



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
ADMINISTRACIÓN**

**Gestión de Mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota  
de acarreo en SIMSA. Chanchamayo en período 2019-2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Licenciado en Administración**

**AUTOR:**

Br. Sandro Augusto Aguilar Herrera ([0000-0002-5483-6263](tel:0000-0002-5483-6263))

**ASESORA:**

Dra. Olenka Ana Catherine Espinoza Rodríguez ([0000-0003-3058-816X](tel:0000-0003-3058-816X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión de Organizaciones

**LIMA – PERÚ**

**2021**

### **Dedicatoria**

A mi esposa Yesenia, por su constante e incondicional apoyo en cada proyecto que emprendo.

A mis hijos Luis y Didier que son mi motivo y razón de ser.

A mi madre Doris quien desde el cielo guía mis pasos.

A una persona muy especial: papá Lucho, quien me formó como persona e influyó positivamente en mi vida.

### **Agradecimiento**

A Dios, por estar presente en cada paso que doy, siempre a mi lado; a mis familiares por el aliento continuo; a mis compañeros de trabajo por su apoyo; a la Dra. Olenka por la dedicación y paciencia en el desarrollo del curso, y a mi amigo Kristian, que me inculcó a concluir este proyecto iniciado.

## Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. Introducción	1
II. Marco Teórico	5
III. Metodología	26
3.1 Tipo y diseño de investigación	26
3.2 Variables y operacionalización	27
3.3 Población, muestra y unidad de análisis	27
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	28
3.5 Procedimientos	29
3.6 Método de análisis	30
3.7 Aspectos éticos	30
IV. Resultados	31
V. Discusión	37
VI. Conclusiones	42
VII. Recomendaciones	43
VIII. Propuesta de mejora de la gestión de equipos de acarreo y productividad	45
IX. Referencias	51
Anexos	
Anexo 01 Matriz de operacionalización de variables.	
Anexo 02 Instrumento N°1 Indicadores de Gestión.	
Anexo 03 Instrumento N°2 Indicadores de horas totales.	
Anexo 04 Instrumento N°3 Indicadores de Productividad.	
Anexo 05 Fórmula Tiempo Medio para la Reparación.	
Anexo 06 Fórmula Tiempo Medio para la Reparación, fórmula usada en SIMSA.	
Anexo 07 Fórmula Tiempo Medio entre Fallas.	

Anexo 08 Fórmula Tiempo Medio entre Fallas, fórmula usada en SIMSA.

Anexo 09 Fórmula de la Disponibilidad Mecánica.

Anexo 10 Fórmula de Productividad.

Anexo 11 Fórmula de Eficiencia.

Anexo 12 Fórmula de Eficacia.

Anexo 13 Disponibilidad Mecánica de la flota de equipos de acarreo período 2019-2020, programado vs. Ejecutado.

Anexo 14 Tiempo Medio para la Reparación de la flota de equipos de acarreo período 2019-2020, programado vs. Ejecutado.

Anexo 15 Tiempo Medio entre Fallas de la flota de equipos de acarreo período 2019-2020, programado vs. Ejecutado.

Anexo 16 Mantenimiento correctivo vs Mantenimiento preventivo de la flota de equipos de acarreo período 2019-2020.

Anexo 17 Diagrama de Pareto, Detalle.

Anexo 18 Diagrama de Pareto, Curva.

Anexo 19 Cartilla de Inspección de la máquina enllantadora.

Anexo 20 Cartilla de inspección de la jaula de inflado de llantas.

Anexo 21 Diagrama de Ishikawa.

Anexo 22 Programa mensual de compra de llantas.

Anexo 23 Programa de capacitación para mecánicos – enllantadores.

Anexo 24 Programa de capacitación para conductores de volquetes.

Anexo 25 Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro: Reparación de llantas.

Anexo 26 Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro: Uso de la estructura (jaula) de llenado de aire a las llantas.

Anexo 27 Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro: Cambio de llantas de volquetes.

Anexo 28 Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro: Ajuste de pernos y tuercas en los equipos.

Anexo 29 Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro: Conducir volquetes en mina.

Anexo 30 Cartilla de inspección de llantas de los equipos de acarreo.

Anexo 31 Cartilla de inspección de herramientas en el taller.

Anexo 32 Cartilla de inspección de herramientas en el volquete.

Anexo 33 Autorización de la aplicación del instrumento por la autoridad.

Anexo 34 Validación juicio de expertos.

## Índice de tablas

Tabla 4.1	Gestión de mantenimiento de la flota de equipos de acarreo SIMSA Chanchamayo, según promedio de indicadores en el período 2019-2020	31
Tabla 4.2	Horas acumuladas por equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo en el período 2019-2020	33
Tabla 4.3	Productividad de la flota de equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo según promedio de indicadores en el período 2019-2020	35
Tabla 8.1	Detalle de duración y costo de llantas	46
Tabla 8.2	Base para reunión de programa de mantenimiento de vías	47
Tabla 8.3	Inventario de herramientas para cambio de llantas en taller	48
Tabla 8.4	Inventario de herramientas para el cambio de llantas que deben estar en el volquete	48

## Índice de figuras

Figura 4.1 Disponibilidad mecánica y productividad período 2019-2020. 36

Figura 7.1 Máquina enllantadora (ver anexos).

Figura 7.2 Jaula de inflado de llantas (ver anexos).

Figura 8.1 Llanta caminera y de tracción para camión Volvo medida 1200  
x 20 (ver anexos).

Figura 8.2 Herramientas básicas para cambio de llantas (ver anexos).

## Resumen

El objetivo del presente trabajo fue el de Analizar la gestión de mantenimiento y la productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020. Para esto, se aplicó el tipo de investigación aplicada, y el diseño de la investigación fue longitudinal; la población analizada estuvo compuesta por los registros del área de mantenimiento y la muestra fue igual a la población, asimismo la guía de análisis documental fue validada a juicio de expertos; el método de análisis de datos fue descriptivo y cuantitativo de los datos recolectados. Los resultados del análisis arrojaron que la disponibilidad mecánica de la flota de equipos de acarreo fue de 82.5% y que la productividad estuvo en 38.3%. Finalmente se concluyó que la gestión de mantenimiento de equipos de acarreo y la productividad fue deficiente para el período 2019-2020. Es por esto que se acepta la hipótesis de investigación en donde la Gestión de mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020, ha sido deficiente y su tendencia será decreciente en menos del 85% requerido en su disponibilidad mecánica y en menos del 40% de su productividad.

Palabras clave: Gestión, mantenimiento, productividad, disponibilidad, tiempo.



## **Abstract**

The objective of this work was to analyze the maintenance management and productivity of the haulage fleet in SIMSA Chanchamayo in the 2019-2020 period. For this, the type of applied research was applied, and the research design was longitudinal; the analyzed population consisted of the records of the maintenance area and the sample was equal to the population. Likewise, the document analysis guide was validated according to experts; the data analysis method was descriptive and quantitative of the data collected. The results of the analysis showed that the mechanical availability of the hauling equipment fleet was 82.5% and that productivity was 38.3%. Finally, it was concluded that the maintenance management of haulage equipment and productivity was deficient for the 2019-2020 period. This is why the research hypothesis is accepted where the Equipment Maintenance and Productivity Management of the haulage fleet in SIMSA Chanchamayo in the 2019-2020 period, has been deficient and its trend will be decreasing by less than the 85% required in its mechanical availability and in less than 40% of its productivity.

Keywords: Management, maintenance, productivity, availability, time.



## I. Introducción

Una de las principales actividades dentro de todo el proceso en una empresa minera es el referido al acarreo y transporte de minerales, que consiste en movilizar el mineral desde su punto de extracción hacia la planta de procesamiento (Planta Concentradora). Este proceso implica sostener una flota de equipos con ciertas características que permitan mantener una fluidez en el traslado del mineral en bruto para su transformación.

A través del desarrollo de la minería a nivel mundial, se puede observar que, en cada país en base a su alcance económico, las empresas mineras cuentan con maquinaria que cumple con una serie de estándares de calidad y preservación ambiental para poder desarrollar sus actividades. Esta maquinaria compuesta por equipos de movimiento de tierra, tienen a su vez que sostenerse mediante mantenimientos que garantizarán el cumplimiento de su vida útil, y que a la postre contribuirán en el normal desarrollo de las actividades, con el consiguiente beneficio en la productividad de la empresa minera.

El mantenimiento a nivel mundial históricamente ha mejorado en base a modificaciones en su estructura, con procesos de replanteamientos, que no son otra cosa que evaluar el desarrollo de actividades y aplicar correctivos en dichos procesos.

La realidad de un país desarrollado como Canadá, por ejemplo, implica una facilidad para aplicar mejoras en sus procesos, que van desde la simplicidad para adquirir los insumos y repuestos para sus equipos, un adecuado ordenamiento de la mina con vías de transporte adecuados, así como personal altamente calificado con herramientas de gestión bien definidas, de tal manera que esto influye directamente en los cumplimientos de los plazos de vida útil de sus equipos.

En el análisis de América Latina encontramos que Chile y Bolivia presentan políticas gubernamentales que permiten una minería altamente productiva (El país del sur está considerado como potencia en la producción de cobre a nivel mundial); por otro lado, países como Colombia, Ecuador y Argentina se encuentran en un proceso inicial de desarrollo.

Para el caso en particular del Perú es un tema muy diverso, dependiendo del tamaño de la empresa minera (Grande – Mediana – Pequeña). Tal es así que en la gran minería dependiendo de su tipo, Tajo abierto o Subterráneo, por su envergadura poseen sistemas de gestión de mantenimiento muy complejos pero efectivos, apoyados en Sistemas Integrados de Gestión (SIG) que les permiten llevar un adecuado proceso productivo, ya que para ellos una parada por un día representa pérdidas millonarias. En la mediana minería el panorama cambia, dependiendo de su situación económica y de su Superintendencia de Mantenimiento, se puede tener una adecuada o inadecuada gestión. Las minas en la Libertad, por ejemplo, presentan problemas de gestión en lo mencionado anteriormente, debido a que no llegan a los estándares que exigen las minas para cumplir con el proceso productivo.

El caso del presente trabajo, aplica para una empresa de mediana minería, ubicada dentro de la Región Junín, (Junín – Chanchamayo – Vítoc), donde si bien es cierto toda esta región se caracteriza por ser MINERA, la provincia de Chanchamayo constituye un caso atípico por encontrarse en Ceja de Selva.

En la década pasada, la empresa usaba para el proceso de traslado de mineral camiones de bajo perfil diseñados para minería llamados “Dumper” con capacidad para transportar hasta 20 toneladas de material, pero por su alto costo en mantenimiento, repuestos y neumáticos, fueron reemplazados progresivamente por Volquetes marca Volvo, con la misma capacidad.

Ahora bien, a pesar de que los costos por mantenimiento de esta flota no son tan representativos, se ha observado en la información manejada, que se tiene una serie de deficiencias en sus procesos de mantenimiento que implica paradas innecesarias con la afectación directa en la productividad de la empresa. El análisis, revisión y replanteamientos en estos mantenimientos, han de afectar en el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de la flota de equipos de acarreo, con el consiguiente beneficio en la productividad de la empresa.

En el estudio se hace la siguiente formulación del problema:

¿Cómo ha sido y será la tendencia de la Gestión de Mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en el periodo 2019-2020?

Asimismo, se han realizado las preguntas de investigación que a continuación se detallan:

¿Cómo ha sido y será la tendencia de la gestión de mantenimiento de la flota de equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo?

¿Cuál ha sido y será la tendencia de la productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en el período 2019-2020?

¿Cómo es la propuesta para mejorar la gestión de equipos y productividad de equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo en el período 2019-2020?

Después de haber planteado las interrogantes que llevan a reunir información que permita analizar y concluir en posiciones concretas que tiendan a mejorar los procesos de mantenimiento en la empresa. Se ha considerado conveniente justificar la investigación de acuerdo a criterios establecidos por Hernández, et al (2014):

El estudio es conveniente porque debido a las constantes paradas por problemas mecánicos en los equipos de la flota de acarreo, la disponibilidad mecánica ha bajado considerablemente, por lo que el análisis servirá para poder hacer los correctivos necesarios en la Gestión de Mantenimiento que permitan mejorar este indicador con el beneficio correspondiente para la productividad de la empresa.

Asimismo, tiene relevancia social porque beneficia a los trabajadores del área de mantenimiento, debido a que la implementación de procedimientos, así como la inspección y adquisición de herramientas, permitirán reducir los riesgos por accidentes.

Por ende, tiene implicaciones prácticas ya que a través de las propuestas se pueden implementar a futuro mejoras que conlleven al desarrollo de capacidades intelectuales (por el análisis) como operativas del personal relacionado con el

proceso de acarreo, que involucra a supervisores, mecánicos y conductores de los equipos.

En la investigación se ha considerado conveniente plantear los objetivos que se detallan a continuación:

El objetivo general fue: Analizar la Gestión de Mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020.

Los objetivos específicos fueron: Analizar la gestión de mantenimiento de la flota de equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020.

Analizar la productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020.

Proponer herramientas de gestión para mejorar la productividad de la flota de equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020.

En el estudio se ha planteado la siguiente hipótesis de investigación:

Hi La Gestión de mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020, ha sido deficiente y su tendencia será decreciente en menos del 85% requerido en su disponibilidad mecánica y en menos del 40% de su productividad.

## II. Marco teórico

Zegarra (2016) en su artículo científico concluye que, una correcta gestión de mantenimiento de equipos pesados debe considerar dos puntos incluyentes: la Gestión de Ingeniería de Mantenimiento y la Gestión Administrativa del Mantenimiento, que deben coordinar funciones que permitan aplicar soluciones técnicas a las fallas de las máquinas (reparaciones), y (en la parte Administrativa) establecer procesos administrativos de recolección de datos que implican el manejo del flujo de información, el correcto planeamiento y programación de acciones correctivas y preventivas, y un adecuado control de todo lo anteriormente expuesto; ahora bien, para poder saber si la gestión es la adecuada requiere una medición que permita ver si los valores obtenidos están dentro de los parámetros requeridos. Las herramientas de gestión para estas mediciones se denominan: “Key Performance Indicators” o KPI (indicador Clave de Desempeño).

Medina (2018) en su artículo científico concluye que, han transcurrido más de 100 años (desde la primera guerra mundial) cuando en la fábrica de Ford se implementa la producción en serie, y se establecen programas mínimos de producción, lo que generó la creación de un órgano subordinado a la producción que tenía por objetivo la aplicación del mantenimiento reactivo que hoy se conoce como: “Mantenimiento Correctivo”; sin embargo, aun hoy después de transcurrido todo este tiempo, las empresas (en un 70%) persisten en mantener una política de manejo de fallas reactivas, pese a que está comprobado que esto les representa un incremento que oscila entre 3 y 4 veces su valor real.

Nobsa (2019) en su artículo científico, determina la implementación de mecanismos y actividades de gestión que optimicen el funcionamiento de los equipos, y principalmente de los volquetes. En el análisis realizado a los procesos, pudo observar que la mayoría de los mantenimientos ejecutados eran los correctivos y que se realizaban al momento de la ocurrencia de la falla; manera de aplicar el mantenimiento era la que incidía negativamente en la productividad de la empresa.

Alavedra et al. (2016) en su artículo científico concluye que, la productividad se relaciona menor cantidad de fallas posibles que presenten los equipos.

Asimismo, hace referencia a la relación estrecha del mantenimiento preventivo con los indicadores. El mantenimiento preventivo es una conservación planeada, la cual tiene como objetivo el conocimiento del estado real de las máquinas y los equipos, y de esta manera elaborar un programa de tareas a realizar, que debe estar enmarcados dentro de los tiempos adecuados que a la postre sean más favorables para la mantención de las máquinas. En el mantenimiento preventivo, no hay que esperar la falla en los equipos para actuar, sino que se deben desarrollar programas de recambios en base al tiempo y antes que se presente la falla.

Fornés et al. (2016) en su artículo científico concluye que, el tipo mantenimiento que tiende a esperar que ocurra una falla para intervenir en ella, es el que genera pérdidas en los procesos productivos, incrementa los costos y disminuye el ciclo de vida de los activos, por lo cual es necesario identificar y registrar los equipos que presenten oportunidad de mejora en aspectos de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. Por consiguiente, el hecho de implementar un mantenimiento centrado en la confiabilidad tiene que basarse en siete procesos establecidos, que son: - Definición del sistema determinando la criticidad de los equipos; - Identificación y definición de funciones; - Determinación de fallas; - Definir modos de falla; - Determinación de los efectos de las fallas; - Valoración de las consecuencias; - Elaboración de un plan de mantenimiento de equipos.

Dounce (2016) en su artículo científico concluye que, el mantenimiento productivo total o TPM, es un proceso que está diseñado para la administración, la preservación y el mantenimiento de los activos de una gran empresa, por ser una filosofía con alta calidad de resultados. El proceso de implementación del TPM está definido y establecido en el seguimiento cuidadosamente programado de cuatro fases (Preparación – introducción – implementación – consolidación, y que todo esto representa para la empresa que pretende implementarlo, una fuerte inversión de recursos económicos y humanos, por lo consiguiente, solo se podría aplicar en las grandes empresas.

Ahora bien, para que las empresas de menor envergadura o menor capacidad económica puedan sacar provecho de estos conocimientos, lo que se debería hacer es capacitar al personal de preservación, mantenimiento y operación



en los conocimientos del TPM, poniendo especial atención en el proceso de recolección de datos relevantes, que servirán como información de análisis para encontrar áreas de oportunidad dentro de sus procesos. Por último, para las medianas y pequeñas empresas no necesariamente deben implementar el TPM, sino más bien, el saber diferenciar, elegir y aplicar algunas técnicas de este tipo de mantenimiento que sirvan mejor para la resolución de sus problemas.

Zegarra (2015) en su artículo científico concluye que, tres importantes indicadores de gestión como son: el tiempo medio entre fallas, el tiempo medio para la reparación y la disponibilidad mecánica deben analizarse en conjunto, por cuanto el primero define cada cuanto tiempo (promedio) para el equipo por alguna falla mecánica, el segundo cuanto tardan los técnicos en reparar dicha falla, y el tercero determina la relación entre las horas de trabajo y las horas de parada por reparación.

Diestra et al. (2016) en su artículo científico concluye que, es vital para las medianas y grandes empresas, el implementar un correcto plan para el mantenimiento que permita incrementar la vida útil de los componentes de los equipos, para que de esta forma se incrementen la disponibilidad y la confiabilidad, mejorando así la productividad de la planta. El factor positivo, es que el área de mantenimiento pasará de ser un área cambia piezas o equipos completos, a una con un factor importantísimo que mejorará la productividad de la compañía.

García (2017) en su artículo científico concluye que, el termino mantenimiento presenta muchos enfoques vistos desde varias metodologías, por lo que esto influye en que el personal involucrado en el proceso de mantenimiento (supervisores, técnicos, o teóricos de la especialidad) lleguen a confundir la secuencia de aplicación del mantenimiento preventivo en relación al predictivo.

Las diversas metodologías de mantenimiento (en base al avance de la tecnología) hacen muchas veces que el personal involucrado en este proceso confunda que realizar primero, si el preventivo o el predictivo. Revisando los conceptos de mantenimiento, se encuentra que el mantenimiento preventivo se ha de ejecutar antes del predictivo.

Ahora bien, debido a factores como el desarrollo tecnológico, ha influenciado para que surjan nuevas metodologías de mantenimiento, que no se limitan solo a

enfocarse en la mantenibilidad para que funcionen correctamente, sino que aplican otros campos como por ejemplo la fiabilidad de los equipos, enfocado a que estos durante todo el ciclo de vida desarrollen a cabalidad cumplan la que fueron diseñados, con calidad en su trabajo. Finalmente, de debe desarrollar un Mantenimiento Predictivo, que complemente la ejecución del Mantenimiento basado en condiciones (CBM).

Barrios et al. (2018) en su artículo científico concluye que, para toda empresa del sector minero, el mantenimiento de los equipos representa una de las actividades más críticas dentro del proceso productivo, ya sea porque su desarrollo afecta a la producción directamente, así como a las condiciones de seguridad y protección ambiental que exigen las normas y políticas gubernamentales.

Es así que toda empresa minera presenta una estructura organizacional, dentro de la cual hay subdivisiones en base a las funciones y especialidades del personal involucrado, que lidera el Jefe de mantenimiento, y que cuenta con la asistencia del jefe de ingeniería en la parte técnica del desarrollo del mantenimiento para la aplicación de los correctivos, y del jefe de planificación y control, quien elabora los programas de mantenimiento, hace seguimiento de las actividades y controla los resultados.

Cáceres (2020) en su artículo científico concluye que, inicialmente que se debe evaluar y definir el comportamiento de un activo (equipo) para un período determinado, basándose en frecuencias optimas de mantenimientos preventivos, así como el monitoreo de su condición. Toca el tema de la disponibilidad y la importancia de ella, pero manifestando que si bien es cierto siempre se exige tener un margen de 85% como mínimo, ese 15% tiende a generar pérdidas que no son tomadas en cuenta. Finalmente refiere que el objetivo principal de los administradores de mantenimiento, debe ser no solo controlar las ganancias, sino también las pérdidas.

Castella (2017) en su artículo científico concluye que, un análisis del mantenimiento preventivo, detallando su funcionabilidad en el tema de la conservación de los equipos a través de revisiones y correctivos periódicos, va a garantizar un buen funcionamiento, y sobre todo fiabilidad.

Dentro de sus objetivos, está el de disminuir las consecuencias que originan las paradas de los equipos, anticipándose a lo que pudiera ocurrir. Dentro de sus actividades se pueden enumerar las de limpieza, lubricación, ajuste de piezas, y algunas veces cambio de piezas que pueden sufrir deterioro por el uso, lo cual se va a ver reflejado en el aumento de seguridad, y por consiguiente la reducción de probabilidades de que ocurra una falla mayor.

Una particularidad del mantenimiento preventivo, es que se aplica en los equipos que están trabajando de manera normal, mientras que el correctivo por lo general repara a aquel que paró por alguna falla, o por presentar daños y averías, por lo que se puede concluir que el mantenimiento preventivo está enfocado a evitar fallas en el equipo antes de que estos ocurran.

Ranjan et al. (2019) en su artículo científico concluye que, la industria minera se caracteriza por sus activos, y que, ante un aumento en la demanda de mineral en base a sus objetivos de producción, requieren que tanto su disponibilidad y su productividad sean las mejores. El desarrollo del mantenimiento, desde los correctivos hasta hoy con el mantenimiento prescriptivo, influye directamente en la productividad de la empresa. Si comparamos las industrias mineras en relación con las manufactureras podremos observar una diferencia sustancial en la utilización de sus equipos. Si bien es cierto en la antigüedad solo se tomaban como referencia el manual del fabricante de los equipos para efectos de su producción, hoy se toman en cuenta conocimientos adicionales para poder elaborar los programas de mantenimiento.

Un buen manejo de recursos de mantenimiento aplicados en el momento oportuno, conlleva a una administración eficiente de reparaciones de los equipos que ingresen al taller, lo cual conlleva a las mejoras en los programas de mantenimiento y una mejor disponibilidad de los equipos para las operaciones de producción.

Hoseinie et al. (2016) en su artículo científico concluye que, el RCM, que se inicia en la década del 1960 en la empresa Boeing cuyo objetivo principal era el de optimizar el proceso de mantenimiento de las aeronaves. Dada la naturaleza (las aeronaves no pueden fallar por lo catastrófico que puede ser) este método se fue

aplicando a muchas industrias con resultados positivos. El RCM es un enfoque sistemático que evalúa de manera cuantitativa y optimiza el mantenimiento preventivo, de manera tal que omiten actividades que no agregan valor al proceso, lo cual repercute en ahorros de costes considerables producidos por un mantenimiento óptimo, además de mayor seguridad y productividad.

Ruschel et al. (2017) en su artículo científico concluye que, los intervalos bien definidos entre las inspecciones de mantenimiento preventivo repercuten en el aumento de la disponibilidad mecánica de las máquinas. En su estudio integra los modelos probabilísticos y predictivos elaborados desde la información de registros de eventos, aplicando técnicas de minería de procesos, con el objeto de calcular las variaciones del tiempo de ciclo del proceso. Se conceptualiza una función aplicar a la disponibilidad del equipo y se ejecutan cambios a los intervalos entre las inspecciones de mantenimiento. Los resultados finales, demuestran que las pérdidas se pueden minimizar cuando se optimizan los intervalos entre las inspecciones de mantenimiento.

Jakkula et al. (2019) en su artículo científico concluye que, al evaluar al Dumper (Volquete de bajo perfil para minería) de acarreo de carga (LHD) calificándolo como una de las principales maquinarias de transporte de mineral que se usa minería de socavón, por lo que la confiabilidad de este equipo, representa un factor influyente en el incremento de la producción. El rendimiento de este equipo debe ser el más alto posible para que se pueda cumplir con los objetivos previstos. Esto solo se puede lograr con la reducción de fallas repentinas de componentes y subsistemas. La identificación de componentes y subsistemas defectuosos puede ser posible realizando el análisis del tiempo de parada. Finalmente, es importante el desarrollo de estrategias de mantenimiento adecuadas para las acciones de reemplazo o reparación de los componentes que presenten fallas. La gestión adecuada del mantenimiento, tiende a mejorar el rendimiento del equipo.

Mohammadi et al. (2015) en su artículo científico concluye que, existe la necesidad de la extracción de los minerales como materia prima de elementos esenciales para la producción herramientas, máquinas, edificaciones, y que también proveen potencia y energía. Asimismo, el desarrollo de la industrialización

y la amplia explosión demográfica ha ocasionado un incremento en la demanda de minerales, y por consiguiente que las minas produzcan más, por lo cual la adquisición de equipos de minería se ha incrementado para que las empresas mineras puedan de esta manera cumplir con sus objetivos. La compra de estos equipos necesarios para lograr el incremento de la producción hace que las empresas una considerable suma de capital, y en base a esto, se necesitan herramientas adecuadas para la medición de la eficiencia de estos equipos.

Ahora bien, la disponibilidad mecánica y la utilización efectiva son indicadores vitales que permiten a la gerencia, tomar las decisiones correctas. Ahora bien, la disponibilidad mecánica se apoya en otros dos indicadores claves para su cálculo, como son el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio para la reparación.

Baidya et al. (2015) en su artículo científico concluye que, el mantenimiento es una combinación de fundamentos técnicos y administrativos que se relacionan entre sí para mantener o reparar un equipo o sistema, para que pueda realizar sus trabajos de manera normal. Es muy común que se considere al mantenimiento como un gasto, pero debería enfocarse más en verlo como un generador de ganancias. En base a esto podemos decir que la gestión del mantenimiento ha evolucionado de tal manera que el anterior concepto de repararlo cuando se rompe, se ha transformado en una estrategia de integración y alineación, necesario teniendo en cuenta que los planes productivos necesitan de altas tasas de disponibilidad y confiabilidad de los sistemas. Se puede enumerar tres tipos de mantenimiento: Correctivo, Preventivo y Predictivo, los cuales se pueden observar dentro de teorías como: Mantenimiento Productivo Total y el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

Brodny (2017) en su artículo científico concluye que la implementar el Mantenimiento Productivo Total implica una serie de actividades y acciones cuyo objetivo es mantener a los equipos sin fallas ni averías, minimizando las paradas no planificadas, para lo cual los trabajadores se involucran plenamente. Esta estrategia pues, está destinada a una mejora en la eficiencia del manejo económico de la empresa. Una competencia cada día más agresiva, y, por consiguiente, las

políticas de reducción de costos aplicados por las empresas, es lo que influye directamente para implementar esta estrategia.

Como conclusión, una correcta aplicación de las técnicas del TPM, reducirán los tiempos de inactividad por mantenimientos no planificados, y mejorará la productividad en la empresa.

Kalra et al. (2018) en su artículo científico concluye que, el mantenimiento basado en condiciones (CBM) es un modelo de gestión enfocado al mantenimiento preventivo, en el cual el decidir si reemplazar o reparar un equipo o componentes, está basado en el desarrollo normal o anormal que presenta la unidad; cualquier cambio en su condición física o en su funcionamiento es un motivo para aplicar el mantenimiento. Determina los tipos de mantenimiento, indicando que mientras el Preventivo se ha de aplicar para que no ocurran fallas en los sistemas, el de la Condición identifica las fallas ocultas, aun con el equipo en funcionamiento, por lo cual influye en la disminución de las pérdidas productivas.

Si el equipo presenta menores paradas, va a presentar una mejora en su eficiencia en general, la utilización se incrementa y por consiguiente mejora el resultado de la productividad del equipo. Por lo que concluye que la aplicación del sistema CBM repercutirá en la disminución del inventario del taller, de los tiempos de avería y mantenimiento, y mejorará el rendimiento y la productividad del equipo.

Uthman et al. (2016) en su artículo científico concluye que (haciendo referencia a la minería en Canadá) las empresas mineras ejercen un papel importante en la economía del país del norte, y por consiguiente la importancia de los equipos de movimiento de tierra para estas empresas. Si un equipo falla cuando se requiere su disponibilidad va a obstaculizar el desarrollo de las operaciones mineras, y representa pérdidas de producción que promedian millones de toneladas de mineral al año. Por consiguiente, tanto la disponibilidad como la confiabilidad de los equipos repercuten en un impacto económico fuertísimo para la productividad en la mina.

En un análisis se puede observar que las fallas imprevistas son las que más afectan la disponibilidad, por lo que, para poder parar estas fallas de los equipos,

la empresa tiende a implementar políticas de mantenimientos preventivo y correctivo

El planificador de mantenimiento se encargará de cuantificar el resultado de las múltiples políticas del mantenimiento, y cómo influyen en la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, que por lo general se planifica mediante un modelo de confiabilidad de los sistemas sujetos a reparación.

Ángeles et al. (2020) en su artículo científico concluye que, en una empresa minera posee tres activos vitales para su funcionamiento, que son: importantes: un personal altamente capacitado, el yacimiento propiamente dicho, y su flota de equipos de extracción. Las operaciones mineras de gran volumen, por lo general tienen una gran flota de equipos con un valor que representa muchos millones de dólares. Es así que tanto la disponibilidad como la confiabilidad de esta flota de equipos, influyen en el aumento de la eficiencia y la productividad de una operación minera. Concluye que, para poder garantizar disponibilidad y confiabilidad en los equipos, se tendría que establecer intervalos entre las inspecciones que se basen en su nivel de confiabilidad y de esta manera detectar fallas graves que a la postre puedan presentar fuertes costos de mantenimiento, así como un excesivo tiempo de parada. Asimismo, se debe establecer un programa de mantenimiento preventivo que tienda a diferenciar edad física entre edad virtual, teniendo en cuenta la degradación de los sistemas y su rejuvenecimiento después de cada reparación.

Ullah et al. (2015) en su artículo científico concluye que, la alta tasa de problemas mecánicos en los equipos de movimiento de tierras, representa un fuerte costo de mantenimiento, y si se pretende ser competitivo, se debe encontrar solución a estos problemas. Una solución efectiva es la aplicación de un mantenimiento efectivo, que represente una ventaja competitiva aplicada al control de las pérdidas que se relacionan con los tiempos de parada del equipo, así como los correctivos de emergencia.

Algo común en las empresas mineras, es que aplican todos sus procedimientos a mantenimientos correctivos reactivos, sin embargo, si estas fallas son detectadas con anticipación, la empresa puede ser más competitiva. Una

reducción en los costos de mantenimiento, genera un aumento en la productividad y minimiza los tiempos de parada.

Una buena aplicación de los mantenimientos, evaluando los tiempos de paradas, dándole prioridad a las inspecciones y los mantenimientos preventivos, y a la vez apoyándose en los indicadores como Disponibilidad Mecánica (DM), Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) y tiempo medio para la reparación. Asimismo, se han de evaluar los costos, índices de probabilidad e índices de severidad.

Nusprihatin et al. (2019) en su artículo científico concluye que, en todo proceso productivo, el equipo es un componente vital por lo que los tiempos de parada que tengan pueden afectar o incluso detener dicho proceso. Es por eso que se debe enfocar en aquellos equipos que presenten un gran tiempo de parada y en la criticidad de los mismos. La importancia de aplicar un buen mantenimiento (en este caso el mantenimiento productivo total) para lo cual se debe primeramente calcular la efectividad general del equipo y las pérdidas que representa. Otros instrumentos aplicables para incrementar la eficiencia y disminuir las pérdidas son a través del cálculo del tiempo medio entre fallas y del tiempo medio para la reparación. Las pérdidas generadas por fallas imprevistas son las que influyen en gran medida, por lo que una manera de poder superarlas es aumentando el mantenimiento del rendimiento.

Ariowo et al. (2019) en su artículo científico concluye que, el área de Mantenimiento es la responsable de la gestión de los activos y de sus mantenimientos rutinarios de, sobre todo de sus equipos móviles y haciendo énfasis en la excavadora. Detalla asimismo que todos los equipos están propensos a averiarse y afectar su estado. Es por eso de la importancia de los indicadores de gestión (KPI) y especialmente el tiempo medio para la reparación (MTTR) y el tiempo medio entre fallas (MTBF). Detalla asimismo las competencias técnicas que debe tener el área de mantenimiento en el proceso de instalación de los KPI's, que son: mantenimiento, reparación y resolución de problemas, quitar, instalar y reacondicionar. Finalmente indica que los motivos principales que tienden a causar deficiencias en los procesos están relacionados con la falta de habilidad para ejecutar los trabajos, así como deficiencias en las técnicas de trabajo, por lo que se debe trabajar en la mejora de estas a través de capacitaciones.



Balaraju et al. (2020) en su artículo científico concluye que, la evaluación de la confiabilidad es una técnica usada por mucho tiempo para la planificación de sistemas. Para este caso en particular se calculó el rendimiento de la flota encontrando valores muy por debajo de los requeridos en su disponibilidad mecánica, ahora bien, la disponibilidad mecánica es el indicador de la mantenibilidad y la confiabilidad, y los niveles mínimos que necesita el área de producción, solo pueden ser alcanzados cuando el equipo está disponible para poder ejecutar su trabajo. Ahora bien, como su disponibilidad mecánica es baja, su utilización también lo es, por lo que esta utilización mejoraría siempre y cuando se reduzcan los tiempos de parada del equipo, y todo esto se puede controlar a través de una mejor gestión de mantenimiento.

Taheri et al. (2017) en su artículo científico concluye que, las paradas inesperadas de los equipos y las consecuencias consiguientes repercuten significativamente en los costos operativos de una empresa minera.

Las fallas no planificadas de los equipos y sus consecuencias tienen una influencia significativa en el costo operativo total de un sistema minero. Para el caso en particular, se ha determinado que más del 50% de los costos productivos en las canteras están asignados a los sistemas de acarreo y carga, motivo por el cual se deben tener los equipos condiciones aptas para el trabajo, y que la confiabilidad es un instrumento de gran utilidad al momento de evaluar el rendimiento de un equipo. Es por eso que se deben considerar dos enfoques al momento del análisis de los datos de mantenimiento, que son: el de mantenimiento básico y el basado en la confiabilidad. Es necesario también, si se quiere lograr una alta tasa de confiabilidad, el revisar los programas de mantenimiento. Finalmente detalla que los estudios de confiabilidad más importantes en la actualidad son: el Tiempo medio de reparación (MTTR); el Porcentaje de reparaciones totales; el Tiempo medio entre fallos (MTBF); y la Disponibilidad.

Qarahasanlou et al. (2017) en su artículo científico concluye que, cuando se presentan fallas en un sistema, y por ende presenta problemas en su rendimiento hay que mejorar la disponibilidad; esta depende de una relación entre la fiabilidad y la mantenibilidad de la flota. Un equipo es en sí un sistema que consta de muchos subsistemas, y en el análisis, hay veces que la disponibilidad de estos es más

importante que el sistema total. Muchos autores se preocupan más en el tiempo de operación y no toman en cuenta la influencia del entorno operativo, lo que conlleva a que sus estimaciones pierdan precisión. Es por eso la importancia del estudio del entorno operativo, y de enfocarse tanto en los sistemas como en los subsistemas, con el fin de darles la importancia requerida en relación con la disponibilidad.

Mescua et al. (2019) formula en su tesis, que dentro de las estrategias de mantenimiento, el mantenimiento centrado en confiabilidad y el mantenimiento productivo total generarían a la empresa beneficios sustanciales de operación y económicos en base al problema que presenta la empresa; el primero de ellos a través de la mejora de la confiabilidad determinando modos de fallos y sus causas, y el segundo en la eliminación de las pérdidas generadas por los procesos de mantenimiento y de operaciones. Asimismo, es vital el uso de herramientas adecuadas la elaboración de las estrategias del mantenimiento, que estarán destinadas a la elaboración de las guías enfocadas a la solución del problema, así como del desarrollo del planeamiento, la ejecución y el control del mismo.

El estudio final en base a las simulaciones realizadas con ProModel validó los objetivos trazados en base a disponibilidad (92%), confiabilidad (56%) y MTBF (50Hrs). Y los beneficios económicos para la operación Bayovar concluyendo la aplicación tenemos unos márgenes de 4 millones por año siendo mayor que se si seguimos con la estrategia actual de mantenimiento la cual puede dejar márgenes de 2Millones por año.

Finalmente evaluamos la viabilidad económica de la implementación del RCM. Esto nos dejó un VAN=302,956\$ en 24 meses y un TIR=45%. Lo cual confirma que la implementación del RCM es beneficiosa para la compañía.

Castañeda (2017) en su tesis refiere que se debe implementar plan de mantenimiento preventivo que tienda a mejorar su disponibilidad operacional. El enfoque principal estuvo destinado a los equipos más críticos. La recolección de datos facilitó la elaboración de los índices de mantenimiento, y a través de este se pudieron tener datos concretos de los equipos.

En una evaluación previa del estado de los se encontraron datos promedios de 69% de disponibilidad, 57% de confiabilidad y 78% de mantenibilidad,

evidenciando la que se requiere un plan de mantenimiento programado. Finalmente, los resultados en base a una prueba respecto a la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad son aceptables de acuerdo a García Garrido, Santiago (2003), ya que se encuentran en un promedio de entre 85 – 90%, en comparación a la evaluación previa que se encuentran entre 55 – 75%. Lo que demuestra la eficacia del plan de mantenimiento. Por último, se determinó una inversión total de s/98348.92, para la cual se obtuvo un retorno de inversión de 95.22%. Concluyendo que en el periodo de inversión establecido en 3 años se recuperará la inversión en su totalidad, generando una ganancia del 95.22% de nuestra inversión, aproximadamente s/93647.84

Bonifacio (2018) en su tesis resume la importancia de aplicar el mantenimiento planificado podría, para generar un aumento en la productividad del departamento de mantenimiento. Se definió la variable independiente como Mantenimiento Planificado basado en dos dimensiones los mantenimientos preventivo y autónomo; y la variable dependiente como productividad (Otro autor refiere dos dimensiones que son la eficiencia y la eficacia). Para el trabajo, la población estuvo conformada por dieciséis semanas, y se tomaron muestras durante ese tiempo a los mantenimientos de los equipos Rock-Drill que tiene la empresa. Se usó como técnica una ficha de toma de datos y se desarrolló mediante el software SPSS. Al final, los resultados de esta prueba del mantenimiento planificado demostraron una mejora en la productividad en el área de mantenimiento en un 7,9% con respecto a la situación inicial. Finalmente se logró determinar que implementar un mantenimiento planificado, mejorará la eficacia en el área de mantenimiento de la compañía; aplicando el uso del software SPSS se demostró estadísticamente que la dimensión y la variable tienen buena relación con aumento en la eficacia de 1.84% es decir que se logra el cumplimiento del mantenimiento programado y la ejecución de los equipos, teniendo como resultado los equipos sin averías por mantenimiento siendo más beneficioso para la empresa, para ello es importante las capacitaciones del uso necesario de los recursos, manteniendo siempre los estándares de calidad y seguridad en el trabajo.

Saavedra (2016) en su tesis, indica que su objetivo principal era definir una un adecuado plan de Mantenimiento cuyo fin es el de minimizar las paradas

imprevistas (no programadas), que permita incrementar la vida útil de los equipos atacando de manera anticipada las fallas ocurridas en los componentes. Esta propuesta tiene como fundamento la toma de datos y el análisis de la flota, diagnosticando su estado, para de esta manera poder realizar una adecuada planificación del mantenimiento.

Con la aplicación de esta propuesta, se logró disminuir en casi siete veces la cantidad de paradas intempestivas, con un aumento en su disponibilidad que llegó al 96% (se incrementó en un 31% en relación a la toma anterior).

Castro (2017) en su tesis, analiza como punto inicial, los tiempos de parada por efecto de correctivos no programados y los tiempos de producción de la flota para lo cual cuenta con información de los incidentes y de los correctivos durante el período de los años 2016-17; luego aplica el método WEYBULL destinado a mejorar la confiabilidad de los equipos. Se elabora un cuadro en el cual se establece que se tiene una disponibilidad mecánica ligeramente superior al 85% y una utilización efectiva del orden del 21% (esto tomando como muestra 270 horas productivas de la máquina). Se establecieron también las causas que generaban las paradas más influyentes, que eran en su gran mayoría por falta de mantenimiento.

Se concluye que, para poder aumentar la confiabilidad de la flota, se debe ejecutar una buena gestión del mantenimiento, que garantice un correcto funcionamiento de las máquinas, y que esto generará una reducción en los costos de mantenimiento, como resultado de la disminución de los trayectos innecesarios que se desarrollan en la atención de las paradas por fallas no programadas.

Tarrillo (2017) en su tesis, pretende implementar un plan de mantenimiento que permita reducir los costos de la flota de equipos; donde luego de aplicar la metodología, pudo concluir que la gestión del mantenimiento está completamente descuidada y presenta deficiencia en su organización, del total de su flota, solo catorce están operativas y la mitad de ellas en regular estado, con un taller que no cuenta con una adecuada estructura. Esto lleva a replantear toda la estructura y aplicar un correcto plan de mantenimiento, para lo cual se revisará la información entregada del fabricante, una adecuada codificación de las máquinas, y finalmente se debe revisar el manual de organización y funciones. Al final, se pudo confrontar

la información y arrojó que la disponibilidad se incrementó en 41% (inicialmente era 53.82% y quedó en 94.97%).

Arana (2016) en su tesis describe que ante la frecuencia de paradas (en algunos casos prolongadas) su disponibilidad ha caído notoriamente, y una de las probables causas es la no aplicación de un programa de mantenimiento preventivo.

Se tomaron las muestras en las líneas de envasado durante un período de siete meses y se comprobó una recurrencia de fallas en los sistemas de los equipos en dichas muestras se tomaron los parámetros de la información de mantenimiento y producción y se pudo definir el mayor tiempo de los mantenedores estaban enfocados a los preventivos, por lo que se tomó en cuenta el indicador de los mantenimientos programados y se usaron registros que detallaban las paradas por acciones correctivas, para de esta manera tener un mejor concepto de las líneas, y aplicar una correcta gestión del mantenimiento.

Finalmente se llegaron a conseguir los beneficios esperados con la implementación de todo lo planteado en esta investigación, mejorando la disponibilidad e incrementando la productividad de la empresa.

Fernández (2019) en su tesis refiere que, en la actualidad, principalmente en las empresas mineras urge implementar una adecuada planificación del mantenimiento en la flota de equipos, así como de sus componentes, que representen mayor eficiencia y alta disponibilidad, que permitan mejorar sus resultados. En base a la revisión de la información obtenida, indica que las principales fallas encontradas se refieren primeramente a que los operadores de los equipos tienen muchas veces dificultades para operar los mismos, debido a la complejidad de sus sistemas, lo cual los lleva a cometer errores en su conducción y dañar el equipo; y el otro es por las condiciones físicas de la mina en las cuales desarrolla sus actividades. De ahí la imperiosa necesidad de la implementación de un adecuado plan que permita trabajar con indicadores KPI o indicadores clave de desempeño, y esto a la vez, que permita medir y controlar el rendimiento de la flota. Durante el proceso de levantamiento de información y el posterior análisis de indicadores de mantenimiento se pudo evidenciar que su disponibilidad era de 45.93. Asimismo, su índice de mantenibilidad es de 0.67% (cuando el estándar es de 0.35%), lo cual es un indicativo que el área de mantenimiento no tiene capacidad

para poder cumplir con sus tareas, y esto representa un sobre costo para la empresa. Una adecuada estrategia de Gestión de Mantenimiento, mejorará la disponibilidad de los equipos.

Gómez (2019) en su tesis hace referencia de la importancia de los activos para las empresas que prestan servicios (en este caso los Tracto-camiones), y por consiguiente las exigencias de confiabilidad, disponibilidad y seguridad incidirán en su competitividad. En la empresa sujeta para este análisis se puede observar que se aplica un método de mantenimiento correctivo y ocasionalmente preventivo, por lo que no hay información técnica ni cronogramas definidos de mantenimientos para los activos, en la mayor parte de los casos ocurre que ante alguna parada recién se realiza la inspección o un mantenimiento correctivo, ocasionando esto daños al equipo y paradas prolongadas. El hecho de implementar técnicas de mantenimiento como el RCM permitirá el desarrollo de nuevas técnicas y mejora continua en el área, así como mejores porcentajes en los indicadores de gestión, la aplicación de estrategias adecuadas de gestión tanto en planificación como en programación evitarán (o minimizarán) paradas inesperadas o de emergencia, y que esto incida en el aumento de horas de producción de cada activo.

Finalmente, concluye que se lograron identificar los sistemas y subsistemas de los equipos; con la implementación de los análisis de las muestras de aceite se mejorará el tiempo de vida de los componentes y se podrá programar su reemplazo oportuno que evitará paradas imprevistas; el plan de mantenimiento desarrollado incidirá en la mejora operacional; por último, al establecer un cronograma de tareas de la gestión de mantenimiento, se mejoraron los tiempos de trabajo efectivo del personal.

Manchego (2017) en su tesis refiere que la globalización obliga a las empresas a una mejora continua y efectiva de sus operaciones. Es por eso, en la evaluación inicial que hace a la empresa se determina que no hay un buen análisis de los entornos, ni existen objetivos ni estrategias para actuar, todo esto influye en la toma de decisiones de la empresa, impactando negativamente e impidiendo el crecimiento, pudiendo inclusive desaparecer a largo plazo. Es por eso que al desarrollar el presente trabajo, se pretende implementar un proceso de mejora basado en el Balanced Scorecard, paralelamente se aplicaran métodos de

desarrollo de mercados y productos, y un plan de gestión por procesos de negocios (Business Process Management o B.P.M.).

Vargas (2018) en su tesis refiere la importancia de aplicar teorías de mantenimiento preventivo que guarden relación con los costos y un proceso de optimización, esto como sustento de aplicar una correcta planificación del mantenimiento, que incluya indicadores de gestión e índices de criticidad; se aplicó para el estudio, un método deductivo, del tipo experimental, a una población compuesta por treinta y dos equipos, usando técnicas de cuestionarios y aplicando un análisis de criticidad; del mismo modo, para poder desarrollar el plan de mantenimiento preventivo, se tomó como referencia la teoría “etapas de sistemas de gestión de mantenimiento”. Finalmente, luego de aplicar las técnicas descritas, se pudo tener un aumento en la confiabilidad por encima del 80%, en la disponibilidad 99%, y en la mantenibilidad más del 75%, asimismo se identificaron diecisiete modos de falla, reduciéndolos al final en un 18%.

Castillo (2017) en su tesis indica que al analizar el problema encuentra que el problema más álgido del área de mantenimiento era su baja disponibilidad que se encontraba por debajo del 80%. Se puede ver asimismo que presenta un alto índice de fallas y por consiguiente de paradas, y esto a su vez genera horas muertas que tienden a influir negativamente en la programación, por lo cual afecta el traslado del material. La propuesta para solucionar estos problemas fue el implementar un adecuado mantenimiento CBM, que permita mejorar su disponibilidad mecánica.

Aplicando una investigación tecnológica (experimental), se elaboraron diseños de pre y post prueba. La muestra estuvo conformada por solo un vehículo; al final se comprobó la hipótesis con un parámetro sobresaliente, el cual fue sustentado usando la prueba T de student.

Finalmente, aplicando el sistema estadístico SPSS V20, se pudo comprobar que aplicando el CBM se logró aumentar la disponibilidad por encima del 93%.

Según la norma UNE EN 13306 (2018), el mantenimiento es el acto de combinar todo un conjunto de acciones técnicas, administrativas y gerenciales durante un período completo de vida de un ítem, con el objetivo de mantenerlo, o restaurarlo, a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida. Asimismo, el Mantenimiento Correctivo es aquel que se ejecuta luego de identificar

una falla y que está orientado a poner a un elemento en un estado en que pueda realizar una función requerida. Se le conoce como mantenimiento por rotura, es la forma más básica de mantenimiento, ya que los errores se localizan y luego se corrigen. Tiene la característica especial de intervenir únicamente después de que se ha producido el error. Dada la simplicidad de las máquinas, dispositivos e instalaciones en ese momento, el mantenimiento era sinónimo de reparar los daños.

Cuando el equipo falla inesperadamente, se realizará un mantenimiento correctivo. Tal como lo menciona su nombre, la actividad a ejecutar es correctiva, es decir, significa actuar sobre un evento que ha ocurrido. Lógicamente, solo es aplicable en caso represente un bajo costo de elementos y baja criticidad operativa. Por lo tanto, este tipo de mantenimiento es la opción ideal cuando la restauración o reparación tiene poco impacto en la producción u operaciones de la empresa, o cuando la rentabilidad de implementar un sistema de mantenimiento más complejo no es tan buena como las medidas correctivas.

Según la norma UNE EN 13306 (2018), el Mantenimiento Preventivo es aquel que se ejecuta por períodos establecidos o de acuerdo a criterios ya formulados, tiene por objetivo la reducción de la posibilidad que se produzca una falla, o que un elemento deje de funcionar. En las actividades de mantenimiento, el preventivo tiene como objetivo proteger los equipos o instalaciones a través de inspecciones y correctivos periódicos para garantizar sus operaciones de manera normal y fiable. Su objetivo principal, es el de evitar o reducir las consecuencias de las fallas en los equipos y de tratar de prevenirlas antes de que ocurra el incidente. Estos incluyen limpiar, lubricar, ajustar y reemplazar las partes que se consideren sujetas a vulnerabilidad para mejorar los aspectos de seguridad, y asimismo minimizar la posibilidad que ocurra un problema mayor.

El mantenimiento preventivo es el mantenimiento de equipos en condiciones de funcionamiento, en lugar del mantenimiento correctivo de reparación o restauración de equipos que han dejado de funcionar o se han dañado. Por esta razón, es necesario inspeccionar y reparar de forma rutinaria los componentes dañados y deteriorados.



Según la norma UNE EN 13306 (2018), el Mantenimiento Basado en el Tiempo – TBM (Time Based Maintenance) consiste en inspeccionar, servir, limpiar el equipo y reemplazar piezas periódicamente para evitar averías súbitas problemas de proceso. En estos planes, se determina cronograma en las que se operarán los equipos, además de muchas otras ventajas, también se pueden optimizar los recursos (como la mano de obra). En algunos casos, se pueden utilizar otros parámetros para estimar indirectamente el tiempo de finalización; unidades de fabricación, kilómetros de recorrido, etc.

Para una correcta aplicación, en una etapa previa a las operaciones de mantenimiento planificadas, primero se deben estudiar o estimar diferentes componentes que son propensos a desgastarse o causar degradación o falla del equipo.

La norma UNE EN 13306 (2018) define Mantenimiento Predictivo o basado en condición – CBM como la técnica cuyo objetivo es el garantizar un adecuado funcionamiento de las máquinas mediante el control de manera continua de los niveles referidos indicadores de la condición del equipo, esto generalmente se ejecuta sin recurrir a desmontajes ni revisiones periódicas. Esto es también como la tecnología que predice los puntos de falla futuros de los componentes de la máquina para que puedan reemplazarse de acuerdo con el plan antes de que fallen.

Por lo tanto, se minimiza el tiempo de inactividad del equipo y se maximiza la vida útil de los componentes. Se basa en ubicar dónde se encuentran los síntomas antes que ocurra el fallo, usando como medios instrumentos de diagnóstico y pruebas no destructivas, tales como el análisis de aceites, vibración, temperatura, desgaste de partículas, etc. Se puede reemplazar y reparar cuando el estado no es bueno, sin ciertas inspecciones, y reducir fallas imprevistas mediante procedimientos de detección de anomalías.

Según la norma UNE EN 13306 (2018) define también, El Tiempo Medio para la Reparación – MTTR, que es el tiempo medio que se necesita para corregir las de fallas y reparaciones de la máquina que presentó la falla, la cual se tiene que devolver en condiciones normales de operatividad. La toma total del tiempo de reparación se inicia desde que ocurre la falla y concluye cuando la máquina queda operativa. Este indicador es clave para el área de mantenimiento de cómo

responder a un incidente y resolverlo rápidamente. Su cálculo representa el resultado de tiempo total de mantenimiento correctivo dividido entre el número de operaciones de mantenimiento durante un determinado período de tiempo (ver anexo N° 2); la Compañía Minera San Ignacio de Morococha aplica para su cálculo al total de correctivos no programados entre el número de paradas (ver anexo N° 3).

Asimismo, la norma UNE EN 13306 (2018) define el Tiempo Medio Entre Fallas – MTBF al tiempo que una máquina trabaja de manera normal entre las paradas por fallas mecánicas, por lo que representa una medida de vital importancia que refleja la tasa de inoperatividad de los equipos, y a la cual se debe aplicar la gestión respectiva. El MTBF representa un indicador clave del control de rendimiento de los equipos críticos y esta medida no determina algún mantenimiento programado. Se puede decir entonces que mientras que el MTTR afecta únicamente a la disponibilidad, el MTBF afecta a la disponibilidad y a la confiabilidad. Su fórmula usual es la diferencia entre el tiempo total disponible menos el tiempo perdido, y todo esto dividido entre el número de paradas (ver anexo N° 4); la Compañía Minera San Ignacio de Morococha aplica para su cálculo las horas totales de trabajo divididas entre el número de acciones de reparación (ver anexo N° 5).

Por otro lado, la norma UNE EN 13306 (2018) define la Disponibilidad como el estado de un activo en el cual desempeña una actividad solicitada en ciertas condiciones establecidas dentro de un intervalo determinado de tiempo, siempre y cuando se asumiendo que le entreguen los recursos que se requieren, esto, dependiendo de factores interrelacionados como confiabilidad, mantenibilidad y soporte del mantenimiento. Disponibilidad mecánica – DM es pues, la relación entre el tiempo (horas) de trabajo y el tiempo usado para sus mantenimientos (preventivos y correctivos) un período determinado, y su fórmula es el total de las horas programadas menos las horas totales de correctivos menos las horas totales de preventivos, y todo esto dividido entre el total de horas programadas (ver anexo N° 6).

Schroeder (2011) define Productividad como la “Relación existente entre los insumos y los productos de un sistema productivo, y con frecuencia es necesario tomar esta relación como el cociente de la producción entre los insumos”.

También se conceptualiza como una relación de la producción que se obtiene bajo un sistema de producción o servicios y la aplicación de recursos utilizados para su consecución. Ahora bien, la productividad debe ser conceptualizada como un indicador de eficiencia que tiende a relacionar la cantidad de la materia prima usada en referencia a la cantidad de producción obtenida.

Otro concepto tradicional de productividad, es cuando lo definen como el índice económico que tiende a relacionar a la producción en base a los recursos empleados para la obtención de producción. Las variables para este cálculo son las Horas Trabajadas divididas entre las Horas Programadas (ver anexo N° 7).

Uno de los conceptos más importantes de productividad es aquel definido por Marx (1867), que dice que es el hecho de incrementar la producción mediante el desarrollo de la capacidad productiva del trabajo sin modificar la aplicación de la fuerza laboral.

Chiavenato (2004) conceptualiza Eficiencia como el uso correcto de los recursos (medios de producción) disponibles; se aplica a las operaciones y pone especial énfasis en las características internas de toda organización. Su atención se centra más en los medios que en los fines; por lo que se podría decir que cuando el administrador pone énfasis en hacer bien las cosas son porque es eficiente. Se puede definir también a través de la fórmula de dividir los productos resultantes entre los recursos utilizados. Las variables para este cálculo son las Horas Disponibles divididas entre las Horas Programadas (ver anexo N° 8).

Chiavenato (2004) aduce también que la Eficacia es una medida del logro de resultados, el cual representa la consecución de los objetivos a través del uso los recursos disponibles.

Se puede decir entonces que, si bien es cierto que la eficiencia y la eficacia no siempre se aplican en simultáneo, lo ideal para toda empresa es que sean eficientes y eficaces. Las variables para este cálculo son las Horas Trabajadas divididas entre las Horas Disponibles (ver anexo N° 9).

### **III. Metodología**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

Tipo de investigación.

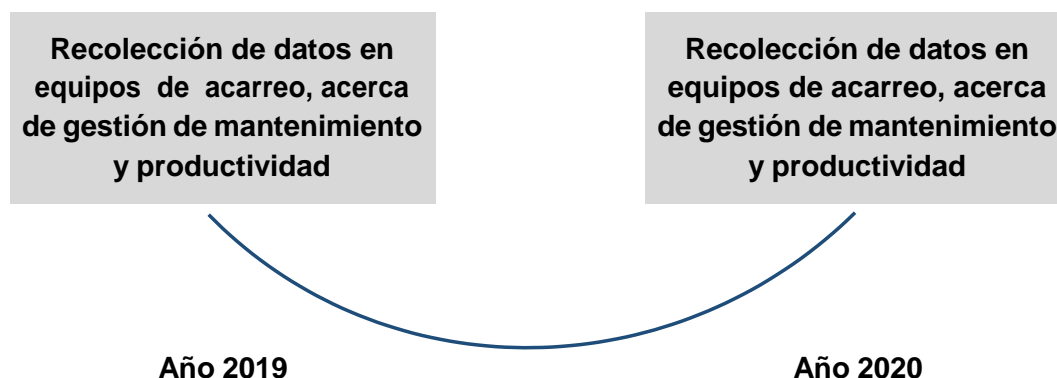
Sánchez et al. (2018) indica que la investigación de tipo aplicada tiende a usar los conocimientos que ha logrado obtener mediante el estudio de manera teórica, y que está enfocada a la resolución de los problemas que requieren prontitud (p. 79). En el desarrollo de la presente tesis se usó la teoría referida, aplicando el análisis a la problemática que enfrenta. Por su parte Vara (2012), indica que la investigación aplicada es aquella que identifica el problema y propone la solución más adecuada dentro de un conjunto de posibilidades; cabe señalar, que la investigación empresarial casi siempre es aplicada, ya que busca la solución a un problema concreto (algo cotidiano en una empresa) de manera práctica (p. 202).

#### **Diseño de investigación.**

Hernández et al. (2014) conceptualizaron el diseño de la investigación como planes o estrategias enfocados en la recolección de la información, cuyo objetivo es el de dar respuesta al planteamiento (p. 128); añaden, además, que la investigación del tipo no experimental es aquella que se caracteriza porque no se manipulan las variables deliberadamente, dando prioridad a la observación de los fenómenos con el objetivo de su análisis posterior (p. 184).

Los diseños longitudinales son aquellos que juntan información en diferentes etapas durante el tiempo, y realizan análisis sobre los cambios que ha presentado el problema motivo de la investigación, así como de sus atribuciones, y los efectos que conllevan. Asimismo, es de tendencia porque analizan variaciones durante el paso del tiempo, a través de categorías, conceptos variables entre otras, y algo que los caracteriza es que han de centrar su atención en la población (p. 191 - 192). Cabe señalar, que si bien los casos de investigación (participantes) no son los mismos, la población sí lo es. Se usarán dos tiempos: el primero comprendido por los datos del año 2019, y el segundo por los datos del año 2020.

Esquema del diseño de investigación longitudinal de tendencia.



### 3.2 Variables y operacionalización

Variable cuantitativa 1: Gestión de Mantenimiento de equipos.

Variable cuantitativa 2: Productividad.

La matriz de operacionalización de variables se puede observar en el anexo N°1.

### 3.3 Población, muestra y unidad de análisis

#### **Población.**

Hernández et al. (2014) definen población como un grupo formado por situaciones que presentan cosas en común con determinadas especificaciones (p. 174). Mientras que Sánchez, et al. (2018) se refieren a la población como el total de casos que han de conformar un conjunto (individuos, objetos o situaciones) que tienen entre sí, características comunes (p. 102).

Para el presente trabajo, la población estuvo compuesta por registros del área de mantenimiento.

#### **Muestra**

Sánchez et al. (2018) señalan que muestra se define como un grupo de situaciones o personas extraídas de un total a través de algún sistema, que puede

ser probabilístico o no probabilístico; mientras que el muestreo se refiere a la acción que se realiza para el estudio de determinadas características en la muestra (p. 93). Por su parte, Hernández et al. (2014) describen muestra como un subgrupo de una población o universo, y a las unidades de muestreo casos o elementos.

Para el presente estudio, la muestra fue igual a la población.

Unidad de análisis: cada uno de los registros de mantenimiento de la compañía minera San Ignacio de Morococha S.A.A.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

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

Hernández et al. (2014) manifiestan que recolectar datos consiste en la elaboración de un plan de procesos que lleven a obtener datos válidos con un objetivo. En este plan se deben trazar las fuentes y donde se localizan (p. 198); para este caso en particular, las fuentes fueron los documentos y registros de la flota de equipos de acarreo, mientras que su ubicación es la oficina de planeamiento de mantenimiento. Medir es asignar valores a los objetos o eventos en base a reglas establecidas. Asimismo, medición es un proceso vinculante de definiciones con características abstractas, y que presentan indicadores; y los instrumentos de medición son recursos que el investigador usa para el registro de los datos referente a las variables que ha definido. Recalcan también, que el enfoque cuantitativo tiende a usar la recolección de datos con el fin de probar las hipótesis, todo esto en base a una medición numérica relacionada con el análisis estadístico, esto llevará a establecer razones del comportamiento y probará las teorías.

La técnica que se utilizó fue el análisis documental.

#### **Los instrumentos de recolección de datos.**

Se utilizó como instrumento de recolección de datos para el estudio, la guía de análisis documental.

Sánchez et al. (2018). señalan al respecto, que esta técnica se basa analizar documentos e información con el objetivo de dar accesibilidad para efectos de que sean fácilmente interpretables; así, este análisis busca conducir a la cuantificación de los datos que a la postre serán interpretados (p. 17).

### **Validez de contenido**

Vara (2012) refiere la existencia de diversas formas de análisis de la validez de contenido, dentro de las cuales la de mayor importancia es la de criterios de jueces o expertos. La validez de contenido se ha de determinar a través del juicio de expertos en el tema; a esto se le denomina también como “criterio de jueces”, en el cual se hace la consulta a especialistas si la variable a medir tiene un contenido exhaustivo; vale decir, si los indicadores que conforman cada variable son pertinentes y suficientes (p. 302).

La guía de análisis documental fue validada a juicio de tres expertos.

### **3.5 Procedimientos.**

Sánchez et al. (2018) definen procedimiento, como una parte específica en la que se refieren con sustento en el tipo de investigación, de las formas y técnicas las cuales se han de utilizar en este proceso (p. 105).

Se revisó la literatura científica para la elaboración marco teórico y metodología.

Se procedió a solicitar a la empresa el consentimiento informado para la aplicación de los instrumentos de recolección de datos para el desarrollo de la tesis; el manejo y recolección de información ejecutada en el presente trabajo, se hizo con la autorización del Superintendente de Energía y Mantenimiento de la Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A.A, Unidad Minera San Vicente, cuyo desarrollo de la investigación presenta fines académicos. Luego se procedió a la recolección de datos, después de ello se procesaron a través del sistema Excel para analizarlos e interpretarlos en los resultados. Lo cual dio paso a la discusión con otros autores, y finalmente se llegaron a las conclusiones en correspondencia directa con los objetivos, y posteriormente se realizaron las recomendaciones.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Se procedió a realizar un análisis descriptivo y cuantitativo de los datos recolectados en la guía de análisis documental para luego ser presentados en tablas.

### **3.7 Aspectos éticos.**

El presente trabajo se ha ejecutado bajo el principio ético de probidad, que garantizó un correcto desarrollo del mismo, con la presentación de información fidedigna de los resultados, sin fabricar datos, ni modificar procedimientos que hayan interferido en las conclusiones de este trabajo. Asimismo, se garantiza no haber aplicado el plagio en las formulaciones de los resultados aquí presentados.



#### IV. Resultados

Objetivo 1: Analizar la gestión de mantenimiento de la flota de equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020.

**Tabla 4.1**

**Gestión de mantenimiento de la flota de equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo, según promedio de indicadores en el periodo 2019-2020**

Indicadores de Mantenimiento 2019 - 2020	Datos								
	Flota	Equipos	H.T.	H.R.	H.M.	D.M.	MTTR.	MTBF.	N.P.
Equipos de Acarreo - Camiones Volvo	CA311		1,412.50	1,003.32	170.23	<b>71.9%</b>	2.0	16.2	<b>83</b>
	CA314		3,261.99	1,418.77	288.98	<b>77.3%</b>	1.7	16.6	<b>188</b>
	CA317		1,051.20	208.00	164.33	90.3%	1.8	21.5	<b>46</b>
	CA322		2,865.90	1,961.25	353.16	<b>75.2%</b>	1.8	18.7	<b>152</b>
	CA323		2,873.60	1,587.23	403.41	<b>80.3%</b>	1.7	15.4	<b>181</b>
	CA324		4,006.50	1,343.12	389.32	<b>81.1%</b>	1.4	26.9	<b>149</b>
	CA325		3,512.46	864.61	407.56	87.0%	1.8	25.3	<b>135</b>
	CA326		3,190.30	1,376.66	421.33	<b>82.3%</b>	1.5	17.4	<b>178</b>
	CA327		3,964.12	416.62	401.14	90.6%	1.5	22.7	<b>171</b>
	CA330		5,102.16	712.96	512.90	87.5%	1.2	26.2	<b>195</b>
	CA332		3,953.98	992.61	334.91	<b>83.5%</b>	0.9	38.0	<b>100</b>
<b>Total general</b>			<b>35,194.71</b>	<b>11,885.15</b>	<b>3,847.27</b>	<b>82.5%</b>	<b>1.5</b>	<b>21.8</b>	<b>1578</b>

Fuente: Elaboración propia

**Nota:**

- H.T.** - Horas Trabajadas
- H.R.** - Horas de Reparación
- H.M.** - Horas de Mantenimiento
- D.M.** - Disponibilidad Mecánica
- MTTR.** - Tiempo Medio Para la Reparación
- MTBF.** - Tiempo Medio Entre Fallas
- N.P.** - Número de Paradas

La disponibilidad mecánica (DM) mínima requerida por la Compañía Minera San Ignacio de Morococha es del 85%. Se tomó como referencia la disponibilidad mecánica del período anterior (2018) que llegó al 86%, mientras el objetivo para el período 2019-2020 fue de 85%. Se pudo apreciar pues que la disponibilidad mecánica de la flota de equipos de acarreo, presentó valores por debajo del 85%, donde hay siete equipos cuyos indicadores de mantenimiento fueron los que influyeron en este resultado (Ver anexo N°10).

El tiempo medio para la reparación (MTTR) mínimo requerido por la Compañía Minera San Ignacio de Morococha es dos (2), vale decir que como máximo el personal técnico debe tardarse dos horas para solucionar el problema. Se tomó como referencia el tiempo medio para la reparación del período anterior (2018) que llegó a 1.8, mientras que el objetivo para el período 2019-2020 fue de 2. Se pudo observar que el tiempo medio para la reparación de la flota de equipos de acarreo estuvo por debajo del valor del objetivo, es decir, dentro de los parámetros requeridos por la empresa (Ver anexo N°11).

El tiempo medio entre fallas (MTBF) mínimo requerido por la Compañía Minera San Ignacio de Morococha es treinta (30), vale decir que el equipo debe trabajar como mínimo treinta horas entre una falla y la siguiente. Se tomó como referencia el tiempo medio entre fallas del período anterior (2018) que llegó a 20.2, mientras que el objetivo para el período 2019-2020 fue de 30. Se pudo observar que el tiempo medio entre fallas de la flota de equipos de acarreo en la mayoría de los casos estuvo por debajo del valor treinta, es decir presentaron deficiencias (Ver anexo N°12).

Objetivo 2: Analizar la productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020.

**Tabla 4.2**

***Horas acumuladas por equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo, en el periodo 2019-2020.***

Productividad 2019 - 2020		Datos				
Flota	Equipos	H.P.	H.D.	H.T.	H.R.	H.M.
Equipos de Acarreo - Camiones Volvo	CA311	4,176.00	3,002.45	1,412.50	1,003.32	170.23
	CA314	7,704.00	5,996.25	3,261.99	1,418.77	288.98
	CA317	3,840.00	3,467.67	1,051.20	208.00	164.33
	CA322	9,336.00	7,021.59	2,865.90	1,961.25	353.16
	CA323	10,080.00	8,089.36	2,873.60	1,587.23	403.41
	CA324	9,624.00	7,891.56	4,006.50	1,343.12	389.32
	CA325	9,816.00	8,543.83	3,512.46	864.61	407.56
	CA326	10,176.00	8,378.01	3,190.30	1,376.66	421.33
	CA327	8,664.00	7,846.24	3,964.12	416.62	401.14
	CA330	10,176.00	8,950.14	5,102.16	712.96	512.90
	CA332	8,232.00	6,904.48	3,953.98	992.61	334.91
	<b>Total general</b>		<b>91,824.00</b>	<b>76,091.58</b>	<b>35,194.71</b>	<b>11,885.15</b>

Fuente: Elaboración propia

**Nota:** H.P. - Horas Programadas  
H.D. - Horas Disponibles  
H.T. - Horas Trabajadas  
H.R. - Horas de Reparación  
H.M. - Horas de Mantenimiento

Se puede observar en la Tabla 4.2 que el total de las horas trabajadas, representan menos de la mitad de las horas disponibles, que fueron generadas por las paradas de correctivos no programados, ya que, al cortar el proceso productivo para ejecutar el correctivo en la unidad, el tiempo que demora para reintegrarse es considerable.

Las horas de reparación representaron más de un tercio de las horas trabajadas, siendo las unidades que más afectaron a este cálculo, los: CA311, CA314, CA322, CA323 y CA326. Las horas de reparación (correctivo) representaron el 78% de las horas de parada, mientras que las de mantenimiento (preventivo) el 22%, cuando la teoría indica que debe ser a la inversa (Ver anexo N°13).

Asimismo, durante el período 2018 se tiene la siguiente información: 84.9% para la eficiencia, 47.3% para la eficacia y 40.2% para la productividad.

Según la teoría consultada, el parámetro de medición de la productividad debe ser la del período anterior.

**Tabla 4.3**

***Productividad de la flota de equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo, según promedio de indicadores en el periodo 2019-2020.***

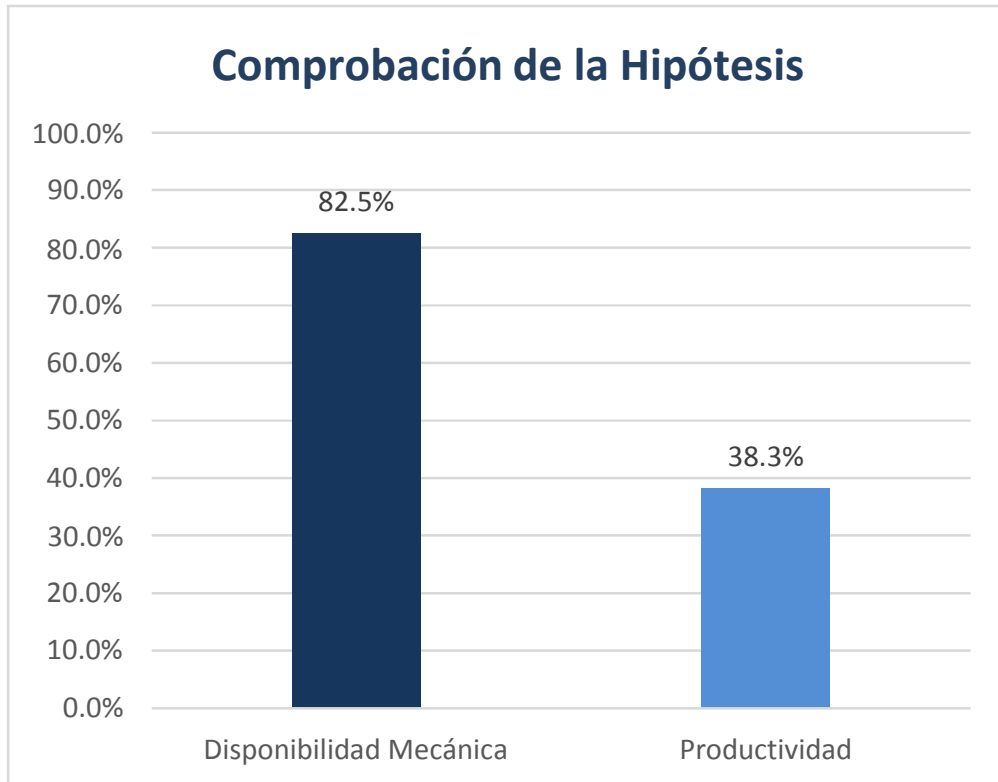
<b>Indicadores</b>	<b>Fórmulas</b>	<b>Resultados</b>	<b>Análisis</b>
<b>Eficiencia</b>	$\frac{\text{Horas Disponibles}}{\text{Horas Programadas}}$	$\frac{76,091.58}{91,824.00} = 82.5\%$	La eficiencia de este período en relación al del año anterior ha disminuido en un 2.4%, básicamente por reiteradas fallas en las llantas, según se pudo corroborar aplicando el diagrama de Pareto.
<b>Eficacia</b>	$\frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Disponibles}}$	$\frac{35,194.71}{76,091.58} = 46.3\%$	La eficacia de este período en relación al del año anterior ha disminuido en un 1%, el análisis indica que esto fue debido a que las reiteradas paradas, generaron que el circuito productivo se viera <u>interrumpido con mayor frecuencia.</u>
<b>Productividad</b>	$\frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Programadas}}$	$\frac{35,194.71}{91,824.00} = 38.3\%$	La productividad de este período en relación al del año anterior ha disminuido en un 1.9%, generado por las variaciones disminuciones tanto en la eficiencia como en la eficacia.

Fuente: Elaboración propia

La productividad del período 2019-2020 disminuyó en relación al período anterior en un valor de 1.9%; en el análisis se puede observar que esto ocurrió debido a que la eficiencia y la eficacia también lo hicieron. En la eficiencia principalmente por el tema de las paradas continuas por problemas de llantas, mientras que la Eficacia se vio afectada debido a que estas paradas al ser frecuentes, generaron demoras en las unidades para reintegrarse a sus actividades, y que finalmente afectaron al proceso productivo.

## Comprobación de hipótesis

Hi: La Gestión de mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020, ha sido deficiente y su tendencia será decreciente en menos del 85% requerido en su disponibilidad mecánica y en menos del 40% de su productividad.



*Figura 4.1.* Disponibilidad Mecánica y Productividad período 2019-2020.

Por tanto, se acepta la hipótesis de investigación porque la Gestión de mantenimiento se encuentra en 82.5% en su disponibilidad mecánica y la productividad en 38.3%. Con una tendencia a ser decreciente.

## V. Discusión

En el desarrollo del presente trabajo, la investigación tuvo como propósito analizar la gestión de mantenimiento de la flota de equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020, debido a que se habían observado ciertas deficiencias; se debe acotar que el estándar de medición de la gestión es la disponibilidad mecánica y cuyo valor no debe estar por debajo del 85%.

Al recopilar la información se tuvo la limitación que no existía un software de mantenimiento adecuado que pudiera dar la información de manera oportuna, simplemente se trabaja con un archivo de Excel, al cual finalmente se le tuvieron que filtrar tablas para poder obtener la información precisa y confiable. Sin embargo, a pesar que los resultados no se vieron afectados en absoluto, el tiempo de recopilación y manejo de los datos se prolongó. Es así que se pudo concretar a través de la revisión y procesamiento de la información contenida en los registros de la empresa, el resultado de la disponibilidad mecánica para este período, que fue del orden del 82.5%.

Se pudo determinar entonces que la disponibilidad mecánica de este período estuvo por debajo del valor mínimo requerido por la empresa (estándar); este valor por debajo del estándar estuvo influenciado principalmente por las paradas frecuentes por problemas en las llantas, que representaron un 51% del total de las paradas de la flota de equipos de acarreo (Ver anexos N°14 y 15).

Lo mencionado en el párrafo anterior se corrobora con la investigación de Castillo (2017), quien para el primer semestre del año 2017 encuentra la disponibilidad mecánica del camión volquete Volvo FMX-440 con un valor de 79.91%, para luego de aplicar los correctivos en los dos meses subsiguientes incrementarlos a 93.31%, enfocando los correctivos a la capacitación del personal y la implementación de herramientas de gestión.

Asimismo, se revalida con lo señalado por Quintana (2016) quien determina un incremento en la disponibilidad mecánica de la flota de equipos de acarreo durante el período de abril 2015 a febrero del 2016, de un 85% inicial a un 93% final, enfocado principalmente al mejoramiento de correctivos en los sistemas de frenos, llantas y tren de potencia.

Igualmente se reafirma con lo que aduce Meza (2019) quien encuentra la disponibilidad mecánica de la flota de transporte de carga pesada con un valor de 72.92%, pero es porque la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento. En su proceso de implementación, llega a subir este porcentaje hasta un 88% con una reducción de fallas del orden de 44.6%.

Además, se ratifica con lo señalado por Espinoza (2018) quien detalla que la flota de unidades de transporte tenía inicialmente una disponibilidad mecánica del 88%, pero aplicando mejoras al plan de mantenimiento preventivo actual, así como analizando las fallas más frecuentes para establecer actividades rutinarias se logró un promedio de disponibilidad de 92%.

De todo lo mencionado por los diversos autores señalados, y los resultados de la presente tesis se concluye que una baja disponibilidad mecánica es el resultado de una deficiente gestión de mantenimiento, y se pudo determinar también que los factores que mayormente inciden son la falta de revisión de los procesos de trabajo y la poca capacitación del personal en estos métodos de trabajo.

Ahora bien, al analizar la productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020 mediante la revisión y procesamiento de la información contenida en los registros de la empresa, se pudo obtener el resultado de la productividad para este período, que fue del orden del 38.3%. Cabe señalar que la información revisada al ser la misma que la usada para hallar la disponibilidad mecánica, se tuvo los mismos problemas señalados anteriormente.

Tal es así que la productividad de este período estuvo por debajo del valor mínimo requerido por la empresa. Este resultado de la baja productividad fue definido por la gran cantidad de paradas de la flota de equipos de acarreo, que generaron tiempos muertos.

Corroborando la información con las de otras fuentes, se tuvo que Pauca (2019) detalla que la flota de equipos de acarreo para el año 2017 presenta una productividad de 80%, para luego en el año 2018 superar este índice con un 82.5%, básicamente por un aumento en el rendimiento de los camiones Volvo.



Asimismo, se confirma con lo que aduce Cárdenas (2018) quien manifiesta que en la flota de equipos Scaler para el año 2018 (primer semestre) presenta una productividad del 33.17%, y para el segundo semestre lo pudo superar, llegando a un valor de 37.33%, básicamente la mejora se debió a que su disponibilidad mecánica también mejoró debido a la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad.

De esta manera también se reafirma con lo señalado por Paucar (2019) quien aduce una mejora sustancial en la productividad de la flota de Cargadores Frontales de bajo perfil (Scoops) de un valor inicial de 63.75%, superándolo a 67.25% para lo cual aplicó no sólo mejoras en los sistemas de mantenimiento, sino también en los programas de horas de trabajo.

Además, se ratifica con lo afirmado por Cahuari (2019) quien determina una productividad inicial de 75% para la flota de equipos de acarreo en la fase de pre-prueba, para luego de implementar una serie de estándares de control incrementarlo hasta el 85% en su fase de post-prueba.

Es a través de lo referido anteriormente por los autores mencionados, que se corroboran los resultados de la presente tesis, y se puede decir que una baja productividad guarda relación directa con una baja disponibilidad mecánica, determinando igualmente que los factores que mayormente inciden en una mala gestión de mantenimiento son la falta de recursos tanto logísticos como humanos.

Es importante mencionar que no se debe dejar de lado las teorías administrativas aplicables a la empresa en mención en referencia a las dos variables de estudio. Con el fin de poder ejecutar mejoras a futuro y es así que la Teoría neoclásica Drucker (1954) sirve como sustento para llevar a cabo la organización como un sistema social con objetivos alcanzables de manera racional, asignando alta jerarquía a los conceptos clásicos de estructura, autoridad y responsabilidad, puesto que en este tipo de empresas es de suma importancia el compromiso asumido desde de mayor a menor jerarquía. Por otro lado, la Teoría científica Taylor (1903) pone énfasis en las tareas y centra su enfoque organizacional en la empresa formal exclusivamente. La organización se basa en tiempos y movimientos y toma en cuenta los principios básicos de la administración

como son: la planeación, preparación, control y ejecución para incrementar la producción.

Los resultados muestran que se acepta la hipótesis de investigación, en la cual se dice que La Gestión de mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en periodo 2019-2020, ha sido deficiente y su tendencia será decreciente en menos del 85% requerido en su disponibilidad mecánica y en menos del 40% de su productividad.

Lo mencionado anteriormente se corrobora con lo que aduce Guerra (2017) quien refiere que la productividad de los equipos mineros se constituye en un parámetro de gran importancia para el desarrollo de las actividades mineras ya que representa la posibilidad del cumplimiento de los planes de producción. Ahora bien, dentro del proceso productivo se pueden hallar pérdidas que determinan de gran forma un mal desempeño de la maquinaria, de lo cual gran parte de ellas han pasado a formar parte de la rutina del proceso y esto hace que identificarlas sea una tarea difícil que representa mayor complejidad según vaya en aumento la cantidad de equipos de la flota. La disponibilidad mecánica es una de las principales causas del descenso de la productividad en equipos mineros, y su efecto se traduce en la reducción de los volúmenes materiales que han dejado de moverse, repercutiendo esto en el incremento del costo operativo por concepto de mantenimientos correctivos. Para mitigar los resultados negativos de este problema, se le debe atacar a partir del análisis de sus principales causas.

Por lo que en referencia a lo que aduce el autor antes mencionado y los resultados de la presente investigación, se ratifica que una baja disponibilidad mecánica de la flota de equipos de acarreo genera una disminución en su productividad.

Dentro de los controles del mantenimiento enfocados a diversos contextos empresariales, los indicadores como la disponibilidad mecánica y la productividad por lo general no cumplen porcentualmente lo ejecutado en relación a lo programado, es por eso que dentro de las actividades de mantenimiento están el seguimiento (control) y la ejecución de los correctivos necesarios para que se

cumplan los objetivos y metas planteadas. Lo que se puede aplicar en diversas empresas del rubro en las distintas regiones del país.

La disponibilidad mecánica y la productividad se pueden aplicar a todo proceso productivo. La disponibilidad está destinada a medir la eficiencia de las máquinas, mientras que la productividad al resultado del proceso productivo. Esto es aplicable en diversos sectores tales como el sector textil, el sector agroindustrial, minero, etc.

## VI. Conclusiones

- 6.1 Se analizó la gestión de mantenimiento de la flota de equipos de acarreo en SIMSA Chanchamayo llegándose a concluir que fue deficiente, con un resultado de 82.5% en su disponibilidad en los años estudiados, y por ende su tendencia será en forma decreciente. El mayor problema que ha incidido en esta tendencia fue el tema referido a las llantas, que generaron muchas paradas y afectaron a la disponibilidad mecánica.
- 6.2 Se analizó la productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo en el período 2019-2020, llegando a ser deficiente con un resultado de 38.3%, y una tendencia decreciente. Esta productividad, estuvo determinada por la baja disponibilidad mecánica, ya que después de cada parada de los equipos de la flota de acarreo, el hecho de reintegrarse al proceso productivo generó retrasos.
- 6.3 Habiéndose encontrado deficiencias ya mencionadas anteriormente, se ha estimado conveniente realizar una propuesta para mejorar la gestión de mantenimiento y productividad de flota en aras de coadyuvar a la empresa (parte VIII).
- 6.4 Finalmente se concluye que se acepta la hipótesis de investigación en donde la Gestión de mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA Chanchamayo ha sido deficiente, con 82.5% en su disponibilidad mecánica, y su productividad encuentra en 38.3% en el período 2019-2020 y se siguen manteniendo las deficiencias encontradas, por tanto, su tendencia será decreciente en ambas variables de estudio.

## VII. Recomendaciones

- 7.1 Se recomienda al área de mantenimiento mejorar el sistema de trabajo en proceso de reparación de llantas, para lo cual se deben revisar los procedimientos y modificar las tareas que sean necesarias, esta revisión implica también la inspección de las herramientas y de ser necesario su reemplazo. Asimismo, se debe coordinar con el área de mina para reestructurar el sistema de mantenimiento de vías de tránsito de la flota de equipos de acarreo.
- 7.2 También, se sugiere al área de mantenimiento que se deben evaluar las unidades de la flota de equipos de acarreo e implementar sistemas en los cuales se puedan llevar más de una llanta de repuesto, se deben revisar asimismo las herramientas que poseen los conductores de las unidades tales como gatas hidráulicas, llaves de ruedas, tacos de madera y otros accesorios indispensables para el cambio oportuno de llantas; se complementa todo esto con la capacitación constante a los operadores para que puedan reincorporarse lo más pronto posible al proceso productivo.
- 7.3 Una recomendación complementaria al jefe del taller de mantenimiento, es la de evaluar la máquina de enllante, la cual debe estar en óptimas condiciones de trabajo (ver figura 7.1 en anexos) y se ha generado una cartilla de inspección (ver anexo 16). De igual modo la jaula de inflado de llantas que es vital para la seguridad del trabajador que repara la llanta, también se elaboró una cartilla de inspección (ver anexo 17). Uno de los accidentes muy comunes en la actividad de la reparación de llantas es el referido a la pérdida del seguro al momento del inflado, lo cual hace que la llanta lo expulse como si fuera un proyectil. Se deben revisar los procedimientos y elaborar un programa periódico de inspecciones de máquinas y herramientas (ver figura 7.2 en anexos).
- 7.4 Al área mencionada anteriormente, se recomienda poner en marcha las recomendaciones presentadas, que permitirá incrementar la disponibilidad mecánica y la productividad, permitiendo también una mejora en los

estándares de conocimiento y seguridad del personal mecánico y operadores involucrados en la reparación y cambio de llantas.

7.5 A futuros investigadores, se recomienda aplicar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar la productividad de la flota de equipos de acarreo en las empresas de minería, bajo un estudio explicativo con diseño cuasi experimental.

## **VIII. Propuesta de mejora de la gestión de equipos de acarreo y productividad**

Luego de analizar la baja disponibilidad mecánica, y mediante la aplicación del Diagrama de Pareto, se logró identificar que el mayor porcentaje de paradas estaba representado por las fallas en las llantas. Es así que se completó el análisis con la elaboración del Diagrama de Ishikawa (Ver anexo N°18) determinando puntos específicos a través de una lluvia de ideas.

### **Fundamentación**

Dentro del desarrollo del presente trabajo de investigación, se pudo detallar que aplicar un sistema integrado de gestión complejo como el mantenimiento productivo total (TPM) por ejemplo, implica no solo una fuerte inversión para la empresa, sino que además involucra una reforma estructural completa no sólo en las áreas involucradas directamente en el proceso productivo, sino también en otras como las administrativas, financieras, de recursos humanos, etc., es por eso que una propuesta de trabajos correctivos aplicados a puntos específicos, permitirá con poca inversión un cambio que pueda revertir esa tendencia negativa de los indicadores como la disponibilidad mecánica y la productividad.

Objetivo general.

Mejorar la gestión de mantenimiento y productividad de los equipos de acarreo.

Objetivos específicos.

1. Disminuir las horas de paradas para elevar la disponibilidad mecánica hasta un 86.34%.
2. Incrementar la productividad de los equipos de acarreo hasta un 41.8%.

A través del cálculo de indicadores, el resultado final fue de 82.5% en su disponibilidad mecánica, con un total de 1,578 paradas que representaron 11,885 horas de inactividad. La propuesta desarrollada a través del análisis realizado a las paradas, indica que del total de este total, 805 (51%) fueron por problemas en las llantas, por lo que si los correctivos aplicados a estas solucionaran como mínimo el 50%, tendríamos una disminución en las horas de paradas de 3,149.56, y que permitirían elevar la disponibilidad mecánica hasta un 86.3%, y como la disponibilidad mecánica está relacionada de manera directamente proporcional a

la productividad, esta también se incrementaría hasta el 41.8%. Al hacer la comparación el objetivo de la tesis, vemos que los valores de ambas variables estarán por encima de lo mencionado que fue 85% para la disponibilidad y 40% para la productividad.

### **Estrategias.**

La vida promedio de una llanta es de 720 horas, y si una unidad está programada para trabajar 16 horas diarias, se calcula entonces que debería estar cambiando de llantas cada 45 días. Según el requerimiento de mina, se necesitan 8 Volquetes para poder realizar todo el trabajo de acarreo de mineral por día.

Cada unidad posee 10 llantas, de las cuales dos son del tipo camineras (las delanteras) y ocho son de tracción (las posteriores). Las llantas pueden ampliar su vida útil con un adecuado control de remanentes, por lo que se enviarían a reencauchar con un costo de un tercio del valor de una llanta nueva, y una duración del 70% de una llanta normal.

De esta manera se sugieren las siguientes estrategias que van a permitir una mayor disponibilidad de los equipos de acarreo, e incrementar la productividad:

8.1 Se desarrollarán reuniones semanales con el área de Logística para ver el tema de abastecimiento de llantas, elaborando un programa de compras que garanticen que siempre haya llantas en stock.

Tabla 8.1 Detalle de duración y costo de llantas:

Responsables:  
 Logística: Jefe de compras  
 Mantenimiento: Superintendente de mantenimiento.

	Tipo	Duración en días	Costo Unitario	Cantidad de llantas por Volquete	Costo Total por volquete
Neumatico 1200 x 20	Nuevo	45	S/1,500	10	S/15,000
	Reencauche	30	S/500	10	S/5,000
	<b>Total</b>				<b>S/40,000</b>

Fuente: Elaboración propia



En estas reuniones se definirán las compras mensuales de llantas nuevas y de aquellas que serán enviadas para reencauche (ver anexo 19).

8.2 Coordinar con el área de Operaciones Mina para la revisión y mejora de su programa de mantenimiento de vías, se complementará con reuniones semanales para revisar el cumplimiento de este programa

Tabla 8.2 Base para reunión de programa de mantenimiento de vías:

Responsables

Mina: Supervisor de guardia

Mantenimiento: Superintendente de mantenimiento.

	Tipo	Frecuencia	Costo Unitario	Costo Total
Tractor D5C	Mantenimiento de vías	Diaria	--	--
Motoniveladora 120G	Mantenimiento de vías	Diaria	--	--

Fuente: Elaboración propia

8.3 El área de mantenimiento trabajará en:

8.3.1 Elaborar un programa de capacitación al personal mecánico involucrado en el proceso de reparación y cambio de llantas (Ver anexo N°20).

Tabla 8.3.1 Asignación de responsabilidades para la capacitación a mecánicos:

### Responsables

Mantenimiento: Supervisor de guardia

Mantenimiento: Superintendente de mantenimiento.

Capacitador	Tipo	Frecuencia	Costo Unitario	Costo Total
MEGACAUCHO, empresa proveedora	Vida útil de las llantas	Mensual	--	--
RENOVA, empresa proveedora	Inspección y rotación de llantas	Mensual		
Supervisores de SIMSA	Temas diversos	Quincenal	--	--

Fuente: Elaboración propia

### 8.3.2 Elaborar un programa de capacitación a los conductores de las unidades (Ver anexo N°21).

Tabla 8.3.2 Asignación de responsabilidades para la capacitación a conductores:

### Responsables

Mina: Supervisor de guardia

Mantenimiento: Superintendente de mantenimiento.

	Tipo	Frecuencia	Costo Unitario	Costo Total
RENOVA, empresa proveedora	Cuidado de las llantas	Mensual	--	--
Automotores del Centro, empresa proveedora	Sistema mecánico del Volquete	Mensual		
Supervisores de SIMSA	Varios temas	Quincenal	--	--

Fuente: Elaboración propia

### 8.3.3 Revisar los Procedimientos Escritos de Trabajo Seguro (PETS) para las tareas de: Reparación de llantas, Uso de la jaula de llenado de aire, Cambio de llantas de Volquetes, Ajuste de pernos y tuercas en los equipos, Conducción de Volquetes en interior mina; y realizar los

correctivos y mejoras que sean convenientes (Ver anexos del N°22 al N°26).

8.3.4 Garantizar un stock mínimo de llantas reparadas en el taller de llantas, de las cuales 06 serán de tracción y 02 camineras (ver figura 8.1 en anexos), estas llantas servirán para atender los cambios por emergencias de los volquetes.

Tabla 8.3.3 Asignación de responsabilidades para mantener stock mínimo de llantas reparadas:

Responsables

Mantenimiento: Supervisor de guardia

Mantenimiento: Superintendente de mantenimiento.

	Tipo	Frecuencia	Costo Unitario	Costo Total
Mecánico enllantador de guardia B	06 Llantas Camineras 02 Llantas de Tracción	Diario	--	--
Mecánico enllantador de guardia C	06 Llantas Camineras 02 Llantas de Tracción	Diario	--	--

Fuente: Elaboración propia

8.3.5 Elaborar una cartilla de inspección de llantas para ser ejecutada en cada inicio de guardia (Ver anexo N°27).

8.3.6 Elaborar una cartilla (Ver anexo N°28) realizar inspecciones diarias de las herramientas básicas usadas en el proceso de cambio de llantas y que deben ser responsabilidad de los mecánicos enllantadores, como son: pistola neumática, dado de impacto de 1 5/16" con encastre de 1", extensión de encastre de 1" (para el dado), Torquimetro, gata de 50 toneladas, conos de seguridad, cuñas o tacos de seguridad. En caso estar en mal estado o carecer del ítem, se procederá a generar el requerimiento para su compra.

Tabla 8.3.4 Inventario de herramientas para el cambio de llantas en taller:

Responsables

Jefe de taller de mantenimiento

Mecánico enllantador

Herramienta	Uso	Cantidad mínima	Costo Unitario	Costo Total
Pistola neumática encastre de 1"		1	S/650	S/650
Dado de impacto de 1 5/16" con encastre de 1"		2	S/100	S/200
Extensión de encastre de 1"	Cambio de llantas	2	S/120	S/240
Torquimetro		1	S/600	S/600
Gata de 50 toneladas		2	S/700	S/1,400
Conos de seguridad		2	S/20	S/40
Cuñas o tacos de seguridad		2	S/170	S/340
				<b>S/3,470</b>

Fuente: Elaboración propia

De igual modo para el Volquete (Ver anexo N°29), se inspeccionará su kit de herramientas básicas como son: llave de ruedas de 1 5/16", extensión de encastre de 1", gata de 50 toneladas, conos de seguridad, cuñas o tacos de seguridad. En caso estar en mal estado o carecer del ítem, se procederá a generar el requerimiento para su compra.

Tabla 8.3.5 Inventario de herramientas para el cambio de llantas que deben estar en el volquete:

Responsables

Jefe de taller de mantenimiento

Conductor del Volquete

Herramienta	Uso	Cantidad mínima	Costo Unitario	Costo Total
Llave de ruedas de 1 5/16		1	S/80	S/80
Extensión de encastre de 1"	Cambio de llantas	1	S/120	S/120
Gata de 50 toneladas		1	S/700	S/700
Conos de seguridad		2	S/20	S/40
Cuñas o tacos de seguridad		2	S/170	S/340
				<b>S/1,280</b>

Fuente: Elaboración propia

## IX. Referencias

- Alavedra, R. et al (2016). Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. *Ingeniería Industrial*, núm. 34, Vol. 1, 2016. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337450992001.pdf>
- Angeles, E. et al (2020) Optimal Inspection and Preventive Maintenance Scheduling of Mining Equipment. *Journal of Failure Analysis and Prevention* Vol. 20, pages1408–1416(2020). Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11668-020-00949-z>
- Arana, O. (2016). *Diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo para mejorar la Disponibilidad de las Líneas Embolsadoras de la Planta de Caramelos en la Empresa Molitalia S.A.* (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima. Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3041>
- Aribowo, A. et al (2019) Program Designing the Improvement of Excavator's Maintenance Team Competencies (Case Study in a Sandstone Mine Company PT XYZ). *Journal of Proceedings Series No. (5) (2019) The 1st International Conference on Business and Management of Technology (1ConBMT)*. Recuperado de: <http://iptek.its.ac.id/index.php/jps/article/view/6190/4079>
- Badya, R. et al (2015) *Model for a Predictive Maintenance System Effectiveness Using the Analytical Hierarchy Process as Analytical Tool*. IFAC-PapersOnLine Volume 48, N° 3, 2015, Pages 1463-1468. Recuperado de : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315005327>
- Balaraju, J. et al (2020) Performance Evaluation of Underground Mining Machinery: A Case Study. *Journal of Failure Analysis and Prevention* volume 20, pages 1726–1737(2020). Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11668-020-00980-0>

- Barrios, J. et al (2018). Análisis y diagnóstico de los tipos de mantenimiento en la pequeña y gran minería aurífera en la subregión del Bajo Cauca. *Antioquia, Metalnova No. 1 - 2018- Pág. 17. Recuperado de:* <http://revistas.sena.edu.co/index.php/metalnova/article/view/2140PDF>
- Beltrán, J. s.f. *Indicadores de Gestión - Herramientas para lograr la competitividad.* Temas Gerenciales, 3R Editores.
- Bonifacio, O. (2018). *Aplicación del mantenimiento planificado para mejorar la productividad en el departamento de mantenimiento de la empresa G&H inversiones Suarez S.A.C. - Lima (Tesis de pregrado).* Universidad César Vallejo, Lima. Recuperado de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27762/Bonifacio\\_PO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27762/Bonifacio_PO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Brodny, J. et al (2017) Application of Elements of TPM Strategy for Operation Analysis of Mining Machine. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol 95, N° 4. Recuperado de:* <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/95/4/042019/meta>
- Cáceres, J. (2020). Toma de Decisiones cuantitativas ante incertidumbres de la gestión de mantenimiento. *Revista Rumbo Minero, Edición 130 - Pág. 64. Recuperado de:* <http://www.rumbominero.com/revista/informes/mantenimiento-de-maquinarias-y-equipos/>
- Castañeda, R. (2017). *Plan de Mantenimiento Preventivo basado en la Norma ISO 55000 para mejorar la disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa metalmecánica Maz Ingenieros Contratistas S.A.C. (Tesis de pregrado).* Universidad César Vallejo, Trujillo. Recuperado de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23052/castanc3%b1eda\\_rl.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23052/castanc3%b1eda_rl.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Castillo, A. (2017). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad mecánica del camión volquete Volvo FMX-440 en el proyecto El Toro. (Tesis de pregrado).* Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Recuerdo de:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3663/Castillo%20Tejada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Castro, C. (2016). *Mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la confiabilidad de los equipos de alquiler Caterpillar de la empresa UNIMAQ S.A. - 2017*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Chiclayo. Recuperado de:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25906/Castro\\_VCF.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25906/Castro_VCF.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Chiavenato, I. (2004). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. México: McGraw-Hill Interamericana, Séptima Edición.

Cuatrecasas, L. & Torrel, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona: Profit Editorial.

Cuatrecasas, L. (2000). *Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción*. Barcelona: Gestión 2000.

Cuatrecasas, L. (2012). *Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. Organización de la producción y dirección de operaciones*. Editorial Díaz de Santos.

Diestra, R. et al (2017). Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para optimizar la disponibilidad operacional de la máquina con mayor criticidad – Rev. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación* VOL 4/N° 1, ISSN: 2313-1926/Junio -2017. Recuperado de:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37239/AC\\_Diestra\\_QJP-Esquivel\\_PL-Guevara\\_CR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37239/AC_Diestra_QJP-Esquivel_PL-Guevara_CR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Dillon, B. (2002). *Engineering Maintenance a Modern Approach*. U.S.A.: CRC Press.

Dounce, R. (2016). Hablemos de mantenimiento productivo total. *Predictiva21.com Latinoamérica Total 21 número 2*. Recuperado de: <https://predictiva21.com/hablemos-mantenimiento-productivo-total/>

- Fernández, P. (2019). *Estrategias de gestión de mantenimiento basado en indicadores a la flota de camiones de la fábrica de voladura de la empresa ORICA MINING SERVICE PERU S.A. en operaciones en Sociedad Minera Cerro Verde en el año 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santa María, Arequipa. Recuperado de: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9309>
- Fornés, et al (2016). Gestión de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en el área de laboratorios de una Institución de Educación Superior. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería, septiembre 2016 Vol.3 No.8 77-86*. Recuperado de: [https://ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones\\_de\\_la\\_Ingenieria/vol3num8/Revista\\_Aplicaciones\\_de\\_la\\_Ingenieria\\_V3\\_N8\\_10.pdf](https://ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol3num8/Revista_Aplicaciones_de_la_Ingenieria_V3_N8_10.pdf)
- García, M. (2017). Una polémica trascendental sobre el mantenimiento Preventivo y Predictivo. *Revista de Investigaciones Sociales, junio 2017 Vol.3 No.8 1-11*. Recuperado de: [https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista\\_de\\_Investigaciones\\_Sociales\\_V3\\_N8\\_1.pdf](https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista_de_Investigaciones_Sociales_V3_N8_1.pdf)
- Gómez, E. (2019). *Diseño de un plan de mantenimiento de una flota de tracto camiones de acuerdo a los requerimientos en su contexto operacional a la empresa Perú Transport S.R.L.* (Tesis de pregrado). Universidad católica Santa María, Arequipa. Recuperado de: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9226>
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad*. México D.F.: McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. de C.V. Tercera edición.
- Hernández, R; Fernández, C; & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hoseine, S (2016) Reliability Centered Maintenance (RCM) for Automated Mining Machinery, *Luleå University of Technology Division of Operation and Maintenance Engineering*. Recuperado de: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A994898&dswid=-1035>



- Jakkula, B. et al (2019) Maintenance management of load haul dumper using reliability analysis. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* Volume 26 N° 2. Recuperado de: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JQME-10-2018->
- Kalra, VN. Et al (2018) Condition based maintenance management system for improvement in key performance indicators of mining haul trucks-a case study. *2018 IEEE International Conference on Innovative Research and Development (ICIRD)*. Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8376300>
- Manchego, D. (2017). *Propuesta de diseño de un plan estratégico para una empresa de mantenimiento del sector minero aplicando la herramienta del Balanced Scorecard, 2018-2022*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Santa María, Arequipa. Recuperado de: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/6977/44.0544.II.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mescua, R. & Li, C. (2016). *Propuesta de plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad aplicado a una flota de camiones fuera de carretera en una mina de tajo abierto*. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. Recuperado de: <http://planetrams.iusiani.ulpgc.es/?p=3484&lang=es>
- Mouhammadi, M. et al (2015) Performance Measurement of Mining Equipment. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, Volume 5, N° 7, July 2015. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Mousa\\_Mohammadi/publication/281457548\\_Performance\\_Measurement\\_of\\_Mining\\_Equipment/links/55e9410508ae21d099c2e565/Pe](https://www.researchgate.net/profile/Mousa_Mohammadi/publication/281457548_Performance_Measurement_of_Mining_Equipment/links/55e9410508ae21d099c2e565/Pe)
- Nobsa, R. (2019). Plan de gestión de mantenimiento para maquinaria amarilla y volquetas. *Mantenimiento en Latinoamérica Vol. 11 N° 1*. Recuperado de: [https://issuu.com/mantenimientoenlatinoamerica/docs/ml\\_volume\\_n\\_11\\_1](https://issuu.com/mantenimientoenlatinoamerica/docs/ml_volume_n_11_1)

- Nurprihatin, F. et al (2019) Total Productive Maintenance Policy to Increase Effectiveness and Maintenance Performance Using Overall Equipment Effectiveness. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*. Vol. 6, No. 3 (2019) 184–199. Recuperado de:  
<http://eprints.upj.ac.id/id/eprint/507/1/Total%20productive%20maintenance%20policy%20to%20increase%20effectiveness%20and%20maintenance%20performance%20using%20overall%20equipment%20effectiveness.pdf>
- Qarahasanlou, A. et al (2017) Operating Environment-Based Availability Importance Measures for Mining Equipment (Case Study: Sungun Copper Mine). *Journal of Failure Analysis and Prevention* volume 17, pages56–67. Recuperado de:  
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11668-016-0205-z>
- Ranjan, N. et al (2019) Maintenance Schedules of Mining HEMM Using an Optimization Framework Model. *Article in Journal Européen des Systèmes Automatisés* · September 2019. Recuperado de:  
 Rodríguez, J. (2003). Gestión de mantenimiento asistido por computadora. *CEIM - Cujae*. Recuperado de:  
[file:///C:/Users/pc/Downloads/Maintenance\\_Schedules\\_of\\_Mining\\_HEMM\\_Using\\_an\\_Opti.pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/Maintenance_Schedules_of_Mining_HEMM_Using_an_Opti.pdf)
- Ruschel, E. et al (2017) Mining Shop-Floor Data for Preventive Maintenance Management: Integrating Probabilistic and Predictive Models. *Procedia Manufacturing* Vol. 11, 2017, Pages 1127-1134. Recuperado de:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917304420>
- Saavedra, P. (2016). *Propuesta de un plan de mantenimiento total para disminuir paradas imprevistas de minicargador, cargadores frontales y compactador Caterpillar, Yanacocha - 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Cajamarca. Recuperado de:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10083/saavedra\\_hp.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10083/saavedra_hp.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sánchez, H. (1998). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Lima: Editorial Mantaro.

Sánchez, H., Reyes, C. & Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Lima: Editorial Universidad Ricardo Palma.

Schroeder, R., Meyer, S. & Rungtusanatham, M. (2011). *Administración de operaciones Conceptos y casos contemporáneos*. México: McGraw-Hill Interamericana de España, México D.F. México, 5ª ed.

Taheri, M. et al (2017) Reliability Analysis of Loader Equipment: A Case Study of a Galcheshmeh Travertine Quarry in Iran. *MT Bilimsel Journal of Underground Resources*. Year: 6 | Number:11 | January 2017. Recuperado de: <https://dergipark.org.tr/en/pub/mtb/issue/32053/354893>

Tarrillo, L. (2018). *Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de maquinaria pesada de la Municipalidad Provincial de Jaén - 2017*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Chiclayo. Recuperado de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35382/Tarrillo\\_CL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35382/Tarrillo_CL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ullah, A. et al (2015) Maintenance System For Heavy Earth Moving Equipment. *Journal of Engineering and Applied Sciences Vol. 34 No. 2 July - December 2015*. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Sikandar\\_Khattak/publication/297136914\\_MAINTENANCE\\_SYSTEM\\_FOR\\_HEAVY\\_EARTH\\_MOVING\\_EQUIPMENT/links/56dd397208aebab](https://www.researchgate.net/profile/Sikandar_Khattak/publication/297136914_MAINTENANCE_SYSTEM_FOR_HEAVY_EARTH_MOVING_EQUIPMENT/links/56dd397208aebab)

Uthman, S. et al (2016) Modeling failure and maintenance effects of a system subject to multiple preventive maintenance types. *2016 Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS)*. Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7448007>

- Vara, A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa. Desde la idea inicial hasta la sustentación*. Lima: Universidad San Martín de Porres.
- Vargas, Y. (2018). *Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir los costos de mantenimiento de la Empresa Aldodiego & Co. S.R.L., 2018*. (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Trujillo. Recuperado de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31532/vargas\\_yy.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31532/vargas_yy.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Zegarra, M. (2016). Gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo. Revista de la U.A.P. Volumen 18, número 1*. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v19i1.1219>
- Zegarra, M. (2016). Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo. Revista de la U.A.P. Volumen 19, N° 1*. Recuperado de: <http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/article/view/1087>

## Anexos

### Anexo N° 01

#### MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Gestión del Mantenimiento de equipos	<b>La Gestión del Mantenimiento de Equipos</b> conjuga la Gestión de Ingeniería del Mantenimiento y la Gestión Administrativa del Mantenimiento. La primera ve la solución técnica a las fallas en las máquina (Correctivos), con la implementación actividades prácticas para la solución de problemas mecánicos, reparaciones, etc. La segunda desarrolla los procesos administrativos de recolección de datos, flujo de la información, y el manejo de estos para en el momento oportuno, planificar y programar (Preventivos), de manera adecuada la atención de las fallas en el menor tiempo posible, etc. La manera de saber si la gestión del mantenimiento es llevada adecuadamente es midiéndola en ambos sentidos y obteniendo valores que indiquen si los resultados se encuentran dentro de los parámetros esperados	Los mantenimientos preventivo y correctivo se analizaran por medio de una guía de análisis documental	Mantenimientos preventivos <b>(HM)</b> <b>y</b> Mantenimientos correctivos <b>(HR)</b>	Disponibilidad Mecánica <b>(DM)</b>  Tiempo Medio entre fallas <b>(MTBF)</b>  Tiempo Medio para la Reparación <b>(MTTR)</b>	Razón
Productividad	<b>Productividad.-</b> capacidad de producción por unidad; que mide el rendimiento final en función de factores de producción en cuanto a: cantidad, valor, esfuerzo, calidad y seguridad. La productividad por lo general se ve a traves de dos componentes: Eficiencia y Eficacia.	La productividad se analizará por medio de una guía de análisis documental	Eficiencia  Eficacia	Tiempo útil <b>(HD)</b> <hr/> Tiempo Total <b>(HP)</b> <hr/> Unidades producidas <b>(HT)</b> <hr/> Tiempo útil <b>(HD)</b>	Razón





## **Anexo N° 04** Instrumento N° 2: Indicadores de Productividad:

Instrumento No. 03:

Ficha técnica de la guía de análisis documental

- Nombre original.- Guía de Productividad
- Autor.- Fuente propia
- Procedencia.- Vitoc – Chanchamayo – Junín – Perú.
- Duración.- Sin límite de tiempo. Aproximadamente de 60 a 120 minutos.
- aplicación.- supervisores, personal administrativo, mecánicos y conductores. No se requiere un tipo específico de grado de instrucción.
- Puntuación.- calificación computarizada.
- Significación.- Valores porcentuales. Dos indicadores.
- Usos.- En la Administración y en la investigación.
- Materiales.- registros del área de mantenimiento.

### **Instrumento No. 03: Indicadores de Productividad**

<b>Indicadores</b>	<b>Fórmulas</b>	<b>Resultados</b>	<b>Análisis</b>
<b>Eficiencia</b>	$\frac{\text{Horas Disponibles}}{\text{Horas Programadas}}$	_____ =	_____
<b>Eficacia</b>	$\frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Disponibles}}$	_____ =	_____
<b>Productividad</b>	$\frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Programadas}}$	_____ =	_____



**Anexo N° 05** Tiempo medio para la reparación:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo}}{\text{Número de Operaciones de Mantenimiento}}$$

**Anexo N° 06** Tiempo medio para la reparación, fórmula aplicada por SIMSA:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Total de Correctivos No programados}}{\text{Número de Paradas}} = \frac{\text{HR}}{\text{NP}}$$

**Anexo N° 07** Tiempo medio entre fallas:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo Total Disponible} - \text{Tiempo Perdido}}{\text{Número de Paradas}}$$

**Anexo N° 08** Tiempo medio entre fallas, fórmula aplicada por SIMSA:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Horas Totales de Trabajo}}{\text{Número de Paradas}} = \frac{\text{HT}}{\text{NP}}$$

**Anexo N° 09** Disponibilidad mecánica:

$$\text{DM} = \frac{\text{Total Horas Programadas} - \text{Horas Correctivos} - \text{Horas Preventivos}}{\text{Total Horas Programadas}} = \frac{\text{HP} - \text{HR} - \text{HM}}{\text{HP}}$$

**Anexo N° 10** Productividad:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Programadas}}$$

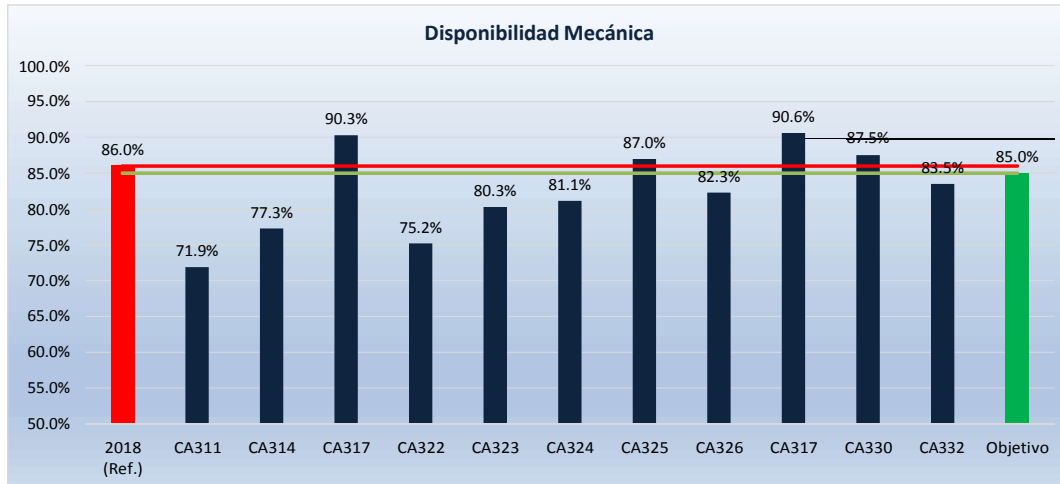
**Anexo N° 11** Eficiencia:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas Disponibles}}{\text{Horas Programadas}}$$

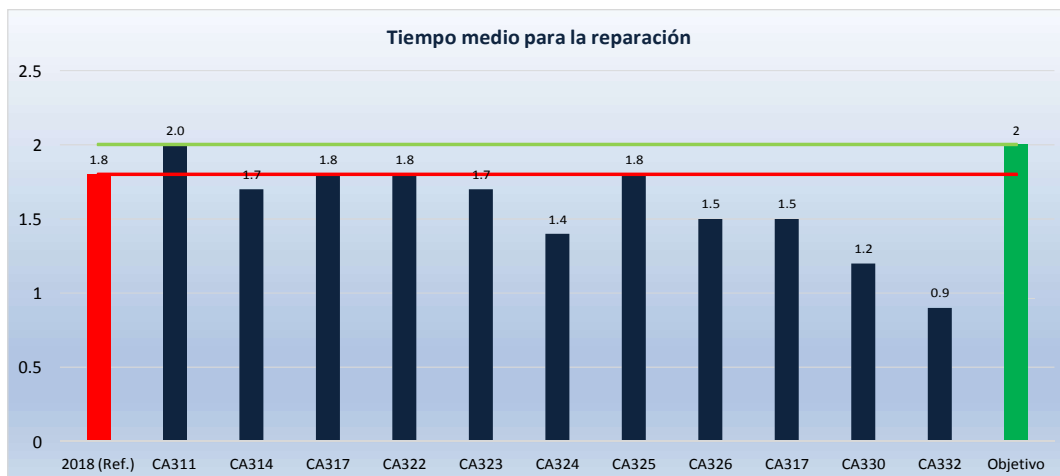
**Anexo N° 12** Eficacia:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Disponibles}}$$

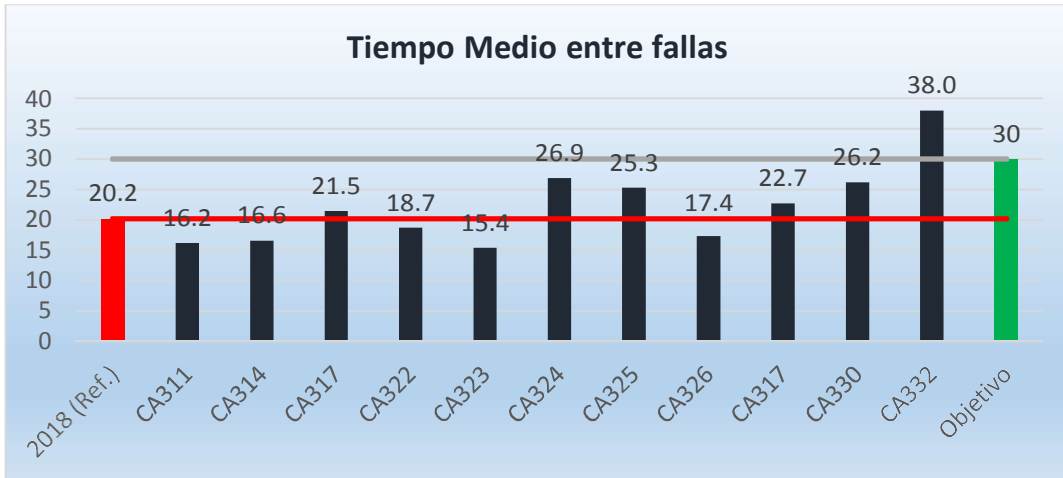
**Anexo N° 13** Disponibilidad mecánica de la flota de equipos de acarreo período 2019-2020. Ejecutado vs Programado:



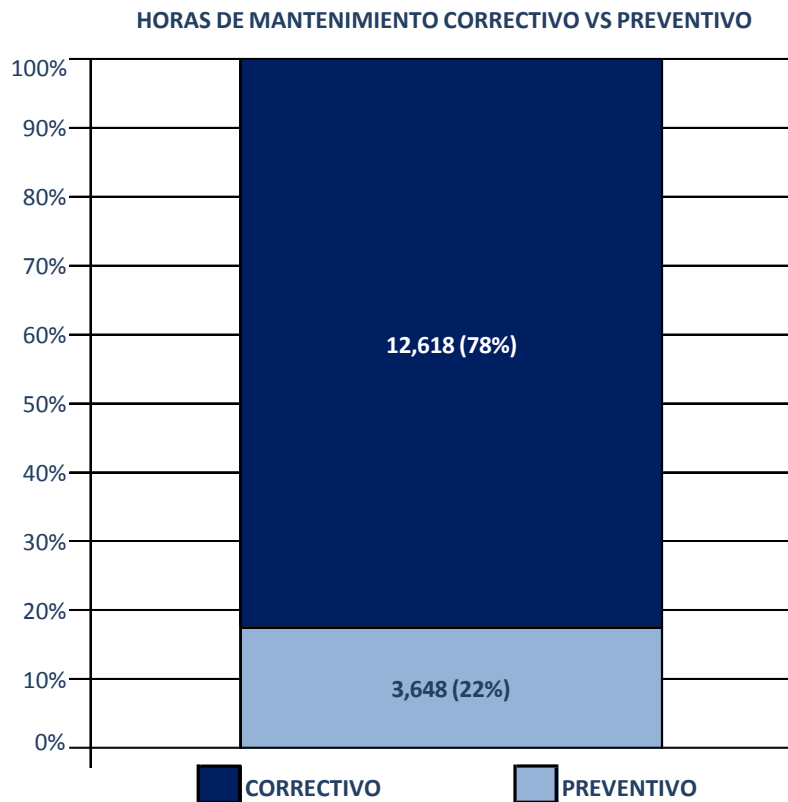
**Anexo N° 14** Tiempo medio para la reparación de la flota de equipos de acarreo período 2019-2020. Ejecutado vs Programado:



**Anexo N° 15** Tiempo medio entre fallas de la flota de equipos de acarreo período 2019-2020. Ejecutado vs Programado:



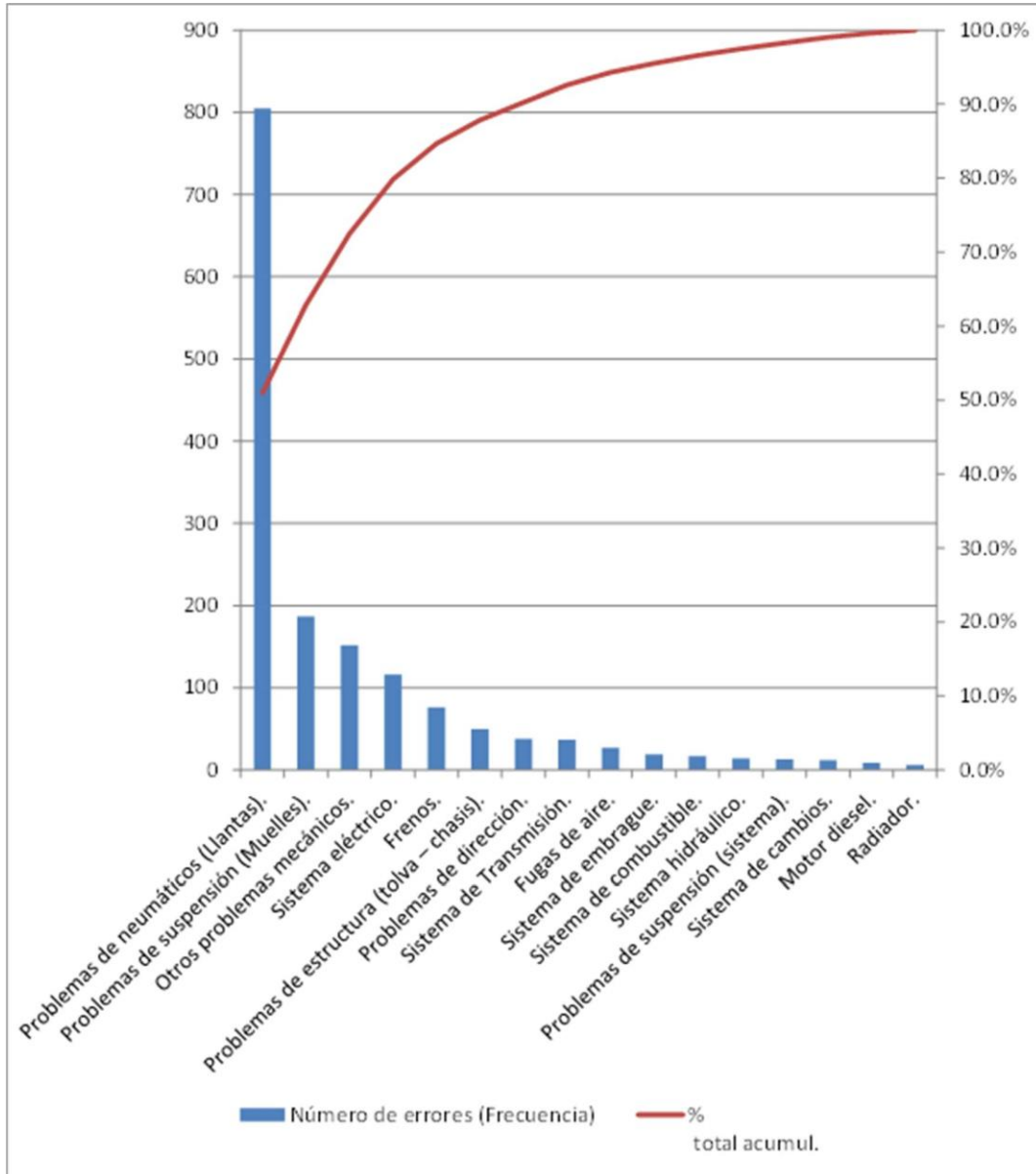
**Anexo N° 16** Mantenimiento Correctivo vs Mantenimiento Preventivo de la flota de equipos de acarreo período 2019-2020:



**Anexo N° 17** Diagrama de Pareto de los problemas frecuentes de la flota de equipos de acarreo período 2019-2020:

<b>Tipo de problema</b>	<b>Número de errores (Frecuencia)</b>	<b>Frec. Acumul.</b>	<b>% del Total</b>	<b>% total acumul.</b>
Problemas de neumáticos (Llantas).	805	805	51.0%	51.0%
Problemas de suspensión (Muelles).	187	992	11.9%	62.9%
Otros problemas mecánicos.	152	1,144	9.6%	72.5%
Sistema eléctrico.	116	1,260	7.4%	79.8%
Frenos.	76	1,336	4.8%	84.7%
Problemas de estructura (tolva – chasis).	50	1,042	3.2%	87.8%
Problemas de dirección.	38	1,182	2.4%	90.2%
Sistema de Transmisión.	37	1,297	2.3%	92.6%
Fugas de aire.	27	1,363	1.7%	94.3%
Sistema de embrague.	19	1,061	1.2%	95.5%
Sistema de combustible.	17	1,199	1.1%	96.6%
Sistema hidráulico.	14	1,311	0.9%	97.5%
Problemas de suspensión (sistema).	13	1,376	0.8%	98.3%
Sistema de cambios.	12	1,388	0.8%	99.0%
Motor diesel.	9	1,397	0.6%	99.6%
Radiador.	6	1,403	0.4%	100.0%
<b>Total</b>	<b>1,578</b>		<b>100.0%</b>	

**Anexo N° 18** Diagrama de Pareto de los problemas frecuentes de la flota de equipos de acarreo período 2019-2020:



Anexo N° 19 Cartilla de Inspección de la máquina enllantadora:



### INSPECCION DE LA MAQUINA ENLLANTADORA

Fecha: \_\_\_\_\_ Guardia: \_\_\_\_\_ Mecánico responsable: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIPCION	ESTADO	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	Sistema eléctrico:		
2	Toma de energía		
3	Cable de energía		
4	Switch o contacto		
5	Controles de manipulación		
6	Sistema mecánico:		
7	Rodamientos		
8	Palancas		
9	Sistemas móviles		
10	Fajas		
11			
12			

**LEYENDA:** **BE** = Buen estado  
**RE** = Regular estado  
**ME** = Mal estado  
**FL** = Falta limpieza  
**INOP** = Inoperativa

Anexo N° 20 Cartilla de Inspección de la jaula de inflado de llantas:



### INSPECCION DE LA JAULA DE INFLADO DE LLANTAS

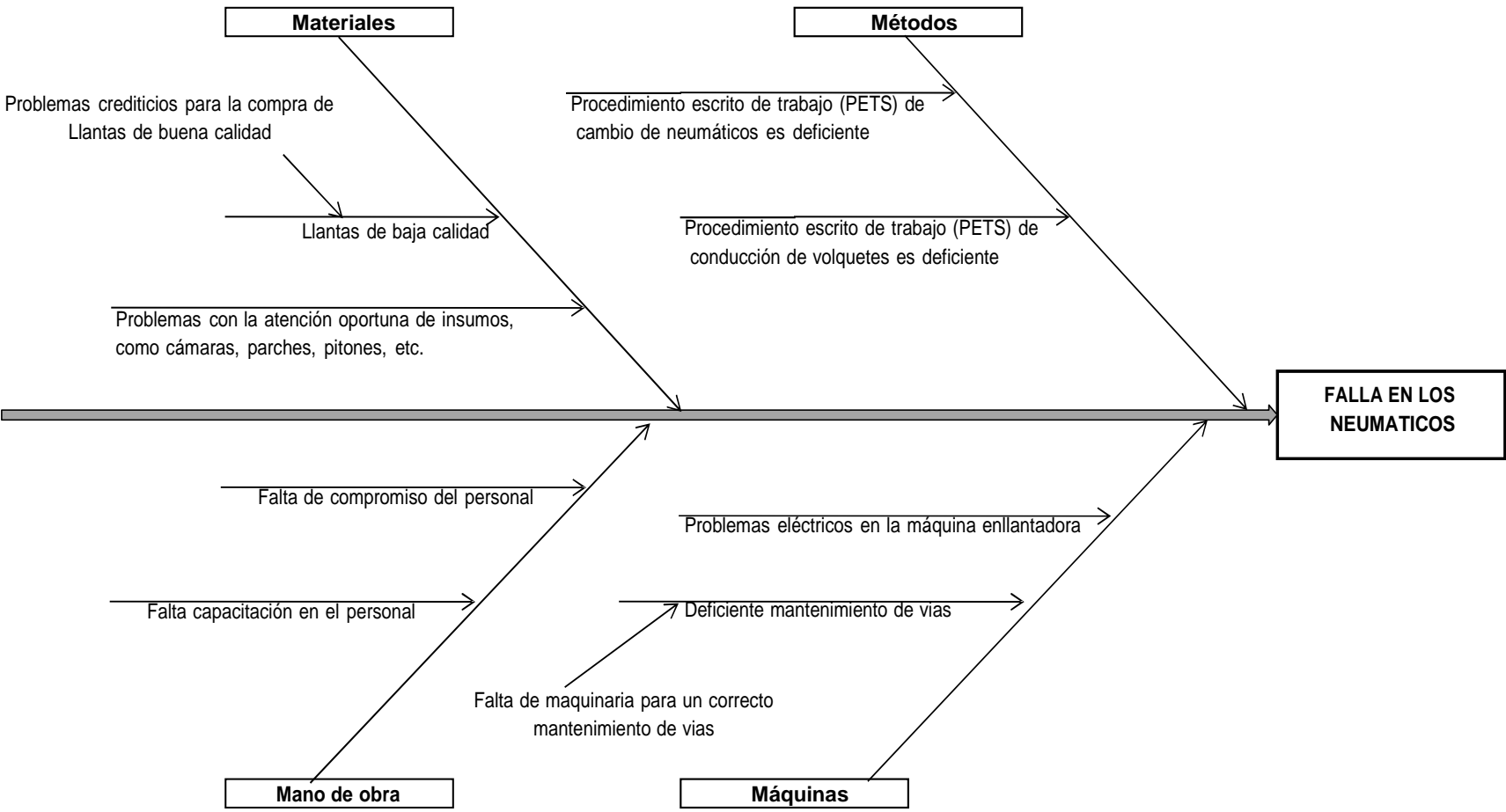
Fecha: \_\_\_\_\_ Guardia: \_\_\_\_\_ Mecánico responsable: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIPCION	ESTADO	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	Estructura		
2	Bisagras		
3	Seguro		
4	Piso		
5	Perímetro		
6			
7			

**LEYENDA:** **BE** = Buen estado  
**RE** = Regular estado  
**ME** = Mal estado  
**FL** = Falta limpieza  
**INOP** = Inoperativa



**Anexo N° 21** Diagrama de Ishikawa de la falla en los neumáticos de la flota de equipos de acarreo período 2019-2020:






**Anexo N° 24** Programa de capacitación para operadores de volquetes:

PROGRAMA DE CAPACITACION PARA OPERADORES VOLQUETE VOLVO FM12			REINDUCCION MENSUAL																												
			01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
TEMA	EXPOSITOR	EMPRESA																													
PETS EN CONDUCCION DE VOLQUETES	Ing. Rodolfo Huaman G.	SIMSA		X															X												
ORDEN Y LIMPIEZA EN LA ZONA DE TRABAJO	Ing. Rodolfo Huaman G.	SIMSA			X															X											
CUIDADO DE LAS UNIDADES VOLVO	Ing. Anderson Loayza T.	SIMSA				X															X										
MANEJO DEFENSIVO	Ing. Anderson Loayza T.	SIMSA					X															X									
CUIDADO DE LOS NEUMATICOS	Tercero	RENOVA										X																			
NORMAS Y REGLAMENTOS INTERNOS DE TRABAJO	Ing. Rodolfo Choque C.	SIMSA						X																X							
SISTEMA MECANICO DE LA UNIDAD VOLVO	Tercero	ATC S.A.											X																		
COMUNICACIÓN EFECTIVA - USO DEL RADIO	Ing. Rodolfo Huaman G.	SIMSA							X																		X				
INSPECCION DE LA UNIDAD ANTES DE OPERARLA	Ing. Anderson Loayza T.	SIMSA								X																		X			
NORMAS Y REGLAMENTOS DE TRABAJO DS046	Ing. Rodolfo Huaman G.	SIMSA									X																		X		

NOTA: PETS = PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

**Anexo N° 25** Procedimiento escrito de trabajo seguro Reparación de llantas:

	<b>REPARACION DE LLANTAS</b>		UNIDAD MINERA SAN VICENTE
	Área: Mantenimiento	Versión: 10	
	Código: PETS-MTO-015	Página: 1/2	

**1 PERSONAL**

- 1.1 Supervisores de mantenimiento mecánico.
- 1.2 Enllantadores.
- 1.3 Mecánicos en general.

**2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

- 2.1 Ropa de trabajo.
- 2.2 Protector de cabeza.
- 2.3 Anteojos de seguridad.
- 2.4 Botas de jebe cortas antideslizantes o zapatos con punta de acero.
- 2.5 Protector auditivo.
- 2.6 Guantes de badana o jebe.
- 2.7 Respirador y mascarilla.

**3 EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES**

- 3.1 Máquina enllantadora.
- 3.2 Gata de 5 toneladas.
- 3.3 Medidor de remanente.
- 3.4 Herramientas necesarias para la ejecución de la tarea.
- 3.5 Parches y pegamento si el trabajo lo requiere.
- 3.6 Cámara y guarda-cámara según sea necesario.
- 3.7 Solución desinfectante.
- 3.8 Alcohol en gel.

**4 PROCEDIMIENTOS**

**Antes de la tarea:**

- 4.1 Aplicar el IPERC.
- 4.2 Verificar el estado de la máquina desenllantadora, y de sus conexiones eléctricas.
- 4.3 El personal deberá hacer el uso obligatorio del respirador y/o mascarilla el cual deberá estar en muy buen estado, los anteojos de seguridad y mantener el distanciamiento social de 1.5 metros de cada persona (ayudante, mecánicos, supervisión, etc.), antes de realizar la inspección del equipo, el personal deberá desinfectar todas las partes que tienen mayor contacto de operación y otros que vea conveniente, también se deberá desinfectar las herramientas y/o materiales que vaya utilizando durante la tarea como también la mano cada vez que tenga contacto con otras herramientas, evitar tocarse la boca y los ojos sin

PREPARADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Planner de Mtto.	Superintendente de Mtto	Gerente SSOyMA	Gerente de Operaciones
Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020

	<b>REPARACION DE LLANTAS</b>		UNIDAD MINERA SAN VICENTE
	Área: Mantenimiento	Versión: 10	
	Código: PETS-MTO-015	Página: 2/2	

haberse desinfectado o lavado la mano todo esto para el cumplimiento a los lineamientos para la vigilancia, prevención y control ante el COVID-19.

- 4.4 Limpieza y desinfección de la zona de trabajo.
- 4.5 Colocar los sistemas de seguridad ~~Lock Out~~ y ~~Tag Out~~ en la máquina desenllantadora.
- 4.6 Verificar que el remanente de la llanta (profundidad) esté dentro de los parámetros.

**Durante la Tarea**

- 4.7 Quitar la totalidad del aire de la llanta.
- 4.8 Quitar el seguro de la llanta.
- 4.9 Verificar que no haya cuerpos extraños en la llanta, como objetos punzantes y otros.
- 4.10 Instalar la llanta en la máquina desenllantadora y retirar el aro de la llanta.
- 4.11 Si usara cámara, verificar su estado para proceder con el parchado de la misma.
- 4.12 Armado de la llanta, instalar el aro y el seguro.
- 4.13 Verificar el encaje correcto del aro.
- 4.14 Para el llenado de aire a la llanta, usar la estructura metálica (Jaula) de inflado de llantas, ver procedimiento N°41.
- 4.15 Verificar la presión de aire de la llanta, en base al estándar.

**Después de la Tarea**


- 4.16 Llenado del cuaderno de reporte.
- 4.17 Orden y limpieza de la zona de trabajo.

**5 RESTRICCIONES**

- 5.1 No se podrá ejecutar la tarea en caso no se tuviera como mínimo dos trabajadores.
- 5.2 No realizar el trabajo si alguien del equipo presenta síntomas del COVID 19.
- 5.3 No se podrá ejecutar la tarea si carecen de los EPP's mencionados.
- 5.4 No se inflará la llanta si la máquina desenllantadora se encuentra en malas condiciones.

PREPARADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Planner de Mtto.	Superintendente de Mtto	Gerente SSOyMA	Gerente de Operaciones
Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020

**Anexo N° 26** Procedimiento escrito de trabajo seguro Uso de la Estructura (Jaula) de llenado de aire de neumáticos:

	<b>USO DE LA ESTRUCTURA (JAULA) DE LLENADO DE AIRE A LAS LLANTAS</b>		UNIDAD MINERA SAN VICENTE
	Área: Mantenimiento	Versión.: 07	
	Código: PETS-MTD-041	Página: 1/2	

**1 PERSONAL**

- 1.1 Supervisores de mantenimiento mecánico.
- 1.2 Enflantadores.
- 1.3 Mecánicos en general.

**2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

- 2.1 Ropa de trabajo.
- 2.2 Protector de cabeza.
- 2.3 Anteojos de seguridad.
- 2.4 Botas de jebe cortas antideslizantes o zapatos con punta de acero.
- 2.5 Protector auditivo.
- 2.6 Guantes de badana o jebe.
- 2.7 Respirador y mascarilla.

**3 EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES**


- 3.1 Estructura (Jaula) de llenado de aire.
- 3.2 Compresora de aire.
- 3.3 Juego de llaves extractoras de válvulas.
- 3.4 Medidor de presión de aire.
- 3.5 Franela o trapo industrial.
- 3.6 Válvula de llenado de aire.
- 3.7 Solución desinfectante.
- 3.8 Alcohol en gel.

**4 PROCEDIMIENTOS**

**Antes de la tarea:**

- 4.1 Aplicar el IPERC.
- 4.2 Verificar el estado de la estructura (Jaula) de llenado de aire.
- 4.3 Verificar el estado de la compresora de aire, así como de las mangueras y conexiones.
- 4.4 El personal deberá hacer el uso obligatorio del respirador y/o mascarilla el cual deberá estar en muy buen estado, los anteojos de seguridad y mantener el distanciamiento social de 1.5 metros de cada persona (ayudante, mecánicos, supervisión, etc.), antes de realizar la inspección del equipo, el personal deberá desinfectar todas las partes que tienen mayor contacto de operación y otros que vea conveniente, también se deberá desinfectar las herramientas y/o materiales que vaya utilizando durante la tarea como también la mano

PREPARADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Planner de Mtto.	Superintendente de Mtto	Gerente SSOyMA	Gerente de Operaciones
Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020

	<b>USO DE LA ESTRUCTURA (JAULA) DE LLENADO DE AIRE A LAS LLANTAS</b>		UNIDAD MINERA SAN VICENTE
	Área: Mantenimiento	Versión: 07	
	Código: PETS-MTD-041	Página: 2/2	

cada vez que tenga contacto con otras herramientas, evitar tocarse la boca y los ojos sin haberse desinfectado o lavado la mano todo esto para el cumplimiento a los lineamientos para la vigilancia, prevención y control ante el COVID-19.

- 4.5 Limpieza y desinfección de la zona de trabajo.
- 4.6 Colocar los sistemas de seguridad ~~Lock Out~~ y ~~Tag Out~~ en la estructura de llenado de aire.

**Durante la Tarea**

- 4.7 Abrir la puerta de la estructura de llenado de aire e introducir la llanta.
- 4.8 Cerrar la puerta y verificar que esté completamente segura.
- 4.9 Colocar la válvula de llenado al pitón de la llanta y proceder con el inflado.
- 4.10 Verificar la presión de aire de la llanta en base al estándar.

**Después de la Tarea**

- 4.11 Llenado del cuaderno de reporte.
- 4.12 Orden y limpieza de la zona de trabajo.

**5 RESTRICCIONES**

- 5.1 No se podrá ejecutar la tarea en caso no se tuviera como mínimo dos trabajadores.
- 5.2 No realizar el trabajo si alguien del equipo presenta síntomas del COVID 19.
- 5.3 No se podrá ejecutar la tarea si carecen de los EPP's mencionados.
- 5.4 No se inflará la llanta si la jaula de inflado se encuentra en malas condiciones.

PREPARADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Planner de Mto.	Superintendente de Mto	Gerente SSOyMA	Gerente de Operaciones
Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020

**Anexo N° 27** Procedimiento escrito de trabajo seguro Cambio de llantas de Volquetes:

	<b>CAMBIO DE LLANTAS DE VOLQUETES</b>		UNIDAD MINERA SAN VICENTE
	Área: Mantenimiento	Versión: 1.0	
	Código: FETS-MTD-004	Página: 1/2	

**1 PERSONAL**

- 1.1 Supervisores de mantenimiento mecánico.
- 1.2 Enlanchadores.
- 1.3 Mecánicos en general.
- 1.4 Conductores de volquetes.

**2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

- 2.1 Ropa de trabajo.
- 2.2 Protector de cabeza.
- 2.3 Anteojos de seguridad.
- 2.4 Botas de jebe cortas antideslizantes o zapatos con punta de acero.
- 2.5 Protector auditivo.
- 2.6 Guantes de badana o jebe.
- 2.7 Respirador y mascarilla.

**3 EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES**

- 3.1 Llanta de repuesto.
- 3.2 Herramientas básicas para el cambio de llantas.
- 3.3 Gata de 5 toneladas.
- 3.4 Torquimetro.
- 3.5 Espárragos, tuercas y arandelas.
- 3.6 Medidor de remanente de la llanta.
- 3.7 Medidor de presión de aire.
- 3.8 Franela o trapo industrial.
- 3.9 Solución desinfectante.
- 3.10 Alcohol en gel.
- 3.11 Conos de seguridad.

**4 PROCEDIMIENTOS**

**Antes de la tarea:**

- 4.1 Aplicar el IPERC.
- 4.2 Colocar los conos de seguridad respetando la distancia estándar.
- 4.3 El personal deberá hacer el uso obligatorio del respirador y/o mascarilla el cual deberá estar en muy buen estado, los anteojos de seguridad y mantener el distanciamiento social de 1.5 metros de cada persona (ayudante, mecánicos, supervisión, etc.), antes de realizar la

PREPARADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Planner de Mtto.	Superintendente de Mtto	Gerente SSOyMA	Gerente de Operaciones
Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020



	<b>CAMBIO DE LLANTAS DE VOLQUETES</b>		UNIDAD MINERA SAN VICENTE
	Área: Mantenimiento	Versión: 1.0	
	Código: PETS-MTD-004	Página: 2/2	

inspección del equipo, el personal deberá desinfectar todas las partes que tienen mayor contacto de operación y otros que vea conveniente, también se deberá desinfectar las herramientas y/o materiales que vaya utilizando durante la tarea como también la mano cada vez que tenga contacto con otras herramientas, evitar tocarse la boca y los ojos sin haberse desinfectado o lavado la mano todo esto para el cumplimiento a los lineamientos para la vigilancia, prevención y control ante el COVID-19.

- 4.4 Limpieza y desinfección de la zona de trabajo, y de las herramientas.
- 4.5 Colocar los sistemas de seguridad **Lock Out** y **Tag Out** en la unidad (volquete)

**Durante la Tarea**

- 4.6 La unidad debe estar completamente bloqueada, con el freno de emergencia activado.
- 4.7 Proceder a bloquear las llantas y calzarla la unidad, comprobando que esté totalmente segura.
- 4.8 Aflojar las tuercas de los espárragos.
- 4.9 Instalar la gata hidráulica y elevar el equipo.
- 4.10 Calzar el eje del volquete con tacos.
- 4.11 Retirar las tuercas y extraer la llanta en mal estado.
- 4.12 Verificar el estado de las tuercas y de los espárragos, y cambiarlos de ser necesario.
- 4.13 Colocar la llanta en buen estado e instalar las tuercas con un ajuste leve.
- 4.14 Bajar la gata y aplicar el torque (ajuste) adecuado a las tuercas.
- 4.15 Retirar la gata.

**Después de la Tarea**

- 4.16 Llenado del cuaderno de reporte.
- 4.17 Orden y limpieza de la zona de trabajo.

**5 RESTRICCIONES**

- 5.1 No se podrá ejecutar la tarea en caso no se tuviera como mínimo dos trabajadores.
- 5.2 No realizar el trabajo si alguien del equipo presenta síntomas del COVID 19.
- 5.3 No se podrá ejecutar la tarea si carecen de los EPP's mencionados.
- 5.4 No se realizará el trabajo en caso las herramientas estén en mal estado.

PREPARADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Planner de Mtto.	Superintendente de Mtto	Gerente SSOyMA	Gerente de Operaciones
Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020

**Anexo N° 28** Procedimiento escrito de trabajo seguro Ajuste de pernos y tuercas en los equipos:

	<b>AJUSTE DE PERNOS Y TUERCAS EN LOS EQUIPOS</b>		UNIDAD MINERA SAN VICENTE
	Área: Mantenimiento	Versión.: 09	
	Código: PETS-MTO-002	Página: 1/2	

**1 PERSONAL**

- 1.1 Supervisores de mantenimiento mecánico.
- 1.2 Enlanchadores.
- 1.3 Mecánicos en general.
- 1.4 Operarios de mantenimiento en general.

**2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

- 2.1 Ropa de trabajo.
- 2.2 Protector de cabeza.
- 2.3 Anteojos de seguridad.
- 2.4 Botas de jebe cortas antideslizantes o zapatos con punta de acero.
- 2.5 Protector auditivo.
- 2.6 Guantes de badana o jebe.
- 2.7 Respirador y mascarilla.

**3 EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES**


- 3.1 Dados, palancas y extensiones.
- 3.2 Torquimetro
- 3.3 Pernos, espárragos, tuercas y arandelas.
- 3.4 Tablas de torques.
- 3.5 Franela o trapo industrial.
- 3.6 Loctite de tuercas.
- 3.7 Solución desinfectante.
- 3.8 Alcohol en gel.

**4 PROCEDIMIENTOS**

**Antes de la tarea:**

- 4.1 Aplicar el IPERC.
- 4.2 El personal deberá hacer el uso obligatorio del respirador y/o mascarilla el cual deberá estar en muy buen estado, los anteojos de seguridad y mantener el distanciamiento social de 1.5 metros de cada persona (ayudante, mecánicos, supervisión, etc.), antes de realizar la inspección del equipo, el personal deberá desinfectar todas las partes que tienen mayor contacto de operación y otros que vea conveniente, también se deberá desinfectar las herramientas y/o materiales que vaya utilizando durante la tarea como también la mano cada vez que tenga contacto con otras herramientas, evitar tocarse la boca y los ojos sin

PREPARADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Planner de Mto.	Superintendente de Mto	Gerente SSOyMA	Gerente de Operaciones
Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020

	<b>AJUSTE DE PERNOS Y TUERCAS EN LOS EQUIPOS</b>		UNIDAD MINERA SAN VICENTE
	Área: Mantenimiento	Versión: 09	
	Código: PETS-MTD-002	Página: 2/2	

haberse desinfectado o lavado la mano todo esto para el cumplimiento a los lineamientos para la vigilancia, prevención y control ante el COVID-19.

- 4.3 Limpieza y desinfección de la zona de trabajo, y de las herramientas.
- 4.4 Colocar los sistemas de seguridad **Lock Out y Tag Out**.
- 4.5 Bloquear y asegurar las llantas, encaso se vayan a ajustar tuercas en estas.
- 4.6 Verificar que la medida del dado encaje perfectamente en la cabeza del perno o en la tuerca que se va a ajustar.

**Durante la Tarea**

- 4.7 Verificar que el dado se encuentre en correctamente encajados en la tuerca o cabeza del perno.
- 4.8 En caso el dado no ingrese, limar y/o limpiar la rebarba.
- 4.9 Graduar el Torquimetro según el perno o tuerca a ajustar.
- 4.10 Insertar el Torquimetro al dado y proceder con el ajuste.
- 4.11 Retirar el Torquimetro en forma perpendicular al dado.
- 4.12 Retirar el dado en forma perpendicular al perno o a la tuerca.

**Después de la Tarea**

- 4.13 Llenado del cuaderno de reporte.
- 4.14 Orden y limpieza de la zona de trabajo.

**5 RESTRICCIONES**

- 5.1 No se podrá ejecutar la tarea en caso no se tuviera como mínimo dos trabajadores.
- 5.2 No realizar el trabajo si alguien del equipo presenta síntomas del COVID 19.
- 5.3 No se podrá ejecutar la tarea si carecen de los EPP's mencionados.
- 5.4 No realizará la tarea si el Torquimetro o alguna de las herramientas se encontrara en mal estado.

PREPARADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Planner de Mto.	Superintendente de Mto	Gerente SSOyMA	Gerente de Operaciones
Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020

**Anexo N° 29** Procedimiento escrito de trabajo seguro Conducir Volquetes en mina:

	<b>CONducIR VOLQUETES EN MINA</b>		UNIDAD MINERA SAN VICENTE
	Área: Mantenimiento	Versión.: 010	
	Código: PET5-MTO-008	Página: 1/2	

**1 PERSONAL**

- 1.1 Supervisores de guardia.
- 1.2 Conductores de volquete.
- 1.3 Mecánicos y/o personal con autorización para casos de emergencia.

**2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

- 2.1 Ropa de trabajo.
- 2.2 Protector de cabeza.
- 2.3 Anteojos de seguridad.
- 2.4 Botas de jebe cortas antideslizantes o zapatos con punta de acero.
- 2.5 Protector auditivo.
- 2.6 Guantes de badana o jebe.
- 2.7 Respirador y mascarilla.

**3 EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES**

- 3.1 Volquete Volvo FM12 / VM12 o cualquier otro modelo.
- 3.2 Lámpara minera.
- 3.3 Cuaderno de relevo de guardia.
- 3.4 Extintor, conos de seguridad, cuñas, etc.
- 3.5 Solución desinfectante.
- 3.6 Alcohol en gel.

**4 PROCEDIMIENTOS**

**Antes de la tarea:**

- 4.1 Aplicar el IPERC.
- 4.2 Ejecutar la vuelta de gallo o inspección del perímetro de la unidad, con el motor apagado.
- 4.3 Llenar la cartilla ~~Check List~~ del Volquete, de manera inicial.
- 4.4 Llenar el cuaderno de reporte, anotando el horómetro, kilometraje, nivel de combustible y cualquier ocurrencia que encuentre en la unidad.
- 4.5 El personal deberá hacer el uso obligatorio del respirador y/o mascarilla el cual deberá estar en muy buen estado, los anteojos de seguridad y mantener el distanciamiento social de 1.5 metros de cada persona (ayudante, mecánicos, supervisión, etc.), antes de realizar la inspección del equipo, el personal deberá desinfectar todas las partes que tienen mayor contacto de operación y otros que vea conveniente, también se deberá desinfectar las herramientas y/o materiales que vaya utilizando durante la tarea como también la mano

PREPARADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Planner de Mtto.	Superintendente de Mtto	Gerente SSOyMA	Gerente de Operaciones
Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020

	<b>CONducIR VOLQUETES EN MINA</b>		UNIDAD MINERA SAN VICENTE
	Área: Mantenimiento	Versión: 1.010	
	Código: PET5-MTD-008	Página: 2/2	

cada vez que tenga contacto con otras herramientas, evitar tocarse la boca y los ojos sin haberse desinfectado o lavado la mano todo esto para el cumplimiento a los lineamientos para la vigilancia, prevención y control ante el COVID-19.

- 4.6 Limpieza y desinfección de la cabina de piloto.
- 4.7 Colocarse el cinturón de seguridad.
- 4.8 Encender la unidad y verificar que el tablero de mando y todos los indicadores estén en buenas condiciones.
- 4.9 Dar dos toques del claxon, en señal que el vehículo iniciará la marcha.

**Durante la Tarea**

- 4.10 Transitar a velocidad adecuada en base a las normas internas de la empresa, que son 20 km/h en interior mina y 25 km/h en superficie.
- 4.11 Manejar siempre a la defensiva, respetando las señales de tránsito.
- 4.12 Si hubiera vehículos o personas transitando por la zona de desplazamiento, se les debe alertar con toques de claxon y juegos de luces.
- 4.13 Manejar concentrado en su trabajo, sin exceder la carga máxima que es de 20 toneladas.
- 4.14 Siempre verificar el estado de las vías de tránsito, de estar en mal estado, se debe reportar al supervisor para que coordine los correctivos necesarios.

**Después de la Tarea**

- 4.15 Concluir la cartilla ~~check list~~ del volquete.
- 4.16 Llenado del cuaderno de reporte, registrando horómetro, kilometraje y nivel de combustible; asimismo anotar cualquier observación que crea conveniente para su relevo.
- 4.17 Verificar el orden y limpieza de la unidad.
- 4.18 Dejar el vehículo correctamente estacionado, con las cuñas de seguridad en el lugar establecido como zona de estacionamiento, con los conos de seguridad en el perímetro de la unidad.

**5 RESTRICCIONES**

- 5.1 No se podrá conducir la unidad en caso tenga el nivel de combustible al mínimo, de ocurrir el caso, se informará al supervisor.
- 5.2 No realizar el trabajo si el conductor presenta síntomas del COVID 19.
- 5.3 No se podrá ejecutar la tarea si carecen de los EPP's mencionados.
- 5.4 No está permitido llevar otra persona en la cabina del conductor.

Activar Windows

PREPARADO POR	REVISADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Planner de Mto.	Superintendente de Mto	Gerente SSOyMA	Gerente de Operaciones
Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020	Fecha: 10/10/2020



Anexo N° 30 Cartilla de inspección de llantas de equipos de acarreo



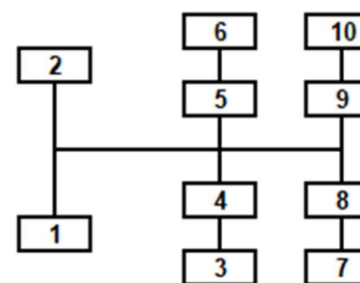
**CONTROL DE DESGASTE DE LLANTAS DE FLOTA DE EQUIPOS DE ACARREO**

Fecha: \_\_\_\_\_

Guardia: \_\_\_\_\_

CODIGO	POSICIÓN	CÓDIGO	ESTADO DE LA LLANTA	REMANENTE INTERIOR	REMANENTE EXTERIOR	MARCA DE LLANTA	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
<b>Llanta 12.00 X 20 18 pliegues</b>							
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						

- LEYENDA:**
- UN** = Llanta Nueva
  - BE** = Llanta en Buen Estado
  - CLL** = Llanta con Corte Lateral Leve
  - CLP** = Llanta con Corte Lateral Profundo
  - CLBR** = Llanta con Corte Profundo en Banda de Rodamiento
  - NC** = Llanta Necesita Cambio
  - NE** = Llanta No Existe
  - NR** = Llanta Necesita Rotación



**Anexo N° 31** Cartilla de inspección de herramientas en el taller



**INSPECCION DE HERRAMIENTAS DEL TALLER DE ENLLANTE**

Fecha: \_\_\_\_\_ Guardia: \_\_\_\_\_ Mecánico responsable: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	ESTADO DE LA HERRAMIENTA	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	Pistola neumática encastre 1"			
2	Dado de impacto de 1 5/16" encastre de 1"			
3	Dado de impacto de 1 5/16" encastre de 1"			
4	Extensión de encastre de 1"			
5	Extensión de encastre de 1"			
6	Torquimetro			
7	Gata de 50 toneladas			
8	Gata de 50 toneladas			
9	Taco de seguridad			
1	Taco de seguridad			
10	Cono de seguridad			
12	Cono de seguridad			

- LEYENDA:**
- HN** = Herramienta nueva
  - HB** = Herramienta en buen estado
  - HR** = Herramienta en regular estado
  - NS** = Herramienta sucia
  - NC** = Herramienta en mal estado, necesita cambio
  - NE** = No se encontró herramienta

**Anexo N° 32** Cartilla de inspección de herramientas en el Volquete



**INSPECCION DE HERRAMIENTAS EN EL VOLQUETE**

Fecha: \_\_\_\_\_ Guardia: \_\_\_\_\_ Código Volquete: \_\_\_\_\_ Conductor responsable: \_\_\_\_\_

ITEM	DESCRIPCION	MARCA	ESTADO DE LA HERRAMIENTA	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	Llave de ruedas			
2	Extensión de encastre de 1"			
3	Gata de 50 toneladas			
4	Taco de seguridad			
5	Taco de seguridad			
6	Cono de seguridad			
7	Cono de seguridad			
8				
9				
10				
11				

- LEYENDA:**
- HN** = Herramienta nueva
  - HB** = Herramienta en buen estado
  - HR** = Herramienta en regular estado
  - NS** = Herramienta sucia
  - NC** = Herramienta en mal estado, necesita cambio
  - NE** = No se encontró herramienta



**Anexo N° 33 Autorización** de aplicación del instrumento por la autoridad



**COMPAÑÍA MINERA  
SAN IGNACIO DE MOROCOCHA S.A.**

Calle Manuel Gonzales Olaechea 448  
San Isidro, Lima 15047  
• Tel 51 (0)1 615 4400

Unidad Minera San Vicente, 07 de octubre del 2020

Señor.

**Sandro Augusto Aguilar Herrera**

Presente.

Mediante el presente documento, se hace constar que se le AUTORIZA la elaboración y desarrollo de su proyecto de investigación titulado: "Gestión de Mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA. Chanchamayo en período 2019-2020", tomando en consideración que toda información originada de esta sólo podrá ser utilizada y publicada con fines académicos, y del cual solicitamos nos haga llegar una copia impresa como aporte a la gestión del área que dirijo.

Sin más que indicar, quedo atento a los alcances, coordinaciones y otros previstos en el desarrollo de su investigación.

Atentamente

**Ing. Rodolfo Huamán Guadalupe**  
**Superintendente de Energía y Mantenimiento**

**Anexo N° 34** Validación Juicio de expertos

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS**

**DATOS GENERALES:**

Apellidos y nombres del especialista	Cargo e institución donde labora	Nombre del instrumento	Autor(a) del instrumento
Guevara Ramírez José A.	DOCENTE	Cuadro resumen de indicadores de mantenimiento	Sandro Augusto Aguilar Herrera
Titulo del estudio: Gestión de Mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA. Chanchamayo en periodo 2019-2020			

INDICADORES DE MANTENIMIENTO 2019 - 2020		Datos						
FLOTA	EQUIPOS	H.T.	H.R.	H.M.	D.M.	MTTR.	MTBF.	N.P.
Equipos de Acarreo - Camiones Volvo								
<b>Equipos de Acarreo - Camiones Volvo</b>								
<b>Total general</b>								

**LEYENDA**

- H.T. - HORAS TRABAJADAS
- H.R. - HORAS DE REPARACION
- H.M. - HORAS DE MANTENIMIENTO
- D.M. - DISPONIBILIDAD MECANICA
- MTTR. - TIEMPO MEDIO PARA LA REPARACION
- MTBF. - TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS
- N.P. - NÚMERO DE PARADAS

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de Indicadores			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los indicadores			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Trujillo 02 / 12 /2020	80396738		949685050
Lugar y fecha	DNI. N°	Firma y sello del experto	Teléfono

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS**

**DATOS GENERALES:**

Apellidos y nombres del especialista	Cargo e institución donde labora	Nombre del instrumento	Autor(a) del instrumento
Guevara Ramirez José A.	DOCENTE	Cuadro resumen de productividad	Sandro Augusto Aguilar Herrera
Titulo del estudio: Gestión de Mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA. Chanchamayo en período 2019-2020			

PRODUCTIVIDAD 2019 - 2020		Datos				
FLOTA	EQUIPOS	H.P.	H.D.	H.T.	H.R.	H.M.
Equipos de Acarreo - Camiones Volvo						
<b>Equipos de Acarreo - Camiones Volvo</b>						
<b>Total general</b>						

**LEYENDA**

H.P. - HORAS PROGRAMADAS

H.D. - HORAS DISPONIBLES

H.T. - HORAS TRABAJADAS

H.R. - HORAS DE REPARACION

H.M. - HORAS DE MANTENIMIENTO

Activz

Indicadores	Fórmulas	Resultados	Análisis
<b>Eficiencia</b>	$\frac{\text{Horas Disponibles}}{\text{Horas Programadas}}$		
<b>Eficacia</b>	$\frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Disponibles}}$		
<b>Productividad</b>	$\frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Programadas}}$		

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
<b>Congruencia de indicadores</b>			X	
<b>Amplitud de contenido</b>			X	
<b>Redacción de los Indicadores</b>			X	
<b>Claridad y precisión</b>			X	
<b>Pertinencia</b>			X	

Trujillo 02 / 12 /2020	80396738		949685050
Lugar y fecha	DNI. N°	Firma y sello del experto	Teléfono

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS**

**DATOS GENERALES:**

Apellidos y nombres del especialista	Cargo e institución donde labora	Nombre del instrumento	Autor(a) del instrumento
Villena Zapata Luigi <del>Ujoka</del>	Docente UCV	Cuadro resumen de indicadores de mantenimiento	Sandro Augusto Aguilar Herrera
Título del estudio: Gestión de Mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA. Chanchamayo en periodo 2019-2020			

INDICADORES DE MANTENIMIENTO 2019 - 2020		Datos						
FLOTA	EQUIPOS	H.T.	H.R.	H.M.	D.M.	MTTR.	MTBF.	N.P.
Equipos de Acarreo - Camiones Volvo								
Equipos de Acarreo - Camiones Volvo								
Total general								

**LEYENDA**

H.T. - HORAS TRABAJADAS

H.R. - HORAS DE REPARACION

H.M. - HORAS DE MANTENIMIENTO


D.M. - DISPONIBILIDAD MECANICA

MTTR. - TIEMPO MEDIO PARA LA REPARACION

MTBF. - TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

N.P. - NÚMERO DE PARADAS

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
<b>Congruencia de Indicadores</b>			X	
<b>Amplitud de contenido</b>			X	
<b>Redacción de los indicadores</b>			X	
<b>Claridad y precisión</b>			X	
<b>Pertinencia</b>			X	

Trujillo 02 / 12 / 2020	43799760		944679666
Lugar y fecha	DNI. N°	Firma y sello del experto	Teléfono

**VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS**

**DATOS GENERALES:**

Apellidos y nombres del especialista	Cargo e institución donde labora	Nombre del instrumento	Autor(a) del instrumento
Villena Zapata Luigi Italo	Docente UCV	Cuadro resumen de productividad	Sandro Augusto Aguilar Herrera
Titulo del estudio: Gestión de Mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA. Chanchamayo en periodo 2019-2020			

PRODUCTIVIDAD 2019 - 2020		Datos				
FLOTA	EQUIPOS	H.P.	H.D.	H.T.	H.R.	H.M.
Equipos de Acarreo - Camiones Volvo						
<b>Equipos de Acarreo - Camiones Volvo</b>						
<b>Total general</b>						

**LEYENDA**

**H.P.** - HORAS PROGRAMADAS

**H.D.** - HORAS DISPONIBLES

**H.T.** - HORAS TRABAJADAS

**H.R.** - HORAS DE REPARACION


**H.M.** - HORAS DE MANTENIMIENTO

Act  
Ve a



Indicadores	Fórmulas	Resultados	Análisis
Eficiencia	$\frac{\text{Horas Disponibles}}{\text{Horas Programadas}}$		
Eficacia	$\frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Disponibles}}$		
Productividad	$\frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Programadas}}$		

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de Indicadores			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los Indicadores			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

Trujillo 02 / 12 / 2020	43799760		944679666
Lugar y fecha	DNI. N°	Firma y sello del experto	Teléfono

**VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS**

**DATOS GENERALES:**

Apellidos y nombres del especialista	Cargo e institución donde labora	Nombre del instrumento	Autor(a) del instrumento
Bazán Silva Victor Hugo	Economista- Docente UCV	Cuadro resumen de indicadores de mantenimiento	Sandro Augusto Aguilar Herrera
Titulo del estudio: Gestión de Mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA. Chanchamayo en periodo 2019-2020			

INDICADORES DE MANTENIMIENTO 2019 - 2020	Datos							
FLOTA	EQUIPOS	H.T.	H.R.	H.M.	D.M.	MTTR.	MTBF.	N.P.
Equipos de Acarreo - Camiones Volvo								
<b>Equipos de Acarreo - Camiones Volvo</b>								
<b>Total general</b>								

**LEYENDA**

H.T. - HORAS TRABAJADAS

H.R. - HORAS DE REPARACION

H.M. - HORAS DE MANTENIMIENTO


D.M. - DISPONIBILIDAD MECANICA

MTTR. - TIEMPO MEDIO PARA LA REPARACION

MTBF. - TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS

N.P. - NÚMERO DE PARADAS

	<b>Deficiente</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>
<b>Congruencia de Indicadores</b>			X	
<b>Amplitud de contenido</b>			X	
<b>Redacción de los indicadores</b>			X	
<b>Claridad y precisión</b>			X	
<b>Pertinencia</b>			X	

Trujillo 2 / 12 / 2020	18132936		949186302
Lugar y fecha	DNI. N°	Firma y sello del experto	Teléfono

**VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACION MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS**

**DATOS GENERALES:**

Apellidos y nombres del especialista	Cargo e institución donde labora	Nombre del instrumento	Autor(a) del instrumento
Bazán Silva Victor Hugo	Economista- Docente UCV	Cuadro resumen de productividad	Sandro Augusto Aguilar Herrera
Título del estudio: Gestión de Mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA. Chanchamayo en periodo 2019-2020			

PRODUCTIVIDAD 2019 - 2020		Datos				
FLOTA	EQUIPOS	H.P.	H.D.	H.T.	H.R.	H.M.
Equipos de Acarreo - Camiones Volvo						
<b>Equipos de Acarreo - Camiones Volvo</b>						
<b>Total general</b>						

**LEYENDA**

**H.P.** - HORAS PROGRAMADAS

**H.D.** - HORAS DISPONIBLES

**H.T.** - HORAS TRABAJADAS

**H.R.** - HORAS DE REPARACION

**H.M.** - HORAS DE MANTENIMIENTO

Indicadores	Fórmulas	Resultados	Análisis
Eficiencia	$\frac{\text{Horas Disponibles}}{\text{Horas Programadas}}$		
Eficacia	$\frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Disponibles}}$		
Productividad	$\frac{\text{Horas Trabajadas}}{\text{Horas Programadas}}$		

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de Indicadores			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los Indicadores			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

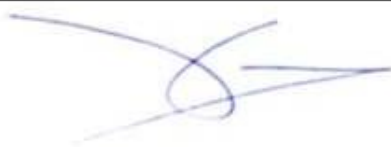
Trujillo 2 / 12 / 2020	18132936		949186302
Lugar y fecha	DNI. N°	Firma y sello del experto	Teléfono



Figura 7.1. Máquina de enllante (o enllantadora).



Figura 7.2. Jaula de inflado de llantas.



Figura 8.1. Llanta Caminera (delantera) 1200 x 20 y de Tracción (posterior) 1200 x 20.



Figura 8.2. Herramientas básicas para cambio de llantas.



## Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, Aguilar Herrera Sandro Augusto, egresado de la Escuela Profesional de Administración, Programa Académico Taller de Elaboración de Tesis de la Universidad César Vallejo (Sede San Juan de Lurigancho), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:

“Gestión de Mantenimiento de Equipos y Productividad de la flota de acarreo en SIMSA. Chanchamayo en período 2019-2020”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha,

Aguilar Herrera, Sandro Augusto	
DNI: 09004187	Firma 
ORCID: 0000-0002-5483-6263	