilidad

La confiabilidad de este estudio dependerá en gran medida de la aplicación del instrumento de medición, el cual demostrará ser consistente en sus resultados y ser sistemáticamente preciso en los mismos. Esto será así porque se elaborarán las guías de observación de campo de forma sistemática a la muestra en estudio detallando paso a paso los datos que queremos obtener para luego ser plasmados en los resultados del estudio.

2.5. Procedimiento

2.5.1. Diagrama de procesos



2.5.2. Descripción de Procesos

- a. Análisis de la situación actual de los equipos en la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo para determinar la disponibilidad mecánica.

El análisis de la situación actual de los equipos de la cantera permitirá determinar la disponibilidad mecánica de la maquinaria y reconocer la flota de la cantera, modelo, cantidad, marca, capacidad, disponibilidad física, horas de vida y horas de uso, así mismo se realizará el planeamiento del mantenimiento, seguimiento de la realización de los planes de mantenimiento y la confiabilidad del mantenimiento, todo esto se podrá lograr gracias a la guía de observación y a la lista de verificación las cuales servirán para recolectar todos los datos necesarios .

- b. Análisis de los procesos de carguío, acarreo, descarga del material y del monitoreo de las velocidades en la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo para determinar la variación de los tiempos.

El análisis de los procesos de carguío este proceso es cuando el cargador frontal carga al volquete, acarreo este proceso es cuando el volquete ya cargado transporta el material y descarga este proceso es cuando el volquete llega a su destino y descarga el material, es primordial, ya que todos estos procesos van a permitir determinar el ciclo total de la flota, eficiencia de este, las demoras y con esto se podrá ejecutar un plan para optimizar este ciclo y así poder realizar dichas procesos de una forma más adecuada. Se realizará también el monitoreo de las velocidades en acarreo servirá para identificar las variaciones de los tiempos que tiene el volquete al ir vacío y lleno

- c. Propuesta de una alternativa de solución a los problemas encontrados en el ciclo de los volquetes en la Cantera 7 de noviembre –Nueva Arica– Chiclayo a través del análisis del factor de acoplamiento.

La propuesta para optimizar los tiempos de carguío, acarreo y descarga, se dará por el método de factor de acoplamiento o “Match Factor”, gracias a su fórmula:

$MF = N^{\circ} \text{ de caminos} \times (\text{Tiempo de ciclo de pala}) \times N^{\circ} \text{ de palas} \times (\text{Tiempo de ciclo del camión})$.

Se determinará el número de unidades de transporte para cada unidad de carguío, esto servirá para incrementar la producción en la cantera, ya que sabiendo estos datos se realizará un trabajo mucho más óptimo.

- d. Realización del análisis de costos del sistema de carguío y acarreo en la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo.

Al proponer el factor de acoplamiento para la reducción de tiempos y con esto lograr aumentar la producción se realizará el análisis de los costos de mantenimiento, equipos y combustible para lograr disminuir los costos en la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo.

2.6. Métodos de Análisis de Datos

Método analítico

Se empleó este método para la búsqueda de la información de las diversas fuentes, en la cantera y citando a diferentes autores que se necesitaban como evidencia y para la estructura del trabajo.

Método sistemático

Se empleó este método en todo el proceso de investigación, ya que ayudo a analizar y comparar la realidad de la empresa in situ y las variables de estudio planteadas en la investigación, mediante un trabajo formal, intencional y sistemático.

2.7. Aspectos éticos

- ✓ El estudio se realizó citando todos los autores que sirvieron como referencia.
- ✓ A partir del punto de vista ético toda la investigación que se muestra en este Proyecto de Investigación es clara, ya que todos los datos mostrados son existentes y fueron tomados in situ con la finalidad de realizar una buena investigación.
- ✓ Este proyecto de investigación se ejecutó con la autorización del gerente de la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo, ya que se tomó el nombre de esta empresa y se ejecutó investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis de la situación actual de los equipos en la cantera 7 de noviembre-Nueva Arica para determinar la disponibilidad mecánica

3.1.1. Reservas y Producción

3.1.1.1. Reservas

TABLA N°1: Reservas

TONELAJE TOTAL	13, 250,000 TM
TONELAJE DE ARENA	3,875,000 TM
TONELAJE DE PIEDRA	6,000,000 TM
TONELAJE DE AFIRMADO	3,375,000 TM
VIDA UTIL DE ARENA	57 AÑOS
VIDA UTIL DE PIEDRA	49 AÑOS
VIDA UTIL DE AFIRMADO	30 AÑOS
VIDA UTIL	49 AÑOS

Fuente: José Junior Muñoz Sánchez

Según tabla las reservas de la cantera son de 13, 250,000 TM entre arena, piedra y afirmado.

3.1.1.2. Producción

- La cantera trabaja con 5 volquetes de capacidad de $17m^3$
- Realizan un total de 3 ciclo cada volquete al día.

$$17m^3 \times 0.90 = 15.3m^3$$

$$15.3m^3 * 3 \text{ ciclos} = 45.9m^3$$

$$45.91m^3 \times 5 \text{ volquetes} = 229.5m^3 \text{ producción diaria (I)}$$

- Convirtiendo a Tonelada
 - ✓ Densidad de afirmado $1.35tn/m^3$ (II)
 - ✓ Se multiplica (I) x (II)

$$\frac{1.35tn}{m^3} \times 229.5m^3 = 309.8tn \text{ diarias}$$

La producción diaria de la cantera actualmente es de 310 toneladas diarias.

3.1.2. Sistema de trabajo

- En la cantera sus días laborales al año son un total de 252 días.
- Los días no laborables (feriado, sábados y domingos) son un total de 113 días.
- ✓ Los trabajadores laboran 6 días a la semana, los cuales trabajan 1 turno al día de 6:30am a 6:30pm un total de 12 horas.

Demoras

- ✓ Refrigerio 1h (1:00pm a 2:00pm)

3.1.3. Flota de la cantera y características

Maquinaria de carguío

- ✓ Excavadora CAT 320 GC

La Excavadora CAT 320 GC le ofrece el equilibrio ideal entre el rendimiento confiable, las funciones de productividad del operador y la reducción de costos. Es una elección inteligente para las operaciones donde la alta confiabilidad y el bajo costo en el rendimiento por hora son prioridades.

La Excavadora Cat 320 GC está equipada con modalidades de potencia que ayudan a administrar el consumo de combustible. Elija entre dos modalidades de potencia para ajustarse a sus aplicaciones específicas: La modalidad de potencia ofrece la máxima productividad en aplicaciones de alta exigencia como la carga de camiones y la excavación de zanjas.

La modalidad Smart ajusta automáticamente la velocidad del motor y la potencia hidráulica de acuerdo a las exigencias para obtener la mayor eficiencia de combustible en cualquier tipo de aplicación.

Esta excavadora tiene un cucharón de 1.0 m^3 . A continuación, se detallan las características técnicas del equipo:

- Potencia = 145 hp
- Peso = 20 300 kg
- Velocidad de giro = 11,3 rpm

✓ Retroexcavadora JOHN DEERE 310K

Ya sea para cargar camiones, elevar tuberías o excavar trincheras, la retroexcavadora 310K supera todas las expectativas. El rápido y poderoso sistema hidráulico de alta presión ofrece una dislocación y una capacidad de levantamiento generosas en ambos extremos, junto con una potencia de ataque y un par de giro de excelencia en la retroexcavadora. La transmisión PowerShift™ estándar es fácil de operar, ofrece un cambio de marcha gradual sin embrague y en movimiento, una aceleración rápida y alta velocidad de transporte, además de una capacidad excepcional de ascenso en pendientes. También se encuentran disponibles la tracción mecánica en las ruedas delanteras y una amplia cabina con aire acondicionado.

- Potencia = 80 hp
- Peso = 6402 kg
- Capacidad de cucharón de la excavadora = 1.0 m^3
- Capacidad de cucharón de cargador frontal = 2.0 m^3

✓ Volquetes Volvo FMX 6x4R

El Volvo FMX el camión más duro de nuestra historia. La parte delantera es maciza y dignamente eficaz. También es sutil. Utilizamos materiales que puedan aguantar una paliza y construimos paneles que pueda sustituir usted mismo. De este modo, pasará menos tiempo en el taller y más en la labor.

Motor optimizado. Inspección del arrastre con activación automática. El ahorro de combustible es parte del diseño del Volvo FMX

Está incluida en cada una de las partes de calidad asegurada del Volvo FMX. Y en los servicios que brindan apoyo a cada una de las tareas que emprende.

- Capacidad de tolva = 17 m³

3.1.4. Estado actual de los equipos

Se identificó el estado actual de los equipos utilizando los indicadores mecánicos de Asarco, de acuerdo al siguiente cuadro:

TABLA N°2: Índices de ASARCO

Tiempo Nominal (12h)			
Tiempo Disponible (6h)		Fuera de servicio (M/R) (6h)	
		Programadas (1h)	Imprevistos (5h)
Tiempo Operativo (5h 30min)		Reservas (30min)	
Tiempo Efectivo (1h 30min)	Pérdidas Operacionales (1h)	Demoras (3h)	
		Progr. (1h)	No Progr (3h)

- Tiempo disponible= Tiempo nominal – Tiempo fuera de servicio
 $TD = 12h - 6h$
 $TD = 6h$
- Tiempo operativo=Tiempo disponible- Tiempo de reservas
 $TO=6h - 0.5h$
 $TO= 5h30min$
- Tiempo efectivo=Tiempo operativo- (Pérdidas operacionales +Tiempo demoras)
 $TE=5.5h - (1h+3h)$

TE=1h 30min

- $\%Disponibilidad\ Física = \frac{Tiempo\ Nominal - Tiempo\ MyR * 100}{Tiempo\ Nominal}$

$$DF = \frac{12 - 6}{12}$$

$$DF = 50\%$$

- $\%Utilización\ nominal = \frac{Tiempo\ Efectivo * 100}{Tiempo\ Nominal}$

$$\%Utilización\ nominal = \frac{90\ min * 100}{720\ min}$$

$$\%Utilización\ nominal = 12.5\%$$

- $\%Utilización\ efectiva = \frac{Tiempo\ Efectivo * 100}{Tiempo\ disponible}$

$$\%Utilización\ efectiva = \frac{90\ min * 100}{360\ min}$$

$$\%Utilización\ efectiva = 25\%$$

- $\%Utilización\ operativa = \frac{Tiempo\ operativo * 100}{Tiempo\ disponible}$

$$\%Utilización\ operativa = \frac{330\ min * 100}{360\ min}$$

$$\%Utilización\ operativa = 91.6\%$$

- $\%Factor\ operacional = \frac{Tiempo\ efectivo * 100}{Tiempo\ operativo}$

$$\%Factor\ operacional = \frac{90\ min * 100}{330\ min}$$

$$\%Factor\ operacional = 27.2\%$$

$$Disponibilidad\ mecánica = \frac{Horas\ operativas}{Horas\ operativas + (fuera\ de\ servicio)} * 100$$

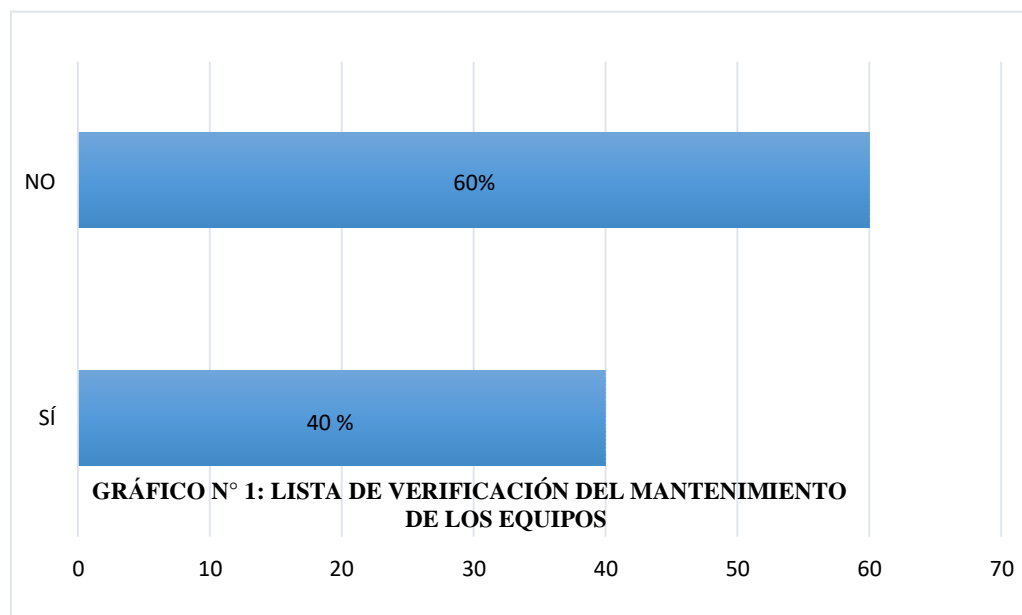
$$DM = \frac{330}{330 + 360} * 100$$

$$DM = 0.47 * 100$$

$$DM = 47\%$$

3.1.5. Planeamiento del mantenimiento

De acuerdo a la lista de verificación acerca del mantenimiento de los equipos según el anexo N°6 contestaron:



Se observa en la figura N°1 con respecto a cada ítem, que la cantera 7 de Noviembre no cuenta con un adecuado Planeamiento del mantenimiento, ya que solo se realiza un mantenimiento cada 250 horas y según la lista de verificación se cumple con el 40 % de lo establecido en las fichas técnicas y de acuerdo a las preguntas realizadas en la lista de verificación, se incumple con el 60% (Anexo N°3), por lo que se realizó el Planeamiento de mantenimiento para la flota de la cantera (Ver Anexo N° 7).

TABLA N°3: Intervalo normal de cambios de aceite del motor.

OPERACIÓN (SITUACIÓN)	CAMBIO
NORMAL	CADA 500 HORAS O CADA 3 MESES
SEVERO	CADA 25 HORAS O UN MES

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N°4: Resumen del programa de intervalos de mantenimiento

SE REALIZARÁ ELMANTENIMIENTO CUANDO:
Cuando sea necesario
Cada 10 horas de servicio cada día
Cada 50 horas de servicio o cada semana
A las primeras 250 horas de servicio
Cada 250 horas de servicio o cada mes
Cada 500 horas de servicio o cada 3 meses
Cada 1000 horas de servicio o cada 6 meses
Cada 2000 horas de servicio o cada año
Cada 3 años desde la fecha de instalación o cada 5 años desde la fecha de fabricación
Cada 12000 horas de servicio o 6 años

FUENTE: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla N° 1 y 2 nos muestra que el mantenimiento de los equipos no solo se realiza cada 250 horas como lo hace la cantera, sino que debe existir un programa y ciertas lineaciones para que no existan costos elevados en el mantenimiento ni haya tiempos muertos.

3.2. Análisis de los procesos de carguío, acarreo y descarga del material y monitoreo de velocidades.

Se determinó los tiempos que emplean los volquetes en cuadrarse, demoras en los orígenes y en los destinos, tiempos de carguío y descarga.

La manera en que se obtuvo los datos fue a partir del análisis estadística durante 4 semanas, de los datos recopilados en campo y se obtuvo el promedio, obteniendo así el tiempo del ciclo total.

PRIMERA SEMANA

Volquete N°1

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h59min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h25min

$$\begin{aligned}T_{tc} &= T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío} \\ &= 119\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 85\text{min}\end{aligned}$$

$$T_{tc} = 234\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 234\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}54\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 234\text{min} * 3 = 702\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 702 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}42\text{min}$$

Volquete N°2

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h24min

$$\begin{aligned}T_{tc} &= T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío} \\ &= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 84\text{min}\end{aligned}$$

$$T_{tc} = 232\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 232\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}52\text{min}$$

Tiempo Total en 3 ciclos = $232\text{min} * 3 = 696\text{min}$

Convirtiendo = $696/60$  Tiempo Total en 3 ciclos = 11h36min

Volquete N°3

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h24min

$T_{tc} = T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío}$
 $= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 84\text{min}$

$T_{tc} = 232\text{min}$

Convirtiendo = $232\text{min}/60$  Tiempo Total de 1 Ciclo = 3h52min

Tiempo Total en 3 ciclos = $232\text{min} * 3 = 696\text{min}$

Convirtiendo = $696/60$  Tiempo Total en 3 ciclos = 11h36min

Volquete N°4

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h59min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h25min

$T_{tc} = T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío}$
 $= 119\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 85\text{min}$

$T_{tc} = 234\text{min}$

Convirtiendo = $234\text{min}/60$  Tiempo Total de 1 Ciclo = 3h54min

Tiempo Total en 3 ciclos = $234\text{min} * 3 = 702\text{min}$

Convirtiendo = $702/60$  Tiempo Total en 3 ciclos = 11h42min

Volquete N°5

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h59min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h24min

$$\begin{aligned}T_{tc} &= T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío} \\ &= 119\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 84\text{min}\end{aligned}$$

$$T_{tc} = 233\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 233\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}52\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 233\text{min} * 3 = 699\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 699/60 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}39\text{min}$$

SEGUNDA SEMANA

Volquete N°1

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h24min

$$\begin{aligned}T_{tc} &= T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío} \\ &= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 84\text{min}\end{aligned}$$

$$T_{tc} = 232\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 232\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}52\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 232\text{min} * 3 = 696\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 696/60 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}36\text{min}$$

Volquete N°2

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h25min

$$T_{tc} = T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío}$$
$$= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 85\text{min}$$

$$T_{tc} = 233\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 233\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}52\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 233\text{min} * 3 = 699\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 699/60 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}39\text{min}$$

Volquete N°3

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h59min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h24min

$$T_{tc} = T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío}$$
$$= 119\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 84\text{min}$$

$$T_{tc} = 233\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 233\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}52\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 233\text{min} * 3 = 699\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 699/60 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}39\text{min}$$

Volquete N°4

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min

- Acarreo Vacío: 1h25min

$$\begin{aligned}T_{tc} &= T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío} \\ &= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 85\text{min}\end{aligned}$$

$$T_{tc} = 233\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 233\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}52\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 233\text{min} * 3 = 699\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 699/60 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}39\text{min}$$

Volquete N°5

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h25min

$$\begin{aligned}T_{tc} &= T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío} \\ &= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 85\text{min}\end{aligned}$$

$$T_{tc} = 233\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 233\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}52\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 233\text{min} * 3 = 699\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 699/60 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}39\text{min}$$

TERCERA SEMANA

Volquete N°1

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h59min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h25min

$$\begin{aligned}T_{tc} &= T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío} \\ &= 119\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 85\text{min}\end{aligned}$$

$$T_{tc} = 234\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 234\text{min}/60 \longrightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}54\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 234\text{min} * 3 = 699\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 702/60 \longrightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}42\text{min}$$

Volquete N°2

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h59min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h25min

$$T_{tc} = T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío}$$
$$= 119\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 85\text{min}$$

$$T_{tc} = 234\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 234\text{min}/60 \longrightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}54\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 234\text{min} * 3 = 702\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 702/60 \longrightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}42\text{min}$$

Volquete N°3

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h25min

$$T_{tc} = T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío}$$
$$= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 85\text{min}$$

$$T_{tc} = 233\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 233\text{min}/60 \longrightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}52\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 233\text{min} * 3 = 696\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 699/60 \longrightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}39\text{min}$$

Volquete N°4

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h25min

$$T_{tc} = T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío}$$
$$= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 85\text{min}$$

$$T_{tc} = 233\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 233\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}52\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 233\text{min} * 3 = 699\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 699/60 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}39\text{min}$$

Volquete N°5

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h59min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h24min

$$T_{tc} = T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío}$$
$$= 119\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 84\text{min}$$

$$T_{tc} = 233\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 233\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}52\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 233\text{min} * 3 = 699\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 699/60 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}39\text{min}$$

CUARTA SEMANA

Volquete N°1

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h24min

$$\begin{aligned} T_{tc} &= T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío} \\ &= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 84\text{min} \end{aligned}$$

$$T_{tc} = 232\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 232\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}52\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 232\text{min} * 3 = 696\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 696/60 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}36\text{min}$$

Volquete N°2

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h59min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h25min

$$\begin{aligned} T_{tc} &= T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío} \\ &= 119\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 85\text{min} \end{aligned}$$

$$T_{tc} = 234\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 234\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 3\text{h}54\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 234\text{min} * 3 = 702\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 702/60 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 11\text{h}42\text{min}$$

Volquete N°3

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h24min

$$\begin{aligned} T_{tc} &= T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío} \\ &= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 84\text{min} \end{aligned}$$

$$T_{tc} = 232\text{min}$$

Convirtiendo = $232\text{min}/60$  Tiempo Total de 1 Ciclo = 3h52min

Tiempo Total en 3 ciclos = $232\text{min} * 3 = 696\text{min}$

Convirtiendo = $696/60$  Tiempo Total en 3 ciclos = 11h36min

Volquete N°4

- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h24min

$T_{tc} = T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío}$
 $= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 84\text{min}$

$T_{tc} = 232\text{min}$

Convirtiendo = $232\text{min}/60$  Tiempo Total de 1 Ciclo = 3h52min

Tiempo Total en 3 ciclos = $233\text{min} * 3 = 699\text{min}$

Convirtiendo = $696/60$  Tiempo Total en 3 ciclos = 11h36min

Volquete N°5


- Carguío: 20min
- Acarreo Lleno: 1h58min
- Descarga: 10min
- Acarreo Vacío: 1h24min

$T_{tc} = T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío}$
 $= 118\text{min} + 20\text{min} + 10\text{min} + 84\text{min}$

$T_{tc} = 232\text{min}$

Convirtiendo = $232\text{min}/60$  Tiempo Total de 1 Ciclo = 3h52min

Tiempo Total en 3 ciclos = $232\text{min} * 3 = 696\text{min}$

Convirtiendo = $696/60$  Tiempo Total en 3 ciclos = 11h36min

De las cuatro semanas que se tomaron datos se obtuvo el promedio del ciclo de la flota el cual es 3h 53 min y en los tres ciclos que realizan sería 11h 39 min por cada volquete, obteniendo entonces como resultado que el ciclo no es óptimo, por las demoras que se presentan, las fallas mecánicas y las paralizaciones innecesarias de la flota, este cálculo ayudó al tesista a realizar la optimización del ciclo.

De acuerdo a los resultados se pudo obtener las demoras que se muestran en la siguiente tabla:

TABLA N° 5: Demoras en el ciclo

Demoras	Tiempo
Cuadrar el volquete	5 min
Vía en mal estado, un tramo de 10 km al inicio de la cantera	15 min
Deja el material en distintos puntos de la obra	4 min
Tolva en mal estado (atascamiento a la hora de descargar)	
Los volquetes se dejan en obra y no en la cantera (el inicio de la jornada no es a la hora exacta)	10 min

FUENTE: Elaboración Propia

3.3. Propuesta de una alternativa de solución a los problemas encontrados en el ciclo de los volquetes en la cantera 7 de noviembre a través del factor de acoplamiento

El factor de acoplamiento es la relación entre la productividad de la flota de carguío y la flota de acarreo, esto es fundamental en la optimización de las operaciones, contribuyendo en la incrementación de la producción y la reducción de costos unitarios de carguío y acarreo.

N: Número de volquetes

p: Número de pasadas para llenar el equipo de transporte

t: ciclo de cargadora

T: ciclo de equipo de transporte

n: Número de equipos de carguío

$$MF = \frac{N * p * t}{n * T}$$

$$MF = \frac{5 * 8 * 20min}{1 * 119min}$$

$$MF = \frac{800}{119}$$

$$MF = 6.7$$

El factor de acoplamiento a dado que es >1 por lo tanto existe un sobredimensionamiento de volquetes.

Al verificar el sobredimensionamiento de volquetes y los tiempos excesivos del ciclo el tesista realizó el cálculo de la optimización de tiempos de acuerdo a los estándares establecidos por las fichas técnicas y Handbook.

1° Cálculo de optimización del ciclo eliminando las demoras

La retroexcavadora trabajaba al 95%, lo óptimo es que trabaje al 98% ya que el material a cargar es afirmado.

- Para calcular la capacidad de la retroexcavadora consideré que trabaje a una capacidad de 98%

$$2 m^3 \rightarrow \text{capacidad}$$

$$2 m^3 * 0.98 = 1.96 m^3$$

- Para calcular la capacidad de los volquetes consideré que trabaje a una capacidad de 95%.

$$17 m^3 \rightarrow \text{capacidad}$$

$$17 m^3 * 0.95 = 16.2 m^3$$

La retroexcavadora llenará al volquete en:

$$16.2 m^3 / 1.96 m^3 = 8 \text{ cucharadas}$$

- Carguío: Contratando a personal con mayor experiencia, se reducirá de 5 min para cuadrar el volquete a 1 min.

El carguío se realizará en

$$1.96m^3 \leftrightarrow 1m$$

$$16.2m^3 \leftrightarrow xm$$

$$X= 8.3 \text{ min}$$

$$X= 8\text{min}18 \text{ segundos}$$

Por lo tanto, se disminuye de 20min a 8 min 18 seg, teniendo una diferencia de 11 min 42 seg.

➤ Acarreo lleno:

Velocidad de 35 Km/h

La falta de mantenimiento en una parte de las vías de acceso en los primeros 10 Km y la falta de mantenimiento preventivo en las mismas da como resultado que exista un excesivo tiempo en el ciclo de acarreo.

$$\frac{35K}{m} * \frac{1000m}{1Km} * \frac{1h}{60min}$$

$$\frac{35000m}{60min} = 583m/min$$

$$583 \text{ m} \leftrightarrow 1min$$

$$61000 \text{ m} \leftrightarrow xmin$$

$$X= 104.6min$$

$$X= 1h42min$$

La velocidad del tiempo optimo con el tiempo real a una velocidad de 35Km es de 17min.

➤ Acarreo vacío

Velocidad de 45 Km/h

$$45Km/1h * 1000m/1Km * 1h/60min$$

$$45000m/60min=750m/min$$

$$750 \text{ m} \leftrightarrow 1min$$

$$45000 \text{ m} \leftrightarrow xmin$$

$$X= 60min$$

$$X= 1h$$

La diferencia del tiempo a la velocidad de 45Km es de 25min.

➤ Descarga

Al existir un deficiente mantenimiento del volquete la tolva se atasca y deja el material en 3 puntos distintos, lo que conlleva al excesivo tiempo a la hora de descargar. La descarga optima es de 2min 30seg, teniendo una diferencia de 7 min 30 segundos de exceso de tiempo. Para que la descarga sea óptima es necesario implementar un solo punto de acopio y dar un mantenimiento preventivo con hidrolina al pistón de la tolva.

2° Optimización del ciclo aumentando la capacidad de cucharón de la retroexcavadora y eliminando las demoras

➤ Carguío: 5 min 36 segundos

El carguío se realizará con un cucharón de una capacidad de $3m^3$.

$$3m^3 * 0.95 = 2.85m^3$$

$$2.85m^3 \leftrightarrow 1m$$

$$16.2m^3 \leftrightarrow xm$$

$$X = 5.6 \text{ min}$$

$$X = 5\text{min}36 \text{ segundos}$$

La retroexcavadora llenará al volquete en:

$$16.2m^3 / 2.85m^3 = 5.6 = 6 \text{ cucharadas}$$

➤ Acarreo Lleno: 1h42min

➤ Descarga: 2min 30seg

➤ Acarreo Vacío: 1h

$$T_{tc} = T. \text{Acarreo. Lleno} + T. \text{Carguío} + T. \text{Descarga} + T. \text{Acarreo. Vacío}$$

$$= 102\text{min} + 5.6\text{min} + 2.5\text{min} + 60\text{min}$$

$$T_{tc} = 170.1\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 170.1\text{min}/60 \rightarrow \text{Tiempo Total de 1 Ciclo} = 2\text{h}50\text{min}$$

$$\text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 170.1\text{min} * 3 = 510.3\text{min}$$

$$\text{Convirtiendo} = 510.3/60 \rightarrow \text{Tiempo Total en 3 ciclos} = 8\text{h}30\text{min}$$

Al aumentar la capacidad de cuchara en la retroexcavadora se mejorará el ciclo de carguío, ya que el llenado del volquete se realizará en 6 cucharadas, mejorando los tiempos de acarreo y descarga el ciclo será de 2h 50min, 1h 3 min menos que el ciclo que realizan, incluso se podría realizar un ciclo más, siendo un total de 11h 20min, inclusive es 19min menos que en los 3 ciclos.

3.4. Realización del análisis de costos del sistema de carguío y acarreo en la cantera 7 de Noviembre

Costos de mano de Obra:

- 2 operadores = S/3000
- 1 capataz = S/1200
- 5 choferes = S/1300

Conto de mano de obra = S/10700 (1)

Costo de Adquisición

Equipos

Retroexcavadora Jhon Deere 310k (Depreciación por 3 años)

Valor de Adquisición (Va)= \$65000

Vida Económica Útil (VEU)= 8 años – 2640 h

Valor de Rescate (Vr) = 20% de Va =13000

$$\text{Depreciación} = \frac{(Va-Vr)}{VEU} = \frac{65000 - 13000}{8}$$

$$= \$6500 \dots \text{ Por Año}$$

$$= \$6500 \times 3$$

$$= \$19500$$

1. Costo de Depreciación de equipo= \$65000 - \$19500

$$= \$45500 \text{ Va}$$

Depreciación por hora = \$6500/2640h

$$= \$2.46 \text{ por hora}$$

2. Cálculo de costo de mantenimiento y Reparación

Costo de mantenimiento = 90% Va = \$40950

a) Costo de Mano de Obra = 25% costo mantenimiento /VEU

$$=1279.68/2640$$

$$= \$0.48 \text{ por hora}$$

b) Costo de Reparación= 75% costo mantenimiento/VEU

$$=3839.06/2640$$

$$=1.45$$

Costo de Adquisición

Equipos

Volquete Volvo FMX (Depreciación por 3 años)

Valor de Adquisición (Va)= \$145000

Vida Económica Útil (VEU)= 7 años – 2640 h

Valor de Rescate (Vr) = 20% de Va =29000

$$\text{Depreciación} = \frac{(Va-Vr)}{VEU} = \frac{145000-29000}{7}$$

$$= \$16571 \dots \text{ Por Año}$$

$$= \$16571 \times 3$$

$$= \$49713$$

3. Costo de Depreciación de equipo= \$145000 - \$49713

$$= \$95287$$

Depreciación por hora = \$145000/2640h

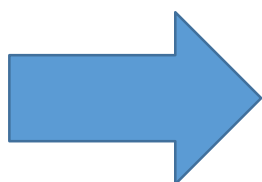
$$= \$54.9 \text{ por hora}$$

4. Cálculo de costo de mantenimiento y Reparación

Costo de mantenimiento = 90% Va = \$85758.3

$$\begin{aligned}
 \text{a) Costo de Mano de Obra} &= 25\% \text{ costo mantenimiento /VEU} \\
 &= 3062.7/2640 \\
 &= \$1.16 \text{ por hora} \\
 &= \$1.16 \times 11 = \$12.76 \text{ día}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) Costo de Reparación} &= 75\% \text{ costo mantenimiento/VEU} \\
 &= 9188.3/2640 \\
 &= \$3.48 \text{ por hora} \\
 &= \$3.48 \times 11 = \$38.28 \text{ día}
 \end{aligned}$$



$$\$12.76 + \$38.28 = \$51.04$$

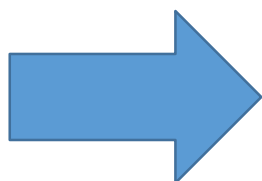
$$\text{Conversión a soles} = \$51.04 \times 3.30$$

$$= \underline{\underline{S/168.43}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Costo de Mantenimiento (Correctivo)} &= \underline{\underline{S/168.43}} \times 48 \text{ día} \\
 &= S/8084.64
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Costo de Mantenimiento (Preventivo)} &= \underline{\underline{S/168.43}} \times 24\text{h (1 día)} \\
 &= S/ 168.43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Costo de Mantenimiento (Predictivo)} &= \underline{\underline{S/168.43}} \times 12\text{h (0.5)} \\
 &= S/ 84.21
 \end{aligned}$$



$$S/8084.64 - (S/ 168.43 + S/ 84.21)$$

IV. DISCUSIÓN

- ✓ Realizado el adecuado análisis de la flota se incrementará la productividad en la cantera 7 de Noviembre – Nueva Arica – Chiclayo y después de obtener los resultados de la investigación, por lo que se llega a coincidir con el autor Luque (2016) el cual menciona que se debe realizar una buena optimización del ciclo de carguío y acarreo, para determinar las fallas y demoras en las operaciones, esto nos ayudará a reducir los costos y obtener una mayor productividad en la flota.
- ✓ Después de realizarse el análisis de la situación actual de los equipos en la cantera 7 de Noviembre – Nueva Arica - Chiclayo, se pudo determinar la disponibilidad mecánica, lo más sorprendente fue el bajo índice de disponibilidad y el mantenimiento mínimo que se realiza (solo cada 250 horas) lo cual concuerda con el autor Huamán (2015) ya que este menciona que no solo se debe realizar la aplicación de la optimización o el mantenimiento, sino que se debe seguir llevando un plan de mantenimiento, con un cronograma y un control adecuado de los equipos para que estos trabajen de forma óptima y evitando de esta manera costos elevados en el mantenimiento.
- ✓ Según los resultados obtenidos y en concordancia con lo dicho por el autor Luque (2016) el cual menciona que al comparar los tiempos reales con los tiempos estimados se podrá identificar los tiempos excesivos, lo cual al comparar dichos tiempos gracias a la toma de datos con la ayuda de la guía de observación se pudo identificar los tiempos excesivos que generan los equipos al momento de realizar el carguío, acarreo y descarga.
- ✓ Obtenido el resultado del análisis de los procesos y monitoreo de las velocidades in situ permitió la identificación de los tiempos excesivos y variación de velocidades de forma exacta, con lo que concuerdo con lo dicho por los autores Conde y Tinoco (2016) es muy importante tomar los datos in situ para así poder obtener datos necesarios para optimizar las operaciones e identificar cualquier variación que afecte la producción.

- ✓ Se identificó a través del análisis del factor de acoplamiento que existe un sobredimensionamiento de volquetes ($MF > 1$) ya que este es mayor de 1, lo cual no coincide con los autores MORGAN y PETERSON (1968-2012) los cuales mencionan que el factor de acoplamiento debe ser igual a 1, siendo este el número perfecto de palas y volquetes para una mejor productividad.

- ✓ En concordancia a lo dicho por el autor Bonzi (2016), el carguío y acarreo representa el 50% y al 70% de los costos operacionales del proceso completo de explotación, los resultados del análisis de costos del sistema dieron como resultado que los equipos de carguío y acarreo son los que hacen que se generen un alza elevado de los costos ya que estos al no contar con un planeamiento de mantenimiento y solo realizar un mantenimiento correctivo, todo esto se evitaría si se realiza un adecuado planeamiento de mantenimiento y realizando un mantenimiento predictivo y preventivo.

V. CONCLUSIONES

- ✓ Al realizar la situación actual de los equipos de la cantera 7 de Noviembre – Nueva Arica muestra que la Disponibilidad Física es de 50% y la Disponibilidad mecánica de 47%, siendo estos muy bajos, por lo que se concluye que la productividad de los equipos es deficiente.
- ✓ De acuerdo a la lista de verificación que se aplicó en la cantera acerca del mantenimiento de los quipos, se pudo identificar que solo se cumple con el 40% de lo establecido en su plan de mantenimiento, teniendo un incumplimiento del 60%, ya que solo se realiza cada 250 horas.
- ✓ De acuerdo a la guía de Observación que se aplicó a la flota de la cantera se pudo identificar los tiempos excesivos o demoras de cada equipo al momento de realizar el carguío, acarreo y descarga del material, esto debido a factores como el deterioro en las vías que no permite el correcto desplazamiento de los volquetes, el excesivo polvo que es generado al pasar los volquetes el cual dificulta la visibilidad del conductor, desperfectos en los equipos debido a que no se realiza un mantenimiento adecuado y por último que el área donde se desplazan los operadores se encuentran llena de rocas que dificultan su trabajo y tienen que realizar mayor maniobras para su recorrido, por lo que solo realizan 3 ciclos.
- ✓ Al emplear el Factor de Acoplamiento concluimos que $MF > 1$, por lo que existe un sobredimensionamiento de volquetes y como alternativa de solución se propone ampliar la capacidad del cucharón y optimizar las demoras, al implementar esto se aumentarán de 3 ciclos a 4 ciclos
- ✓ En la cantera se identificó un alza elevada en los costos esto se pudo identificar cuando se realizó el análisis de costos el cual dio como conclusión el elevado costo que se está generando en la cantera debido a los desperfectos que se presentan en los equipos, que muchas veces quedan paralizados o no pueden realizar sus funciones de forma óptima generando pérdidas operacionales.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a la cantera 7 de Noviembre la aplicación del planeamiento de mantenimiento que se ha propuesto en la tesis, ya que ayudará a llevar un mejor control de todos los equipos, se mejorará el mantenimiento preventivo y predictivo, evitando así que ocurran incidentes relacionados a fallas mecánicas que perjudiquen las operaciones y aumenten los costos.
- ✓ Se recomienda aplicar de manera eficiente el plan de mantenimiento que se ha realizado de acuerdo a la ficha técnica de los equipos de esta manera se tendrá programado el mantenimiento, se sugiere coordinar un equipo en stand Bay para evitar disminución del ritmo en la producción.
- ✓ Se recomienda realizar el mantenimiento Predictivo el cual se realizara cada 15 mil kilómetros y teniendo en cuenta que los volquetes realizan un recorrido de 122 kilómetros por ciclo y realizan 3 ciclos lo que hace un recorrido total de 366 kilómetros, al mes realizan un total de 7320 kilómetros, dado estos resultados este mantenimiento se debe llevar a cabo 2 meses y medio y preventivo el cual se realizara teniendo en cuenta el tipo de trabajo que realice el equipos, por lo cual se recomienda realizarse cada 2 meses para llevar un buen control de los equipos
- ✓ Se debe realizar la contratación de un mecánico que este permanente en la cantera, para que lleve un control del plan de mantenimiento de los equipos y evitar que se presenten fallas no programadas, también se tiene que contar con un almacén abastecido con las refacciones necesarias y así evitar demoras a la hora de arreglar los equipos.
- ✓ Realizar el mantenimiento a la vía de acceso, como tapar los hoyos de las vías con ripio para que así mejore la movilización de los volquetes y realizar una limpieza al área de trabajo para que la excavadora y retroexcavadora, puedan realizar sus trabajos de forma óptima y segura.

- ✓ Contratar una cisterna que riegue diariamente la vía de acceso para que los volquetes al momento de realizar el acarreo del material no generen polvo de forma excesiva, evitar el daño de la maquinaria y mejorar la visibilidad de los conductores, evitando que los filtros se taponen obstruyendo el ingreso del aire al motor y también que se contrate a un vigía para que ayude a los conductores a cuadrar los equipos de forma rápida.

- ✓ Contratar a personal con experiencia para el manejo de los equipos y así evitar demoras innecesarias.

REFERENCIAS

BALDEÓN, Zoila. Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en CIA. Minera Condestable S.A. Tesis (Ingeniería de Minas). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/897/BALDEON_QUISPE_ZOILA_TRANSPORTE_ACARREO_CIA_MINERA.pdf?sequence=1

BARRIENTOS, Víctor. Análisis de factores operacionales en detecciones y productividad de sistema de carguío y transporte en minería a cielo abierto. Tesis (Ingeniería Civil de Minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2014. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/132148/Analisis-de-factores-operacionales-en-detenciones-de-productividad-de-sistema-de-....pdf?sequence=1&fbclid=IwAR29b9EHansx01qaTrXKbZeHREDyvaxB1MK068cdYZ5zRrYWxSxOxz960Y>

BECERRA, Gilberto y PAULINO, Jony. El análisis de confiabilidad como herramienta para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de la línea de flotación en un centro minero. Tesis (Ingeniería Mecánica). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1475/1/becerra_ag.pdf

BONZI, José. Propuestas de mejora de la utilización efectiva en base a disponibilidad de la flota de carguío y transporte en Minera Los Pelambres. Tesis (Ingeniería Civil de Minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2016. Disponible en: <http://docplayer.es/26385648-Universidad-de-chile-facultad-de-ciencias-fisicas-y-matematicas-departamento-de-ingenieria-de-minas.html>

BURGOS, Edwin. Variación del módulo de finura del agregado fino de 3.0 a 3.6 en concretos de mediana a baja resistencia. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3413/1/burgos_eg.pdf

CALDERÓN, Norka. Mejora del tiempo de operatividad de camiones volquetes en Proyectos de Mantenimiento Vial, utilizando Teoría de Confiabilidad en un Sistema Simulado. Tesis (Licenciada en investigación operativa). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2015. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4241/Calderon_qn.pdf?sequence=1

CASTILLO, Frank. Optimización de la producción en carguío y acarreo mediante la utilización del sistema Jigsaw – Leica en minera Toquepala S.R.L. Tesis (Ingeniería de Minas). Cajamarca: Universidad César Vallejo, 2016. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/11035>

CONDE, Leonardo y TINOCO, Omar. Organización de los trabajos realizados en el sistema de carga de transporte respecto al volumen extraído de roca en la mina San Guillermo mediante el cálculo de coeficientes para optimizar el sistema carga-transporte. Tesis (Ingeniería de Minas). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del litoral, 2016. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/35079/D-CD70143.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

Equipo de Redacción de Concepto. De, 2017,12. Concepto de Matemáticas. Editorial Concepto.de (Enciclopedia online). Argentina. Disponible en: <https://concepto.de/matematicas/>

GONZÁLES, Héctor. Selección y asignación de equipos de carguío para el cumplimiento de un plan de producción en minería a cielo abierto. Tesis (Ingeniería de Minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2017. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146286/Selecci%C3%B3n-y-asignaci%C3%B3n-%C3%B3ptima-de-equipos-de-cargu%C3%ADo-para-el->

cumplimiento-de-un-plan-de-producci%C3%B3n-en-miner%C3%ADa-a-cielo-abierto-.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GUERRA, José. Plan de lubricación para mejorar la disponibilidad de las maquinarias pesadas utilizada en el mantenimiento de carreteras en la empresa iccgsa. Tesis (Ingeniería Mecánica). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del PERÚ 2014, Disponible en: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/286/TEMEC_06.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HUAMAN, Rafael. Optimización de flota de camiones aplicando programación dinámica – Mina Corihuarmi. Tesis (Ingeniería de Minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2175/1/huaman_sr.pdf

BENAVIDES, Juan. Elaboración de un manual interactivo de operación, mantenimiento y pruebas hidráulicas para la excavadora Caterpillar 320C. Tesis (Ingeniería Automotriz). Ecuador: Escuela politécnica del ejército, 2009. Disponibles en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2884>

LAGOS, Eduardo. Gestión Operativa del sistema de despacho estudio técnico y económico. Tesis (Ingeniería de Minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2007. Disponible en: http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2007/lagos_ec/sources/lagos_ec.pdf

Ley 29783, modificada por Ley 30222, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por Decreto supremo N°016-2016-TR, Diario El Peruano, Lima, Perú, 23 de diciembre de 2016.

LUQUE, Elmer. Modelo de estimación y comparación de velocidades reales vs simuladas de los camiones Komatsu930 E en Minera Los Pelambres – Antofagasta Minerales Chile. Tesis (Ingeniería de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3317/Luque_Percca_Elmer_Eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MARÍN, Aguilar. Incremento de la productividad en el carguío y acarreo en frentes que presentan altos contenidos de arcillas al utilizar un diseño de lastre adecuado, Minera Yanacocha, Perú, 2015. Tesis (Ingeniería de Minas). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2015. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7559/Mar%C3%ADn%20Aguilar%20C%C3%A9sar%20Augusto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MAURICIO, Gerardo. Mejoramiento continuo en la gestión del ciclo de acarreo de camiones en minería a tajo abierto en Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay y Pucamarca. Tesis (Maestro en Ciencias con mención en Gestión Minera). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. Disponible en: <https://docplayer.es/58803028-Universidad-nacional-de-ingenieria.html>

MAXERA, Carlos. Aplicación de la simulación para la optimización del acarreo de mineral. Tesis (Ingeniería industrial). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/maxera_bc/maxera_bc.pdf

MAYHUA, Ángel y MENDOZA, Lucrecia, Optimización del Sistema de Transporte de mineral del Nivel 1070 a Superficie de la unidad de producción San Cristóbal - Volcán CIA Minera S.A.A. Tesis (Ingeniería de Minas). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2012. Disponibles en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/587/TP%20%20UNH%20MINAS%200005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Norma Técnica Peruana 399.010-1:2016 Señales de seguridad, aprobado por Resolución Directoral N°043-2016-INACAL/DN, Diario El Peruano, Lima, Perú, 29 de diciembre de 2016.

OROZCO, Amilca. Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo en Maquinaria para el uso de la Construcción en Carretera. Tesis (Ingeniería Mecánica). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0600_M.pdf

PARI, Juan. Dimensionamiento de equipos de carguío - acarreo y optimización del plan de mantenimiento de vías para los tajos Pampa Verde y San Pedro Sur Mina la Zanja S.R.L. Tesis (Ingeniería de Minas). Arequipa: Universidad de San Agustín de Arequipa, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5374>

PEINADO, Mairym. Optimización de la flota de camionetas tipo pick – up asignadas a las áreas administrativas de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. Tesis (Ingeniería de Minas). Puerto Ordaz: Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre, 2009. Disponible en: <https://docplayer.es/3816608-Optimizacion-de-la-flota-de-camionetas-tipo-pick-up-asignadas-a-las-areas-administrativas-de-cvg-ferrominera-orinoco-c-a.html>

POBLETA, Cristian. Costo de oportunidad en la utilización de los sistemas de despacho en minería a cielo abierto. Tesis (Ingeniería civil de Minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2010. Disponible en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103796/cfpoblete_cm.pdf?sequence=3

Reglamento de seguridad y salud Ocupacional en Minería D.S. N°024-2016-EM y su modificatoria mediante D.S. N°023-2017- EM, Diario el Peruano, Lima, Perú, 18 de agosto de 2017

RODRÍGUEZ, Daniel. Modelo analítico para el dimensionamiento de flota de transporte en minería a cielo abierto: análisis de prioridades de atención según rendimiento. Tesis (Ingeniería de Minas). Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2013. Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/1788/608607.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RODRIGUEZ, Miguel. Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca. Tesis (Ingeniería Mecánica). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2012. Disponibles en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/89>

ROJAS, Sergio. Mejoramiento de la performance y gestión del Dispatch en Cerro Verde. Tesis (Ingeniería de Minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2006. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/671/1/rojas_ts.pdf

RONDAN, Edwin. Producción real vs. Producción potencial de equipos de carguío y acarreo y aplicación del match factor para determinar el número óptimo de volquetes MINA ARASI. Tesis (Ingeniería de Minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2014. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3924/MIrogaem081.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3gLgG2mOU9W63PauaQ60os77McmvMZXmUrUH7YTFw-gm9jZni1Re3rUY0>

SÁEZ, Nicolás. Simulación on – line para el despacho de camiones mineros en operaciones a cielo abierto. Tesis (Maestría de Ciencias de la Ingeniería). Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2014. Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/4911/000635184.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

VÁSQUEZ, Emilio. Evaluación del rendimiento de diferentes tipos de rodaduras para la optimización del ciclo de acarreo y transporte del material de tunelería. Tesis (Ingeniería Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3541_C.pdf

VÁSQUEZ, Pedro. Optimization of the haulage cycle model for open pit mining using a discrete-event simulator and a context-based alert system. Tesis (Master of Science). Arizona: University of Arizona, 2010. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.865.8735&rep=rep1&type=pdf>

ANEXOS

Anexo N°1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	VARIABLE INDEPENDIENTE	TÍTULO	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS
Evaluación de Yacimientos Mineros	ANÁLISIS DE FLOTA	Análisis de flota para Incrementar la Productividad en la cantera 7 de Noviembre - Nueva Arica – Chiclayo	Analizar la flota de la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo, para el incremento de la productividad.	Si se realiza un adecuado Análisis de flota entonces se podrá incrementar la productividad en la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo
	VARIABLE DEPENDIENTE	PROBLEMA	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
	INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA CANTERA	El tiempo fuera de servicio de los equipos por una mantención no programada (averías inesperadas).	<p>Analizar la situación actual de los equipos en la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo para determinar la disponibilidad mecánica.</p> <p>Analizar los procesos de carguío, acarreo y descarga del material, así mismo el monitoreo de velocidades de la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo para determinar la variación de los tiempos y el manejo de estos.</p> <p>Proponer una alternativa de solución a los problemas encontrados en el ciclo de los volquetes de la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo a través del análisis del factor de acoplamiento.</p> <p>Realizar un análisis de costos del sistema de carguío y acarreo en la Cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo.</p>	<p>Cuantitativa con Diseño</p> <p>No experimental</p> <p>Descriptivo Transversal</p>

Anexo N°2 VÍA DE ACCESO A LA CANTERA 7 DE NOVIEMBRE – NUEVA ARICA – CHICLAYO

Vía de Acceso Chiclayo a la Concesión de Explotación "CANTERA 7 DE NOVIEMBRE"



Anexo N°3 NORMATIVAS

Seguridad.

Normativa del Capítulo V. Maquinaria, Equipos y Herramientas desde el Art 374 al 379, menciona que:

ART. 374.- La instalación, operación y mantenimiento de equipos mecánicos fijos y móviles deberá hacerse de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes, con especial atención a si programa de mantenimiento, descarga de gases contaminantes, calidad de repuestos y lubricación. El trabajador que opera los equipos debe ser seleccionado, capacitado y autorizado por el titular de actividad minera.

ART. 375.- Para la operatividad y disponibilidad mecánica de los equipos, maquinarias y herramientas se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- a) Mantener las maquinarias, equipos, herramientas y materiales que se utilice en condiciones estandarizadas de seguridad.
- b) Proteger las maquinarias, equipos y herramientas adecuadamente.
- c) Elaborar programas de inspecciones y mantenimiento para las maquinarias, equipos y herramientas adecuadamente.
- d) Asegurarse de que los equipos peligrosos tales como winches de izaje, compresoras, ventiladores, locomotoras, camiones, bombas, entre otros, sean manejados solamente por el trabajador capacitado y especialmente autorizado para ello, para lo cual se tendrá en cuenta el certificado del área de salud ocupacional.
- e) Las palas mecánicas deben emplear válvulas de seguridad antes del ingreso de aire a la máquina.
- f) Toda la pala mecánica debe tener cadena o cable de seguridad que sujete la manguera principal de aire.

ART. 376.- En toda instalación mecánica se debe cumplir, también lo siguiente:

- a) Las salas o locales donde funciones máquinas estacionarias deben tener un tamaño adecuado para la instalación de sus diversos mecanismos; dejando, además, amplio espacio para el movimiento del trabajador encargado de su manejo y reparación.
- b) Todo equipo mecánico, eléctrico o electromecánico estacionario debe ser operado sólo por trabajadores debidamente capacitados y autorizados.
- c) Se debe colocar carteles en sitios visibles indicando, mediante leyendas y dibujos ilustrativos, los posibles peligros que puedan existir y la forma de evitarlos.
- d) En toda instalación subterránea, la distancia mínima que se debe dejar entre el punto más sobresaliente de una máquina cualquiera y el techo o paredes es de un (1) metro.
- e) Queda prohibido dejar la llave de contacto en los equipos.

ART. 377.- La instalación, operación y mantenimiento de fajas, polines, motores y reductores, poleas motoras, poleas de cola, sistema de frenado, entre otros, deberán hacerse de acuerdo con los estándares del fabricante. Todas las fajas transportadoras tendrán un cable interruptor a cada lado para casos de emergencia, instalado a lo largo de toda su longitud, operativa, libre de obstáculos y al alcance del operador.

ART. 378.- En el uso del equipo móvil debe observarse lo siguiente:

- a) El operador efectuará una inspección antes de ponerlo en operación en cada turno de trabajo. No obstante, dicha inspección, si detectara durante su funcionamiento defectos que afecten su seguridad, debe detener el equipo inmediatamente y reportarlo a su superior inmediato para corregir las fallas detectadas.
- b) El equipo móvil debe tener el/los cinturones/es de seguridad en buenas condiciones de operación para que los operadores los utilicen todo el tiempo, así como asientos ergonómicos en buenas condiciones de uso.

- c) Tendrán instaladas alarmas de retroceso automáticas en buenas condiciones de funcionamiento.

ART. 379.- Se instalará sistemas de protección contra vuelcos en: tractores y cargadores frontales de orugas, motoniveladoras, cargadores y tractores de llantas. Su instalación debe hacerse de conformidad con las recomendaciones del fabricante.

Técnica.

1. La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos, para el diseño, colores, símbolos, formas y dimensiones de las señales de seguridad.
2. El sistema adoptado tiende a hacer comprender, mediante las señales de seguridad, con la mayor rapidez posible, la información para la prevención de accidentes, la protección contra incendios, riesgos o peligros a la salud, facilitar la evacuación de emergencia y también la existencia de circunstancias particulares.
3. La rapidez y la facilidad de la identificación de las señales de seguridad queda establecida por la combinación de los colores determinados con una definida forma geométrica, símbolo y leyenda explicativa.
4. En la presente Norma Técnica Peruana también se establecen la identificación de colores de seguridad y de contraste.

Anexo N°4 VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

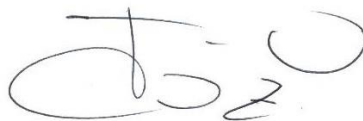
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El docente Ing.MBA. Jorge Omar Gonzales Torres con DNI: 43703713 Especialista en Planificación y Gestión de Proyectos da conformidad a los instrumentos: Guía de Observación, Lista de Verificación y Cuestionario que a continuación se presentan y que fueron sometidos a una evaluación y validación , con la finalidad de que sean aplicados por el estudiante responsable: Chuquilin Lozano Alvaro Moises en la investigación titulada: ANÁLISIS DE FLOTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CANTERA 7 DE NOVIEMBRE - NUEVA ARICA – CHICLAYO

Dejamos, evidencia de lo evaluado firmando el presente documento para los fines que sean necesarios.

Chiclayo, 10 de mayo de 2019

Atentamente,



Jorge Omar Gonzales Torres
DNI 43703713

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los docentes Salazar Cabrejos Rosa Eliana con DNI: 41661370 Especialista en Metodología de la Investigación da conformidad a los instrumentos: Guía de Observación, Lista de Verificación y Cuestionario que a continuación se presentan y que fueron sometidos a una evaluación y validación , con la finalidad de que sean aplicados por el estudiante responsable: Chuquilin Lozano Alvaro Moises en la investigación titulada: ANÁLISIS DE FLOTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CANTERA 7 DE NOVIEMBRE - NUEVA ARICA – CHICLAYO

Dejamos, evidencia de lo evaluado firmando el presente documento para los fines que sean necesarios.

Chiclayo, 09 de mayo de 2019

Atentamente,



Salazar Cabrejos Rosa Eliana
DNI 41661370

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El docente Wilder Ángel Alvarado Castillo con DNI: 17531294 Especialista en Licenciado en Estadística valida los instrumentos: Guía de Observación, Lista de Verificación y Cuestionario que a continuación se presentan y que fueron sometidos a una evaluación y validación , con la finalidad de que sean aplicados por el estudiante responsable: Chuquilin Lozano Alvaro Moises en la investigación titulada: ANÁLISIS DE FLOTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CANTERA 7 DE NOVIEMBRE - NUEVA ARICA – CHICLAYO

Dejamos, evidencia de lo evaluado firmando el presente documento para los fines que sean necesarios.

Chiclayo, 10 de mayo de 2019

Atentamente,



Wilder Ángel Alvarado Castillo
DNI 17531294

**Anexo N°5. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA ANALIZAR LAS DISPONIBILIDADES DE LOS EQUIPOS
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

CHICLAYO 2018

**GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO
Acercas del análisis de la disponibilidad de los equipos**



El siguiente documento es una guía de observación, la cual está destinada a identificar y analizar las disponibilidades de los equipos en la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo

Fecha:

Nombre del observador:

Hora de inicio / término de la observación:

Lugar de observación:

Código /Equipo	Marca	Capacidad (m ³)	Disponibilidad Mecánica	Disponibilidad Física	Horas/Trabajadas	Horas Uso/día	Observación
Retroexcavadora	John Deere 310k	2m ³	47%	50%	11 horas	12 horas	Debido a la falta de mantenimiento de los equipos estos sufren desperfectos imprevistos que dificultan su desempeño en el momento de realizar su labor diaria y muchas veces lleva a que estos equipos estén paralizados.
Volquetes	Volvo FMX 4x6r	17m ³	47%	50%	11 horas	12 horas	
Volquetes	Volvo FMX 4x6r	17m ³	47%	50%	11 horas	12 horas	
Volquetes	Volvo FMX 4x6r	17m ³	47%	50%	11 horas	12 horas	
Volquetes	Volvo FMX 4x6r	17m ³	47%	50%	11 horas	12 horas	
Volquetes	Volvo FMX 4x6r	17m ³	47%	50%	11 horas	12 horas	

**Anexo N°6. LISTA DE VERIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA
MÁQUINARIA
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
CHICLAYO 2018**

**LISTA DE VERIFICACIÓN
Acerca del mantenimiento de las maquinarias**



El siguiente documento es una lista de verificación, la cual está destinada a verificar el planeamiento, seguimiento y confiabilidad del mantenimiento de la maquinaria en la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo.

Fecha:

Nombre del verificador:

Hora de inicio / término de la verificación:

DESCRIPCIÓN	TIPO DE MAQUINARIA (MARCA)					
	VOLQUETE 1	VOLQUETE 2	VOLQUETE 3	VOLQUETE 4	VOLQUETE 5	RETROEXCAVADORA
1. Se realiza un adecuado planeamiento del mantenimiento de las máquinas	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Se lleva un seguimiento de las ejecuciones de los planes de mantenimiento de las máquinas	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Se realiza la confiabilidad del mantenimiento de las máquinas	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4. Se lleva un control documentado del mantenimiento de las maquinarias	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5. Se lleva un control del estado actual de las máquinas	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Anexo N°7. GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA ANALIZAR LOS PROCESOS DE CARGUÍO, ACARREO Y DESCARGA.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CHICLAYO 2018

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO

Acerca del análisis de los procesos



El siguiente documento es una guía de observación, la cual está destinada a analizar los procesos carguío, acarreo y descarga, para determinar el número correcto de unidades para cada proceso en la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo.

Fecha:

Nombre del observador:

Hora de inicio / término de la observación:

Lugar de observación:

ÍTEMS	PRIMERA SEMANA					SEGUNDA SEMANA					TERCERA SEMANA					CUARTA SEMANA				
Hora de entrada del trabajador es	PROMEDIO DE LA SEMANA					PROMEDIO DE LA SEMANA					PROMEDIO DE LA SEMANA					PROMEDIO DE LA SEMANA				
	6:30am – 6:30pm					6:30am – 6:30pm					6:30am – 6:30pm					6:30am – 6:30pm				
Tiempo de Carguío	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5
	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min
Tiempo de Acarreo desde la chancadora hasta la cantera	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5
	1h 59 min	1h 58min	1h 58 min	1h 59 min	1h 59 min	1h 58 min	1h 58 min	1h 59 min	1h 58 min	1h 58 min	1h 59 min	1h 59 min	1h 58 min	1h 58 min	1h 59 min	1h 58 min	1h 59 min	1h 58 min	1h 58 min	1h 58 min
Tiempo de Acarreo desde la cantera hasta la chancadora	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5
	1h 25 min	1h 24 min	1h 24 min	1h 25 min	1h 24 min	1h 24 min	1h 25 min	1h 24 min	1h 25 min	1h 25 min	1h 25 min	1h 25 min	1h 25 min	1h 25 min	1h 24 min	1h 24 min	1h 25 min	1h 24 min	1h 24 min	1h 24 min
Tiempo de descarga de cada camión	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5
	10 min	10min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min

Tiempo de almuerzo del personal	1 hora					1 hora					1 hora					1 hora				
Cantidad de material acarreado durante el día	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5
	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³	15.3 m ³
Tiempo del ciclo de cada volquete	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5
	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h	3h
	54 min	52 min	52 min	54 min	52 min	52 min	52 min	52 min	52 min	52 min	54 min	54 min	52 min	52 min	52 min	52 min	54 min	52 min	52 min	52 min
Cuántas horas operativas trabaja cada volquete	11 horas					11 horas					11 horas					1 horas				

Tiempos de carguío Retroexcavadora

Volquetes	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA	CUARTA SEMANA
	Tiempo	Tiempo	Tiempos	Tiempo
Primer Volquete	20min	20min	20min	20min
Segundo Volquete	20min	20min	20min	20min
Tercer Volquete	20min	20min	20min	20min
Cuarto Volquete	20min	20min	20min	20min
Quinto Volquete	20min	20min	20min	20min

Tiempos de Acarreo desde la cantera hasta la obra

Volquete	PRIMERA SEMANA			SEGUNDA SEMANA			TERCERA SEMANA			CUARTA SEMANA		
	Tiempo	Velocidad	Producción	Tiempo	Velocidad	Producción	Tiempos	Velocidad	Producción	Tiempo	Velocidad	Producción
Primer Volquete	1h59min	35km	15.3m ³	1h58min	35km	15.3m ³	1h59min	35km	15.3m ³	1h58min	35km	15.3m ³
Segundo Volquete	1h58min	35km	15.3m ³	1h58min	35km	15.3m ³	1h59min	35km	15.3m ³	1h59min	35km	15.3m ³
Tercer Volquete	1h58min	35km	15.3m ³	1h59min	35km	15.3m ³	1h58min	35km	15.3m ³	1h58min	35km	15.3m ³
Cuarto Volquete	1h59min	35km	15.3m ³	1h58min	35km	15.3m ³	1h58min	35km	15.3m ³	1h58min	35km	15.3m ³
Quinto Volquete	1h59min	35km	15.3m ³	1h58min	35km	15.3m ³	1h59min	35km	15.3m ³	1h58min	35km	15.3m ³

Tiempos de Acarreo desde la obra hasta la cantera

Volquete	PRIMERA SEMANA		SEGUNDA SEMANA		TERCERA SEMANA		CUARTA SEMANA	
	Tiempo	Velocidad	Tiempo	Velocidad	Tiempos	Velocidad	Tiempo	Velocidad
Primer Volquete	1h25min	45km	1h24min	45km	1h25min	45km	1h24min	45km
Segundo Volquete	1h24min	45km	1h25min	45km	1h25min	45km	1h25min	45km
Tercer Volquete	1h24min	45km	1h24min	45km	1h25min	45km	1h24min	45km
Cuarto Volquete	1h25min	45km	1h25min	45km	1h25min	45km	1h24min	45km
Quinto Volquete	1h24min	45km	1h25min	45km	1h24min	45km	1h24min	45km

Tiempos de descarga de los camiones

Volquete	PRIMERA SEMANA	SEGUNDA SEMANA	TERCERA SEMANA	CUARTA SEMANA
	Tiempo	Tiempo	Tiempos	Tiempo
Primer Volquete	10min	10min	10min	10min
Segundo Volquete	10min	10min	10min	10min
Tercer Volquete	10min	10min	10min	10min
Cuarto Volquete	10min	10min	10min	10min
Quinto Volquete	10min	10min	10min	10min

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO
Monitoreo de velocidades en Acarreo



El siguiente documento es una guía de observación, la cual está destinada a identificar la variación de las velocidades de los equipos en la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo

Fecha:

Nombre del observador:

Hora de inicio / término de la observación:

Lugar de observación:

Tipo/ Marca	Galones	Conductor	Velocidad Monitoreada	Velocidad Establecida	Diferencia de Velocidades	Comentario
Volquete Volvo FMX 6x4r	45galones al día	Otiniano Guerrero	45km	45km	-	El único momento en que la velocidad varia es en los primeros 10 km de tramo debido a que es trocha y se encuentra en mal estado y genera excesivo polvo que dificulta la visibilidad de los conductores
Volquete Volvo FMX 6x4r	45galones al día	Casona Gusco	45km	45km	-	
Volquete Volvo FMX 6x4r	45galones al día	Chuquimata Castro	45km	45km	-	
Volquete Volvo FMX 6x4r	45galones al día	Culqui Amaya	45km	45km	-	
Volquete Volvo FMX 6x4r	45galones al día	Chávez Chuyo	45km	45km	-	

Anexo N°8. ENTREVISTA
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
CHICLAYO 2018

Análisis de flota para incrementar la producción en la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo



ENTREVISTA

Estimado entrevistado:

Las siguientes preguntas son realizadas con el objetivo de obtener información in situ de la empresa para desarrollar el análisis de flota para aumentar la productividad. Gracias

Apellidos y Nombre: Alan Facundo Peña

Profesión: Técnico

Empresa: **Cantera 7 de noviembre**

Cargo: Supervisor

Experiencia Profesional: Más de 10 años

Cuestionario: Para el supervisor, capataz y operador de la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo.

1. ¿Cuánto es la producción diaria en la cantera?
-255m³
2. ¿La producción en la cantera es constante o variable? ¿Por qué son estas variaciones?
-Variable, por fallas mecánicas que sufren las maquinarias.
3. ¿Se lleva un control mensual de los costos de combustible?
- si
4. ¿Cuánto combustible gastan al día?
-
5. ¿Qué cantidad se vende a los proveedores mensualmente?
- Actualmente la venta es la misma debido a que se abastece una obra
6. ¿Cuál es el costo de extracción del material?
- Hormigón y Greda
7. ¿Se realiza mantenimiento a la flota de la empresa? ¿cada cuánto tiempo?
- Si, cada 250 horas

8. ¿Cuál es el costo de mantenimiento de los equipos?
 -
9. ¿Cuánto es el tiempo que se demora en reparar los equipos?
 - 1 día a 10 dependiendo si tienen el repuesto.
10. ¿Cada cuánto vuelven los equipos a ser reparados?
 - 1 a 2 meses.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CHICLAYO 2018

Análisis de flota para incrementar la producción en la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo



ENTREVISTA

Estimado entrevistado:

Las siguientes preguntas son realizadas con el objetivo de obtener información in situ de la empresa para desarrollar el análisis de flota para aumentar la productividad. Gracias

Apellidos y Nombre: Cesar Guevara Salazar

Profesión: Economista

Empresa: **Cantera 7 de noviembre**

Cargo: Capataz

Experiencia Profesional: 15 años

Cuestionario: Para el supervisor, capataz y operador de la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo.

1. ¿Cuánto es la producción diaria en la cantera?
-255m³
2. ¿La producción en la cantera es constante o variable? ¿Por qué son estas variaciones?
-Variable, por fallas mecánicas que sufren las maquinarias.
3. ¿Se lleva un control mensual de los costos de combustible?
si
4. ¿Cuánto combustible gastan al día?
-
5. ¿Qué cantidad se vende a los proveedores mensualmente?
Actualmente la venta es la misma debido a que se abastece una obra
6. ¿Cuál es el costo de extracción del material?
Hormigón y Greda
7. ¿Se realiza mantenimiento a la flota de la empresa? ¿cada cuánto tiempo?
Si, cada 250 horas
8. ¿Cuál es el costo de mantenimiento de los equipos?
-

9. ¿Cuánto es el tiempo que se demora en reparar los equipos?

1 día a 10 dependiendo si tienen el repuesto.

10. ¿Cada cuánto vuelven los equipos a ser reparados?

1 a 2 semanas

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CHICLAYO 2018

Análisis de flota para incrementar la producción en la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo



ENTREVISTA

Estimado entrevistado:

Las siguientes preguntas son realizadas con el objetivo de obtener información in situ de la empresa para desarrollar el análisis de flota para aumentar la productividad. Gracias

Apellidos y Nombre: José Tito Chunga Tesen

Profesión: Operador de Maquinaria Pesada

Empresa: **Cantera 7 de noviembre**

Cargo: Operador

Experiencia Profesional: 23 años

Cuestionario: Para el supervisor, capataz y operador de la cantera 7 de noviembre – Nueva Arica – Chiclayo.

11. ¿Cuánto es la producción diaria en la cantera?

-255m³

12. ¿La producción en la cantera es constante o variable? ¿Por qué son estas variaciones?

-Variable, por fallas mecánicas que sufren las maquinarias.

13. ¿Se lleva un control mensual de los costos de combustible?

- si

14. ¿Cuánto combustible gastan al día?

-

15. ¿Qué cantidad se vende a los proveedores mensualmente?

Actualmente la venta es la misma debido a que se abastece una obra

16. ¿Cuál es el costo de extracción del material?

- Hormigón y Greda

17. ¿Se realiza mantenimiento a la flota de la empresa? ¿cada cuánto tiempo?

- Si, cada 250 horas

18. ¿Cuál es el costo de mantenimiento de los equipos?

-

19. ¿Cuánto es el tiempo que se demora en reparar los equipos?

- 1 día a 10 dependiendo si tienen el repuesto.

20. ¿Cada cuánto vuelven los equipos a ser reparados?

- 1 a 2 meses.

Anexo N°9: PLANEAMIENTO DEL MANTENIMIENTO

INTRODUCCIÓN

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en las máquinas. Es una acción eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de la máquina realizando labores tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort. Otorga la posibilidad de racionalizar costos de operación.

La labor de mantenimiento es un evento fundamental en cada hecho de la vida cotidiana. Corregir fallas son actividades que no tan sólo pertenecen a la industria sino también forman parte de los acontecimientos de la vida cotidiana. La modernización y el aumento de la competitividad de la industria, trae consigo que esta se halla visto en la tarea de realizar procesos cada día más eficaces, que aumente a la maximiza cantidad posible la calidad reduciendo los costos, en un tiempo de elaboración de los productos cada vez más cortos. Uno de los acontecimientos que produce paradas no deseadas y retardos en la producción son las averías y fallas. Es por ello que es realmente necesario la aplicación de un mantenimiento eficiente acorde con las posibilidades monetarias, lo cual asegura mediante la reducción de fallas una producción continua, larga vida útil de los equipos, disminución de accidentes laborales; traduciéndose esto en mejoras en los dividendos económicos.

1. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables. El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas, asimismo:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o parada de los equipos.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.

- Alcanzar o prolongar la vida útil de los equipos.
- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.

El mantenimiento debe procurar un desempeño continuo y operando bajo las mejores condiciones técnicas, sin importar las condiciones externas (ruido, polvo, humedad, calor, etc.) del ambiente al cual este se someta la máquina. El mantenimiento además debe estar destinado a:

- Optimizar la producción.
- Reducir los costos por averías.
- Disminuir el gasto por nuevos equipos.
- Maximizar la vida útil de los equipos.

2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y la familiaridad con la misma. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizarán las acciones necesarias, engrasan, cambian correas, desmontaje, limpieza, etc.

También podríamos decir que es la acción de carácter periódica y permanente que tiene la particularidad de prever anticipadamente el deterioro, producto del uso y agotamiento de la vida útil de componentes, partes, piezas, materiales y en general, permitiendo su recuperación, restauración, renovación y operación continúa, confiable, segura y económica, sin agregarle valor a la reparación, asimismo:

- Trata de prevenir la ocurrencia de la falla.
- Trata de predecir el momento de ocurrencia de la falla.
- Es un mantenimiento activo.
- Es el mantenimiento más económico.
- Con frecuencia preestablecido, planificado y rutinario.
- Control periódico de equipos, intervenciones menores inspección, ajustes, limpieza, lubricación.
- Realizado mayormente por el operario.

- Proyecta y transmite una imagen y conciencia de orden, disciplina y organización, lo que marca tendencias y conductas.

Se ha determinado con la experiencia que aproximadamente un 30% de las Ordenes de Trabajo son innecesarias. Da lugar al mantenimiento predictivo o preventivo ya que es capaz de predecir una futura intervención.

3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina. Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos. Este mantenimiento es una composición de correctivo con preventivo, ya que entra en acción en el momento en ocurre la falla, característico del mantenimiento correctivo con la diferencia de que el tiempo y la forma de atacar la falla están programadas y planificadas en el tiempo para que no se produzcan paradas injustificadas, característico del mantenimiento preventivo. Si el equipo está preparado la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.

No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo tanto, el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria la experiencia y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.

Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada. Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia:

- Actúa una vez ocurrida la falla.
- Es un mantenimiento reactivo.
- Cuando la intervención se realiza porque la falla ocurrió o está en desarrollo, la intervención es correctiva.
- Es una actividad reactiva.

- Ocurre cuando la falla esta próxima a su límite aceptable.
- Es indeseable en equipos cuando es imprevista.
- Es tolerable en equipos cuando se detecta prematuramente.
- Es el resultado de la inspección predictiva.

3.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

3.1.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EMERGENCIA

Situación de Emergencia, se está ante estas situaciones cuando:

- La intervención no pudo programarse.
- El equipo domina la situación de parada.
- Se debe atender al equipo inmediatamente.
- Se deben postergar otras actividades.
- Pérdida de producción.
- La detención produjo pérdidas de material en proceso.
- Es una situación totalmente indeseable, el objetivo es evitarla.

Condiciones de la Emergencia

- Ocurre en circunstancias desfavorables
- Afecta la producción
- Dificultad para conseguir recursos.
- Repuestos faltantes o inadecuados.
- Posible falta de apoyo de personal especializado.
- Posible falta de apoyo de personas Situación de Emergencia.

Condiciones de la reparación

- Uso de técnicas poco ortodoxas.
- No es posible detenerse a pensar.
- Uso de técnicas de prueba y error.
- Excesiva presión sobre los ejecutores.
- Condiciones de trabajo poco apropiadas.

Consecuencias de la reparación

- Reparación superficial.
- Reparación paliativa.

- Acciones provisionales que perdurarán hasta la próxima falla.
- Degradación acelerada del equipo.

3.1.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE URGENCIA

Situación de urgencia, se enfrenta una situación de emergencia cuando:

- La intervención debió programarse a corto plazo
- El equipo domina la situación de parada.
- Se debe atender al equipo con prioridad.
- Se deben reorganizar otras actividades.
- La detención no llegó a producir pérdidas de material en proceso.
- Es una situación no es recomendable, el objetivo es minimizarla.

Condiciones de la urgencia

- Ocurre en circunstancia controlada.
- La intervención es programada.
- Efectos sobre la producción controlados.
- Limitada disponibilidad de recursos.
- Repuestos disponibles.
- Apoyo de personal especializado.

Condiciones de la reparación

- Uso de técnicas ortodoxas.
- Es posible detenerse a pensar.
- Uso de técnicas analizadas.
- Baja presión sobre los ejecutores.
- Condiciones de trabajo apropiadas.

Consecuencias de la reparación

- Reparación completa.
- Reparación curativa
- Acciones definitivas que perdurarán en el tiempo.
- Mantenimiento del equipo.

3.1.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE OPOTUNIDAD

Situación de oportunidad, se está enfrentando a una situación de oportunidad cuando:

- La intervención pudo planificarse a largo plazo.
- El equipo no domina totalmente la situación de parada.
- Se puede atender al equipo en otra oportunidad.
- No es necesario postergar otras actividades.
- La detención no produjo pérdidas de material en proceso.
- Es una situación aceptable, el objetivo es aprovecharla.

Condiciones del correctivo de oportunidad

- Ocurre en circunstancia totalmente controlada.
- La intervención es programada y planificada.
- No afecta la producción.
- Disponibilidad de recursos.
- Repuestos disponibles.
- Apoyo de personal especializado.
- Se realiza cuando el equipo es intervenido por otra causa.

Condiciones de la reparación

- Uso de técnicas ortodoxas.
- Es posible detenerse a pensar.
- Uso de técnicas analizadas.
- Nula presión sobre los ejecutores.
- Condiciones de trabajo apropiadas.

Consecuencias de la reparación

- Reparación completa.
- Reparación curativa.
- Acciones definitivas que perdurarán en el tiempo.
- Mantenimiento del equipo.

4. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y técnicos.

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas.

Nos obliga a dominar el proceso y a tener unos datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación. Por todo ello la implantación de este sistema se justifica en máquina o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas, donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos.

Si se detecta una señal de falla insipiente, se debe generar una Orden de Trabajo programada. Esta Orden de Trabajo es Correctiva pues la falla ya se encuentra en proceso.

- Procura eliminar la falla definitivamente en el mejor de los casos.
- Es un mantenimiento proactivo.
- Por lo general las inspecciones predictivas no detienen al equipo.
- Deben realizarse en condiciones normales de funcionamiento.
- Acciones preventivas de mantenimiento, basadas en el estado del equipo.
- Diagnostico que se vale de tecnología para la medición y el análisis de las variables críticas que llevan al deterioro prematuro de la máquina.
- Resulta en un mantenimiento correctivo.
- La intervención en el equipo o cambio de un elemento.

Un plan de mantenimiento predictivo enumera la frecuencia de las inspecciones predictivas, por lo tanto, es planificado y programado. Un equipo puede recibir varias inspecciones predictivas, pero si no existe señal del deterioro no se actúa sobre él.

5. OTROS TIPOS DE MANTENIMIENTO

5.1. MANTENIMIENTO CERO HORAS (OVERHAUL)

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

5.2. MANTENIMIENTO DIARIO

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve.

5.3. MANTENIMIENTO UNO

Es el primer mantenimiento que se le da a la máquina, se lo realiza antes que la máquina salga a trabajar en el campo, se lo realiza en el taller autorizado y cuenta como garantía de la fábrica. En el cual se controla la calidad de aceites, reajuste de elementos, corrección de pintura, cumplir con un check list de conformidad de funcionamiento y que todas las partes de la máquina estén completas y en buen estado.

5.4. MANTENIMIENTO SUBCONTRATADO A UN ESPECIALISTA

Cuando hablamos de un especialista, nos referimos a un individuo o empresa especializada en un equipo concreto. El especialista puede ser el fabricante del equipo, el servicio técnico del importador, o una empresa que se ha especializado en un tipo concreto de intervenciones. Como hemos dicho, debemos recurrir al especialista cuando:

- No tenemos conocimientos suficientes.
- No tenemos los medios necesarios.
- Si se dan estas circunstancias, algunas o todas las tareas de mantenimiento deberemos subcontratarlas a empresas especializadas.

El mantenimiento subcontratado a un especialista es en general la alternativa más cara, pues la empresa que lo ofrece es consciente de que no compite. Los precios no son precios de mercado, sino precios de monopolio. Debe tratarse de evitarse en la medida de lo posible, por el encarecimiento y por la dependencia externa que supone. La forma más razonable de evitarlo consiste en desarrollar un Plan de Formación que incluya entrenamiento específico en aquellos equipos de los que no se poseen conocimientos suficientes, adquiriendo además los medios técnicos necesarios

5.5. MANTENIMIENTO RUTINARIO O DIARIO

Este tipo de mantenimiento guarda relación con el tipo de mantenimiento preventivo, ya que es un mantenimiento realizado por periodos de tiempo continuos, por el equipo de mantenimiento de la organización. Y su objetivo es Este tipo de mantenimiento guarda relación con el tipo de mantenimiento preventivo, ya que es un mantenimiento realizado por periodos de tiempo mantener y alargar la vida útil de los sistemas productivos, realizando tareas programadas en el tiempo para evitar su desgaste, como, por ejemplo: limpieza, ajuste, inspección visual, lubricación, entre otras.

6. RECOMENDACIONES PARA EL PERSONAL ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO

- Conoce e identifica los diferentes tipos de maquinaria pesada para la cantera.
- Controla que el mantenimiento realizado por el operador a su equipo sea el indicado por el manual de mantenimiento.
- Revisa y evalúa periódicamente las condiciones mecánicas en que se encuentran los diferentes equipos, de acuerdo a las prescripciones del fabricante.
- Asesora a operadores, ayudantes de operador, mecánicos de mantenimiento y personal encargado del mantenimiento del equipo en sus aspectos técnicos.
- Prueba los equipos reparados en condiciones reales de trabajo.
- Utiliza técnicas de montaje y desmontaje de elementos de máquinas, empleando las herramientas y equipos adecuados.

- Interpreta manuales de fabricantes de equipos en castellano o inglés.
- Realiza diagnósticos de fallas en equipos mecánicas, neumáticas, hidráulicas y Eléctricas, corrigiendo el origen de estos y previniendo fallas futuras.
- Es consciente de la importancia de la lubricación para el mantenimiento y la vida útil de los equipos y mecanismos.
- Llevar un registro completo de las actividades diarias realizadas a los equipos y por los equipos, en las cuales deben costar si ocurrió alguna anomalía, la lectura del medidor de servicio, el consumo de combustible, y las horas trabajadas, etc.

7. VISCOSIDADES DE LUBRICANTES

Debido a que el equipo es capaz de trabajar en cualquier terreno y en cualquier condición climática por más extrema que sea (calor o frío), se da a conocer una extensa gama de lubricantes que el operador puede escoger dependiendo de la temperatura ambiente en la cual el equipo este trabajando.

Con lo cual lograremos un mejor rendimiento de las excavadoras y volquetes, y conservar en buenas condiciones el equipo.

Cuando el motor está muy frío, por debajo de la temperatura ambiente mínima, se recomienda un calentamiento suplementario para arrancar. Se puede requerir calor suplementario para el arranque de motores muy fríos que estén por encima de la temperatura mínima indicada, en dependencia de las cargas parásitas y otros factores. Los arranques muy fríos ocurren cuando el motor no se ha operado durante un período de tiempo. Esto permite que el aceite se torne más viscoso debido a temperaturas ambiente más frías.

Viscosidades de lubricantes para temperaturas ambientes					
Comportamiento o sistema	Viscosidad del aceite	°C		°F	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Cárter del motor	SAE 5W-30	-30	30	-22	86
	SAE 5W-40	-30	50	-22	122
	SAE 10W-30	-18	40	0	104
	SAE 10W-40	-18	50	0	122
	SAE 15W-40	-9.5	50	15	122
Mandos finales y mando de la rotación	SAE 10W	-30	0	-22	32
	SAE 30	-25	25	-13	77
	SAE 50	-15	50	5	122

Sistema hidráulico	SAE 5W-30	-30	40	-22	104
	SAE 5W-40	-30	40	-22	104
	SAE 10W	-20	40	-4	104
	SAE 30	10	50	50	122
Resorte tensor del bastidor de rodillos	SAE 5W-30	-35	0	-31	32
	SAE 10W	-30	0	-22	32
	SAE 30	-20	25	-4	77
	SAE 40	-10	40	14	104
	SAE 50	0	50	32	122
Ruedas guía y rodillos inferiores	SAE 30	-20	25	-4	77
	SAE 40	-10	40	14	104
	SAE 5W-40	-35	40	-31	104

Nota: Se recomienda utilizar aceite con calidad API CI-4.

8. CAPACIDADES DE LLENADO

Capacidades de llenado aproximadas			
Componente o sistema	Litros	Gal EE.UU.	Tipo recomendado
Sistema de enfriamiento	30	7.9	ELC CAT (Refrigerante de larga duración)
Depósito de refrigerante	1.5	0.4	
Tanque de combustible	400.0	105.7	Combustible diésel
Cárter y filtro del motor	30	7.9	Revise la tabla anterior "Viscosidades del Lubricantes".
Sistema hidráulico	138	36.5	
Mando de la rotación	8	2.1	
Cada mando final	10	2.6	
Engranaje de la rotación	21.6	5.7	

9. INTERVALOS DE MANTENIMIENTO

9.1. PROGRAMA DE INTERVALOS DE MANTENIMIENTO

El usuario es responsable de realizar el mantenimiento, incluyendo todos los ajustes, el uso de los lubricantes, fluidos y filtros apropiados, así como del intercambio de componentes debido a su desgaste normal y envejecimiento. La omisión en cumplir los intervalos y procedimientos de mantenimiento apropiados puede dar como resultado una disminución del rendimiento del producto y/o un desgaste acelerado de sus componentes.

Utilice el millaje, el consumo de combustible, las horas de servicio o la fecha del calendario, **LO QUE OCURRA PRIMERO**, para determinar los intervalos de mantenimiento. Los productos que operan en condiciones de operación severas pueden requerir un mantenimiento más frecuente.

El intervalo normal de cambios de aceite para el motor es cada 500 horas de servicio o 3 meses. Si el motor se opera bajo condiciones severas, cambie el aceite después de Cada 250 horas de servicio o 1 mes. Las condiciones severas incluyen los siguientes factores: altas temperaturas, cargas altas continuas y condiciones extremadamente polvorientas.

9.2. CUANDO SEA NECESARIO

- Filtro de aire del motor - inspeccionar, reemplazar, limpiar.
- Baterías – Reciclar.
- Batería o cable de batería – inspeccionar, reemplazar, ajustar.
- Varillaje del cucharón – inspeccionar, ajustar, lubricar.
- Puntas de cucharón – inspeccionar, reemplazar.
- Filtro de aire de la cabina (aire fresco) - Limpiar/Reemplazar.
- Elemento primario del filtro de aire del motor – inspeccionar, limpiar, reemplazar.
- Elemento secundario del filtro de aire del motor – inspeccionar, reemplazar.
- Cilindro del auxiliar de arranque con éter – Reemplazar.
- Sistema de combustible – Cebar.
- Fusibles – inspeccionar, reemplazar.
- Filtro de aceite – Inspeccionar.

- Núcleo del radiador – Limpiar.
- Ajuste de la cadena – Ajustar.
- Depósito del lavaparabrisas – Llenar.
- Limpiaparabrisas - Inspeccionar y reemplazar.
- Ventanas – Limpiar.
- Espejos – Limpiar, ajustar.
- Asiento – acomodar al operador.

9.3. CADA 10 HORAS DE SERVICIO O CADA DÍA

- Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento – Comprobar.
- Nivel de aceite del motor – Comprobar.
- Separador de agua del sistema de combustible – Drenar.
- Agua y sedimentos del tanque de combustible – Drenar.
- Nivel del aceite del sistema hidráulico – Comprobar.
- Indicadores y medidores – Probar.
- Cinturón de seguridad – Inspeccionar.
- Ajuste de la cadena – Inspeccionar.
- Alarma de desplazamiento – Comprobar.
- Tren de rodaje – Comprobar.

9.4. CADA 50 HORAS DE SERVICIO O CADA SEMANA.

- Varillaje del cucharón – Lubricar.
- Ajuste de la cadena – Inspeccionar.

9.5. A LAS PRIMERAS 250 HORAS DE SERVICIO

- Juego de las válvulas del motor – Comprobar.
- Aceite de los mandos finales – Cambiar.
- Filtro del aceite del sistema hidráulico (Caja de drenaje) – Reemplazar.
- Filtro de aceite del sistema hidráulico (piloto) – Reemplazar.
- Filtro de aceite del sistema hidráulico (retorno) – Reemplazar.
- Aceite del mando de la rotación – Cambiar.

9.6. CADA 250 HORAS DE SERVICIO O CADA MES

- Correa - Inspeccionar/Ajustar/Reemplazar.
- Varillaje de la pluma y del brazo – Lubricar.

- Respiradero del cárter – Limpiar.
- Aceite y filtro del motor – Cambiar.
- Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua) – Reemplazar.
- Filtro secundario del sistema de combustible – Reemplazar.
- Tapa y colador del tanque de combustible – Limpiar

9.7. CADA 500 HORAS DE SERVICIO O CADA TRES MESES

- Correa - Inspeccionar/Ajustar/Reemplazar.
- Varillaje de la pluma y del brazo – Lubricar.
- Respiradero del cárter – Limpiar.
- Aceite y filtro del motor – Cambiar.
- Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua) –Reemplazar.
- Filtro secundario del sistema de combustible – Reemplazar.
- Tapa y colador del tanque de combustible – Limpiar.
- Aceite del mando de la rotación – Comprobar.
- Aceite de los mandos finales – Comprobar.
- Muestra de refrigerante del sistema de enfriamiento – Obtener.
- Muestra de aceite del motor – Obtener.
- Muestra de aceite de los mandos finales – Obtener.
- Muestra de aceite hidráulico – Obtener.

9.8. CADA 1000 HORAS DE SERVICIO O CADA 6 MESES

- Batería – Limpiar.
- Sujetador de batería – Apretar.
- Nivel de aceite de los mandos finales – Comprobar.
- Filtro del aceite del sistema hidráulico (Caja de drenaje) – Reemplazar.
- Filtro de aceite del sistema hidráulico (piloto) – Reemplazar.
- Aceite del mando de la rotación – Cambiar.

9.9. CADA 2000 HORAS DE SERVICIO O CADA AÑO

- Juego de las válvulas del motor – Comprobar.
- Aceite de los mandos finales – Cambiar.
- Aceite del sistema hidráulico – Cambiar.
- Filtro de aceite del sistema hidráulico (retorno) – Reemplazar.

- Engranaje de la rotación – Lubricar.

9.10. CADA 3 AÑOS DESDE LA FECHA DE INSTALACIÓN O CADA 5 AÑOS DESDE LA FECHA DE FABRICACIÓN

- Cinturón – Reemplazar.
- Prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento - Añadir

9.12. CADA 12000 HORAS DE SERVICIO O 6 AÑOS

- Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC) – Cambiar.

10. FACTORES QUE ALTERAN EL PERIODO DE MANTENIMIENTO

Los factores que interfieren en el intervalo de mantenimiento del equipo son muchos, por los cuales se perjudica la vida útil de los elementos, entre los más frecuentes y más comunes en nuestros medios tenemos:

- Condiciones severas de trabajo.
- Trabajo continuo.
- Altas temperaturas.
- Cargas altas continuas.
- Condiciones extremadamente polvorosas.
- Condiciones extremadamente húmedas.
- Falta de ventilación o poca refrigeración.
- Demasiado tiempo de operación en vacío.
- Condiciones del terreno.
- Calidad de lubricantes y combustibles.
- Todos estos factores alteran el intervalo programado de mantenimiento, reflejándose en gastos más acelerados y continuos.

10.1. PROLONGACIÓN DE LOS INTERVALOS DE DRENAJE DEL ACEITE DE MOTOR

Para reducir el riesgo de averías asociado con la prolongación de los intervalos entre drenajes de aceite se recomienda que dichos intervalos se prolonguen solamente basándose solamente en los resultados de análisis de aceite y posteriores inspecciones del motor. El análisis de aceite por sí solo no proporciona una indicación del régimen

de formación de lacas, barniz o carbón en los pistones y en otras superficies del motor. La única forma precisa de evaluar el rendimiento de un aceite determinado en un motor y una aplicación específicos utilizando intervalos prolongados entre cambios de aceite, es observar los efectos sobre los componentes del motor. Esto incluye inspección de todas las piezas de los motores que han llegado normalmente al momento de su reacondicionamiento general utilizando intervalos prolongados entre cambios de aceite.

FORMATO DE INSPECCIÓN TÉCNICA PROGRAMADA

LOGO DE LA EMPRESA	FORMATO						Código:	
							Versión:	
	INSPECCIÓN TÉCNICA PROGRAMADA						Fecha de aprobación:	
							Elaborado por:	
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE EL SELLO ORIGINAL COLOR ROJO DE "COPIA CONTROLADA"								
CÓDIGO DE EQUIPO:	SERIES:	AVISO N°:		HOROMETRO:	CÓDIGO DE PROYECTO:			
FECHA:	HORA DE INICIO:	HORA FINAL:		MECÁNICO RESPONSABLE:				
* ENTREVISTA CON EL OPERADOR		SI	NO	OBSERVACIONES				
Recalentamiento del motor								
Dificultad en el arranque								
Falta de potencia								
Ruidos extraños								
Consumo de aceite (gal)								
Consumo de combustible elevado								
Humo de escape (color)								
Sistema hidráulico lento								
Fuga en cilindros								
Otros								
	REALIZADO		ESTADO					OBSERVACIONES
*MOTOR	SI	NO	OK	RG	ML	FA	NA	
Funcionamiento del motor								
Guardas y cubiertas protectoras								
Respiradero de cárter								
Tapa de llenado de aceite del motor								
Varilla de medición de nivel de aceite								
Soportes de motor								
*SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	SI	NO	OK	RG	ML	FA	NA	OBSERVACIONES
Filtro de aire primario								
Filtro de aire secundario								
Prefiltro de aire								
Turbo alimentador								
Indicador de restricción de aire								

FORMATO DE CAPACITACIÓN DE DIFUSIÓN DEL INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - PREDICTIVO - CORRECTIVO DE EQUIPOS

LOGO DE LA EMPRESA	FORMATO			Código:	
	CAPACITACIÓN			Versión:	
				Fecha de aprobación:	
				Elaborado por:	
LA VERSIÓN IMPRESA O FOTOCOPIA DE ESTE DOCUMENTO SE CONSIDERA UNA COPIA NO CONTROLADA, EXCEPTO CUANDO LLEVE EL SELLO ORIGINAL COLOR ROJO DE "COPIA CONTROLADA"					
EMPRESA:					
UBICACIÓN:					
Responsable de la capacitación:			N° de participantes:		
Expositores:			Fecha:		
TIPO DE EVENTO		COMPETENCIA A DESARROLLAR			
Charla de inicio de jornada		Competencia orientada a la seguridad		Otros	
Capacitación		Competencia orientada al medio ambiente			
Cambio de procesos de área de trabajos		Competencia orientada a la salud ocupacional			
Evaluación/retroalimentación		Competencia orientada a la calidad de procesos			
TEMAS TRATADOS EN EL EVENTO					
DIFUSIÓN DEL INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - PREDICTIVO - CORRECTIVO DE EQUIPOS					
REGISTRO DE FIRMAS					
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	PUESTO	DNI	FIRMA	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					

Anexo N°10: Imágenes de la cantera



Imagen N°1 Volvo FMX realizando el carguío del material



Imagen N°2 Excavadora CAT 320 GC



Imagen Nª3 Retroexcavadora John Deere 310K