



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Aplicación de TPM para incrementar la eficiencia global de
los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú
S.A.- 2021”**

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

AUTOR:

Br. Angeles Liñan, Jhonnatan Alexander (ORCID: 0000-0002-7289-2381)

ASESOR:

Mgr. Ramos Harada, Freddy Armado (ORCID: 0000-0002-3619-5140)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

CHIMBOTE – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi familia: Luisa, Mathias, Samir, Elias y Gaby por siempre brindarme su amor y apoyo incondicional que me ha servido para poder enfocarme en mis metas tanto personales como profesionales y así lograr superarme.

Agradecimiento

A Dios por brindar vida y salud tanto a mi persona como a mi entorno máspreciado.

A mi padre por darme la guía necesaria para seguir con mis metas.

A mi madre por darme por darme aliento cuando más lo necesitaba.

A mi esposa e hijos por darme su apoyo y amor incondicional.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenidos.....	iii
Índice de tablas.....	iv
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCOTEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	17
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN.....	66
VI. CONCLUSIONES.....	69
VII. RECOMENDACIONES.....	71
VIII. REFERENCIAS.....	73

Índice de tablas

Tabla N° 01: Tabla de Pareto de los problemas de la organización SKF.....	3
Tabla N° 02: Resultados de la disponibilidad de los camiones lubricadores antes de la aplicación del TPM:	33
Tabla N° 03: Resultados del rendimiento de los camiones lubricadores antes de la aplicación del TPM:	34
Tabla N° 04: Resultados de la calidad de los camiones lubricadores antes de la aplicación del TPM:	35
Tabla N° 05: Resultados de la OEE antes del desarrollo del TPM:.....	36
Tabla N° 06: Plan de acción de programa TPM	37
Tabla N° 07: Cartilla de Mantenimiento autónomo de inicio / fin de turno	38
Tabla N° 08: Cartilla de Mantenimiento autónomo después de cada intervención	40
Tabla N° 09: Control de mantenimiento programado	41
Tabla N° 10: Resultados de la disponibilidad de los camiones lubricadores después de la aplicación del TPM:.....	44
Tabla N° 11: Resultados del rendimiento de los camiones lubricadores después del desarrollo del TPM:	45
Tabla N° 12: Resultados de la calidad de los camiones lubricadores después de la aplicación del TPM:	46
Tabla N° 13: Resultados de la OEE después del desarrollo del TPM:	47
Tabla N° 14: Cobro por servicio de camiones lubricadores – SKF del Perú S.A.C.	48
Tabla N° 15: Relación costo/beneficio del proyecto TPM.....	48
Tabla N° 16: Análisis descriptivo del antes y después de la implantación del TPM - Disponibilidad.	49
Tabla N° 17: Análisis descriptivo del antes y después de la implantación del TPM - Índice de rendimiento.	51
Tabla N° 18: Análisis descriptivo del antes y después de la implantación del TPM - Índice de calidad.	53

Tabla N° 19: Análisis descriptivo del antes y después de la implantación del TPM – OEE.....	54
Tabla N° 20: Prueba de normalidad de la OEE	56
Tabla N° 21: Comparación de la media de la OEE	57
Tabla N° 22: Prueba de T Student de la eficiencia global de los equipos (OEE) .	57
Tabla N° 23: Prueba de normalidad de la disponibilidad.....	58
Tabla N° 24: Comparación de la media de la disponibilidad	59
Tabla N° 25: Prueba de rangos con signo de wilcoxon - Disponibilidad.....	59
Tabla N° 26: Prueba de Wilcoxon de la disponibilidad.....	60
Tabla N° 27: Prueba de normalidad del rendimiento.....	61
Tabla N°28: Comparación de la media del rendimiento	61
Tabla N° 29: Prueba de T-Student del rendimiento.....	62
Tabla N° 30: Prueba de normalidad de la calidad	63
Tabla N° 31: Comparación de la media de la calidad.....	64
Tabla N° 32: Prueba de rangos con signo de wilcoxon - Calidad.....	64
Tabla N° N° 33: Prueba de Wilcoxon de la calidad	65

Índice de gráficos y figuras

Figura N° 01: Diagrama de Ishikawa de los problemas de la empresa SKF del Perú S.A. - 2021	3
Figura N° 02: Diagrama de Pareto de los problemas de la organización SKF	4
Figura N° 03: Pilares del Mantenimiento Productivo Total	12
Figura N° 04: Cálculo de confiabilidad	14
Figura N° 05: Cálculo de disponibilidad.....	14
Figura N° 06: Cálculo de MTBF.....	15
Figura N° 07: Cálculo de MTTR	15
Figura N° 08: Ejemplo de Orden de Trabajo	16
Figura N° 09: Doce etapas para la aplicación de un programa de TPM.....	23
Figura N° 10: Diagrama de Gantt: Implementación de TPM	28
Figura N° 11: Reunión con dirección de la empresa para implementar TPM.....	29
Figura N° 12: Planeamiento estratégico.....	30
Figura N° 13: Estructura de planeamiento estratégico	30
Figura N° 14: Presentación de introducción al TPM.....	31
Figura N° 15: Estructura de trabajo en SKF – contrato de lubricación	32
Figura N° 16: Tareas asociadas por PM	42
Gráfica N° 01: Pre-test y post-test de la disponibilidad	49
Gráfica N° 02: Pre-test y post-test del índice de rendimiento.....	51
Gráfica N° 03: Pre-test y post-test del índice de calidad	52
Gráfica N° 04: Pre-test y post-test de la OEE	54

Resumen

En la siguiente investigación titulada Aplicación de TPM para incrementar la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021, con el objetivo principal fue establecer cómo la aplicación del TPM incrementa la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021, contrato de lubricación ubicado en Huari.

La variable independiente utilizada fue el TPM, el cual se trabajó con las dimensiones de auto-mantenimiento y Mantenimiento planeado, y la variable dependiente fue la eficiencia global de los equipos (OEE) con las dimensiones de disponibilidad, rendimiento y calidad.

Para el proyecto se hizo un estudio pre-experimental, longitudinal con un enfoque cuantitativo, el cual se realizó en un tiempo de 24 semanas (12 semanas antes y 12 semanas después de la aplicación del TPM).

Los resultados calculados determinaron que las dimensiones del TPM mejorarán la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021, teniendo como resultado una mejora de la OEE de un 39.61% a un 55.53%, logrando un incremento de 15.92%. En la disponibilidad se tuvo una mejora de un 90.31% a un 94.07%, logrando un incremento de 3.76%. En el rendimiento se tuvo una mejora de un 71.18% a un 88.76%, logrando una mejora de 17.58% y en la calidad se tuvo una mejora de un 61.68% a un 66.50% logrando una mejora de 4.82%.

Palabras claves: Eficiencia Global de Equipos (OEE), Mantenimiento Productivo Total (TPM), Rendimiento, Disponibilidad y Calidad.

Abstract

The present research Work titled Application of TPM to increase the overall efficiency of the volvo lubricator trucks of the company SKF del Perú S.A.-2021, Had as main objective to determine how the application of the TPM increases the overall efficiency of the volvo lubricator trucks of the company SKF del Perú S.A.-2021, lubrication contract located in Huari.

The independent variable used was the TPM, which was worked with the dimensions of the Autonomous Maintenance and planned Maintenance, and the dependent variable was the overall efficiency of the equipment (OEE), with the dimension of availability, performance, and quality.

For the project, a longitudinal, pre-experimental study with a quantitative approach was carried out, which was carried out in a period of 24 weeks (12 weeks before the application of the improvement and 12 weeks after the application of the TPM).

In the results obtained, it was determined that the dimensions of the TPM will improve the overall efficiency of the equipments of the company SKF del Perú S.A.-2021, resulting in an improvement in OEE from 39.61% to 55.53%, achieving an increase of 15.92%. In availability there was an improvement from 90.31% to 94.07%, achieving an increase of 3.76%. In performance there was an improvement from 71.18% to 88.76%, achieving an improvement of 17.58% and in quality there was an improvement from 61.68% to 66.50% achieving an improvement of 4.82%.

Keywords: Total productive maintenance (TPM), Overall equipment efficiency, Availability, Performance and Quality.

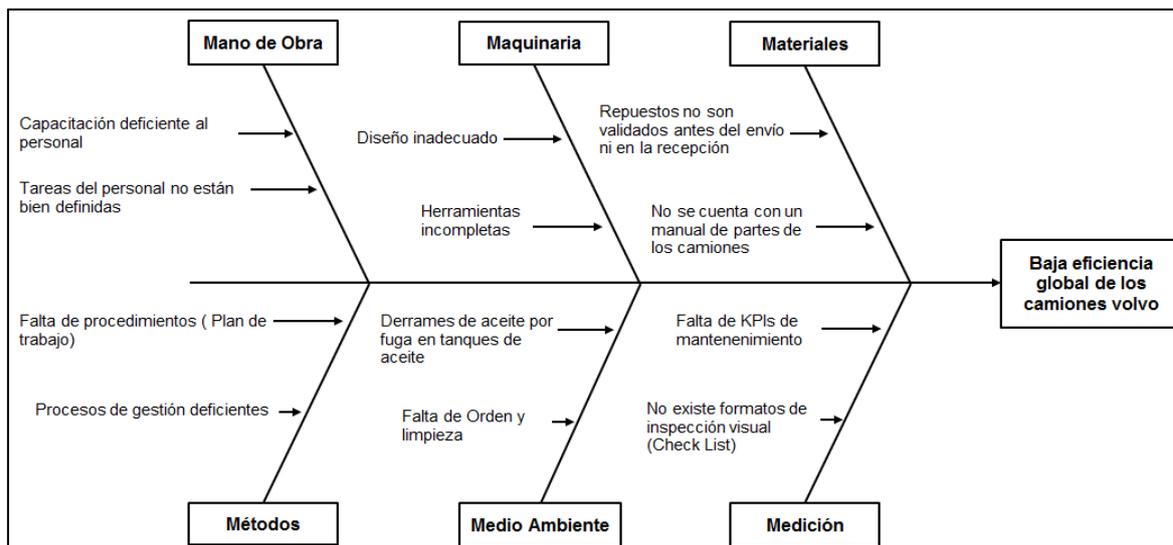
I. INTRODUCCIÓN

Según el ICSG (2021), Grupo Internacional de estudio del Cobre, la producción de cobre incrementará en un 3.5% para el 2021 y en un 3.7% para el 2022 llegando a tener excedentes de hasta 110 000 Toneladas para el 2022 según su pronóstico, lo que actualmente brinda oportunidades para el sector de servicios dentro del rubro de la minería, lo que se vio reflejado en un aumento del 5,85% en cuanto al mes de mayo del año anterior según la INEI (2021). Sin embargo, estas circunstancias no garantizan que las empresas mantengan brindado sus servicios de forma continua debido a que muchas de estas no son vistas como competitivas, hecho señalado por John Panzer (2015), funcionario del banco mundial, quien según un estudio realizado por el BM indica que en el sector de servicios existen organizaciones que no son eficientes pero que logran crecer más que los otros sectores sin llegar a ser competitivos, lo que implica que muchas de estas empresas no invierten recursos en sus procesos de gestión.

Siendo el caso de SKF del Perú, organización que se dedica a la venta de rodamientos y de soluciones integrales asociadas al mantenimiento de estas (lubricación), que actualmente cuenta con un contrato en el distrito de San Marcos en el cual debe abastecer lubricantes, entiéndase como aceites y grasas a una flota de equipos móviles (equipos mineros: camiones de acarreo, palas, perforadoras y equipos auxiliares); para lo cual la empresa cuenta con cinco camiones lubricadores, los cuales cuentan con más de un año de funcionamiento. Los camiones lubricadores durante los últimos meses han presentado fallas recurrentes debido a que el área de mantenimiento no se encuentra bien implementado, observándose dentro de ello lo siguiente: no se cuenta con un plan de trabajo definido, el personal no cuenta con las herramientas correctas para las tareas, no se cuenta con un manual de partes de los camiones, no se lleva un adecuado control de los trabajos realizados a los camiones ni el tiempo que estos toman, existen confusiones en los pedidos de repuestos y durante los PM no se generan ordenes de trabajo a futuro para correctivos programados, lo que genera paradas no programadas, retrasos por falta de repuestos y por consiguiente baja disponibilidad que afecta directamente a la OEE.

Se revisarán los datos otorgados por la organización para poder determinar el diagnostico actual de los camiones lubricadores y la problemática que afecta su eficiencia global lo cual se analizará a través del análisis de Ishikawa.

Figura N° 01: Diagrama de Ishikawa de los problemas de la empresa SKF del Perú S.A. - 2021



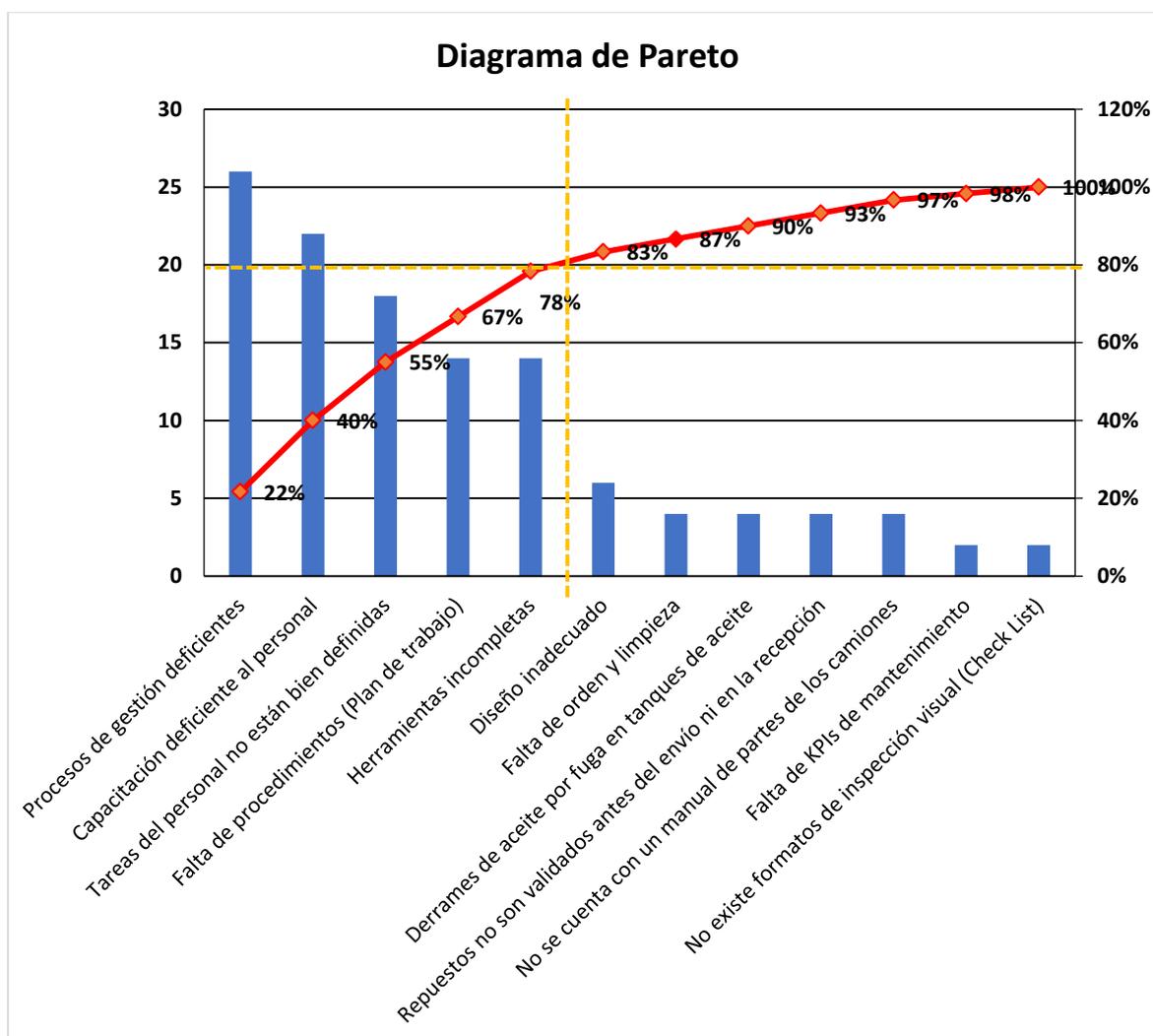
Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 01: Tabla de Pareto de los problemas de la organización SKF.

Causas de baja eficiencia global de los camiones Volvo	Incidencias	Acumulado	% Individual	% Acumulado
Procesos de gestión deficientes	26	26	22%	22%
Capacitación deficiente al personal	22	48	18%	40%
Tareas del personal no están bien definidas	18	66	15%	55%
Falta de procedimientos (Plan de trabajo)	14	80	12%	67%
Herramientas incompletas	14	94	12%	78%
Diseño inadecuado	6	100	5%	83%
Falta de orden y limpieza	4	104	3%	87%
Derrames de aceite por fuga en tanques de aceite	4	108	3%	90%
Repuestos no son validados antes del envío ni en la recepción	4	112	3%	93%
No se cuenta con un manual de partes de los camiones	4	116	3%	97%
Falta de KPIs de mantenimiento	2	118	2%	98%
No existe formatos de inspección visual (Check List)	2	120	2%	100%
Total	120		100%	

Fuente: Hecho por autor

Figura N° 02: Diagrama de Pareto de los problemas de la organización SKF



Fuente: Hecho por autor

Se concluye con lo descrito que el título de la investigación será: Aplicación de TPM para incrementar la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Según lo determinado el presente proyecto se plantea como **problema general**: ¿Cómo la aplicación del TPM incrementará la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021?, y como **problemas específicos**: ¿Cómo la aplicación del TPM incrementará la disponibilidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021?, ¿Cómo la aplicación del TPM incrementará rendimiento de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021? Y ¿Cómo la aplicación del TPM

incrementará la calidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021?

Asimismo, la presente investigación debe realizarse ya que se justifica bajo 3 aspectos: **La justificación económica** debido a que al implementar el TPM se reducirán los costos por mantenimiento correctivos y se incrementará la disponibilidad de los equipos, que es el indicador para efectuar el cobro del servicio brindado; **La justificación práctica** se debe a que se requiere incrementar la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A. para cual se aplicará el TPM. Por último, **La justificación social** se obtendrá con las mejoras que tendrá la empresa SKF del Perú S.A. en el área de mantenimiento y generando un mejor clima laboral, a la vez que genera más oportunidades de empleo y capacitaciones para el personal.

La siguiente investigación tiene 2 variables, en el cual se implementará el TPM para incrementar la eficiencia global de los equipos (OEE), por ello se tiene la siguiente **hipótesis general**: La aplicación del TPM incrementa la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021. Y como **hipótesis específicas**: La aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021, La aplicación del TPM incrementa el rendimiento de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021 y a la vez la aplicación del TPM incrementa la calidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Por último, el presente proyecto se traza como **objetivo general**: Determinar cómo la aplicación del TPM incrementa la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021. Y como **Objetivos específicos**: Determinar cómo la aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021, determinar cómo la aplicación del TPM incrementa el rendimiento de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021 y a la vez determinar cómo la aplicación del TPM incrementa la calidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

II. MARCOTEÓRICO

El siguiente proyecto de investigación revisó los siguientes antecedentes nacionales e internacionales como guías para su elaboración. Dentro de los **antecedentes nacionales** se muestran los siguientes proyectos:

Según Reyes (2019) en su tesis “Aplicación del sistema TPM para incrementar la eficiencia global de los equipos en la empresa Servicios Integrales Diésel S.A.C., Lima-2019”, cuyo objetivo fue revisar cómo la aplicación del sistema de TPM mejora la eficacia global de los equipos en la empresa Servicios Integrales Diésel S.A.C., Lima-2019. La metodología usada en esta tesis fue una investigación aplicada con un nivel descriptivo y explicativo, con un enfoque cuantitativo y con un diseño de investigación pre-experimental y con un alcance longitudinal. La población utilizada fue de 6 meses de datos cuantitativos del área de mantenimiento con una muestra de 6 meses seleccionados por conveniencia. Los resultados obtenidos fueron incrementos del 11.50%, 11.58%, 12.17% y 10.5% de la eficiencia global de los equipos, disponibilidad, rendimiento y calidad respectivamente. Las conclusiones obtenidas fueron que se aceptan las hipótesis respecto al incremento de la eficiencia global de los equipos, disponibilidad, rendimiento y calidad con la aplicación del TPM.

Según Seminario (2017) en su tesis “Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica, Lima – Perú 2017”, cuyo objetivo fue determinar de qué manera la implementación del mantenimiento productivo (TPM) incrementa la eficiencia en las máquinas CNC de una empresa metal mecánica, Lima-Perú2017. La metodología usada en esta tesis fue una investigación aplicada con un nivel descriptivo y explicativo, con un enfoque cuantitativo y con un diseño de investigación cuasi-experimental y con un alcance longitudinal. La población utilizada fueron los registros de los factores de OEE de 20 semanas antes y después de 02 máquinas CNC con una muestra igual a la población seleccionada por conveniencia del investigador. Los resultados obtenidos fueron incrementos del 19.92%, 9.57%, 12.74% y 6.25% de la eficiencia global de los equipos, disponibilidad, efectividad y calidad respectivamente. Las conclusiones obtenidas fueron que se aceptan las hipótesis respecto al incremento de la eficiencia global de los equipos, disponibilidad, efectividad y calidad con la aplicación del TPM.

Según La Jara (2018) en su tesis “Aplicación del TPM para mejorar la eficiencia global de los equipos, en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, Cercado, 2018”, cuyo objetivo fue determinar como la aplicación del TPM mejora la eficiencia global de los equipos en una fábrica de alimentos en el área de hojalatería, cercado, 2018. La metodología usada en esta tesis fue una investigación aplicada con un nivel descriptivo y explicativo, con un enfoque cuantitativo y con un diseño de investigación pre-experimental y con un alcance longitudinal. La población utilizada fueron los registros de producción de 78 días antes y después de la línea de envase con una muestra igual a la población seleccionada por conveniencia del investigador. Los resultados obtenidos fueron incrementos del 15.34%, 10% y 9% de la eficiencia global de los equipos, disponibilidad y rendimiento, en cuanto a la calidad esta se mantuvo. Las conclusiones obtenidas fueron que se aceptan las hipótesis respecto al incremento de la eficiencia global de los equipos, disponibilidad y rendimiento, en cuanto a la calidad esta no se vio afectada por la aplicación del TPM.

Según Alvino (2017) en su tesis “Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorarla eficiencia global de los equipos SEYDEL en el área TOPS de la empresa sudamericana de fibras S.A., Callao, 2017”, cuyo objetivo fue determinar cómo la aplicación del mantenimiento productivo total mejorará la eficiencia global de los equipos SEYDEL en el área TOPS de la empresa sudamericana de fibras S.A. Callao, 2017. La metodología usada en esta tesis fue una investigación aplicada con un nivel descriptivo y explicativo, con un enfoque cuantitativo y con un diseño de investigación cuasi-experimental y con un alcance longitudinal. La población utilizada fueron los datos de producción de 6 meses antes y después de que se introdujeran las variables de control con una muestra igual a la población seleccionada por conveniencia del investigador. Los resultados obtenidos fueron incrementos del 24.40%, 14.46%, 17.29% y 1.42% de la eficiencia global de los equipos, disponibilidad, rendimiento y calidad respectivamente. Las conclusiones obtenidas fueron que se aceptan las hipótesis respecto al incremento de la eficiencia global de los equipos, disponibilidad, rendimiento y calidad con la aplicación del TPM.

Según Gaspar y More (2019) en su tesis “Mantenimiento productivo total para mejorar la eficiencia en la línea de producción de la empresa Panda S.A.C., Ate, 2019.”, cuyo objetivo fue determinar como la aplicación del mantenimiento productivo mejora la eficiencia en la línea de producción de la empresa Panda S.A.C., Ate, 2019. La metodología usada en esta tesis fue una investigación aplicada con un nivel descriptivo y explicativo, con un enfoque cuantitativo, con un diseño de investigación pre-experimental y con un alcance longitudinal. La población utilizada fueron las operaciones realizadas por los equipos durante 90 días con una muestra de 69 días. Los resultados obtenidos fueron incrementos del 29%, 8.39%, 20% y 7% de la eficiencia global de los equipos, disponibilidad, rendimiento y calidad respectivamente. Las conclusiones obtenidas fueron que se aceptan las hipótesis respecto al incremento de la eficiencia global de los equipos, disponibilidad, rendimiento y calidad con la aplicación del TPM.

Dentro de los **antecedentes internacionales** se muestran los siguientes proyectos:

Según Collaguazo y Pullotasig (2018) en su tesis “Diseño de un sistema de mejora continua mediante la filosofía del mantenimiento productivo total (TPM) en la empresa INDUACERO CÍA. LTDA.”, cuyo objetivo fue desarrollar un sistema de mejora continuo bajo la filosofía del mantenimiento productivo total (TPM) para aumentar la eficiencia global de los equipos en la empresa INDUACERO Cía. Ltda. La metodología usada en esta tesis fue una investigación aplicada con un nivel descriptivo y explicativo, con un enfoque cuantitativo, con un diseño de investigación pre-experimental y con un alcance longitudinal. La población utilizada fue 33 personas con una muestra igual a la población seleccionada por conveniencia. El resultado obtenido fue un incremento del 11% de la eficiencia global de los equipos.

According to Rashid (2016) in his thesis “Productivity and quality enhancement through implementation of total productive maintenance (TPM) in a manufacturing plant”, whose objective was to improve current machine maintenance practices and its impact on equipment effectiveness, output product quality and quantity. The methodology used in this thesis was an investigation applied with a descriptive and explanatory level, with a quantitative approach, with a pre-

experimental research design and with a longitudinal scope. The population used were 8 months of OEE factor records with a sample equal to the population. The results obtained were increments of 8.5%, 8.1% and 11.65% of availability, performance, and overall equipment effectiveness respectively.

According to Hosen (2016) in his thesis “Improvement of Overall Equipment Efficiency (OEE) of rising frame section of a spinning Mill”, whose objective was improving the oee of ring frame section. The methodology used in this thesis was an investigation applied with a descriptive and explanatory level, with a quantitative approach, with a pre-experimental research design and with a longitudinal scope. The population used were 10 days of oee factor records with a sample equal to the population. The results obtained were increments of 11.11%, 3.29%, 7.47% and 1.73% of overall equipment effectiveness, availability, performance, and quality respectively.

According to Gunawan (2018) in his thesis “Improvement of overall equipment effectiveness (OEE) in rotocasting process of PT RTC using total productive maintenance (TPM) approach”, whose objective was to find the improvements for OEE performance. The methodology used in this thesis was an investigation applied with a descriptive and explanatory level, with a quantitative approach, with a pre-experimental research design and with a longitudinal scope. The population used were the 3 months of oee factor records with a sample equal to the population. The results obtained were increments of 26.9%, 9.33%, 14% and 7% of overall equipment effectiveness, availability, performance, and quality respectively.

According to Chetankumar (2017) in his thesis “Improvement in overall equipment effectiveness (OEE) in pharmaceutical company”, whose objective was to improve performance and overall equipment effectiveness. The methodology used in this thesis was an investigation applied with a descriptive and explanatory level, with a quantitative approach, with a pre-experimental research design and with a longitudinal scope. The population used were the 8 months of oee factor records with a sample equal to the population. The results obtained were increments of 5.52%, 3.49% and 3.13% of overall equipment effectiveness, availability, and performance respectively.

El mantenimiento productivo total (TPM), está basado en 6 pilares para su aplicación:

El primer pilar es la **aplicación del auto mantenimiento (AM)**, estrategia de mantenimiento que emplea a los operadores de los equipos en el proceso de mantenimiento de los equipos que operan. En el auto mantenimiento los operadores de los equipos realizan actividades básicas de mantenimiento como: limpiar, monitorear, ajustar, lubricar, etc. A diferencia de otros métodos donde el personal técnico se encarga de realizar dichas tareas, en este caso los operadores de los equipos realizan las actividades en lugar de esperar que lo haga el técnico de mantenimiento. (Christiansen, 2020).

El segundo pilar es la **aplicación del mantenimiento programado**, es un mantenimiento aplicado bajo frecuencias determinadas por ciertos criterios con el propósito de reducir la probabilidad de falla o degradación del Equipo. En el mantenimiento programado es una actividad que consume gran parte del tiempo del planificador o personal encargado de la actividad debido a la gran cantidad de tareas por programar y las consideraciones que se deben tener en cuenta para su ejecución como: la instrucción del personal técnico, la disponibilidad de repuestos para la ejecución de las tareas, el tiempo de ejecución, etc. (Senra, Lopes, & Oliveira, 2017).

El tercer pilar es el **mantenimiento de la calidad**, el cual tiene como objetivo asegurar condiciones de cero defectos, mediante el entendimiento y control de las interacciones del proceso entre trabajadores, materiales, máquinas y métodos (4Ms) donde podrían generarse los defectos. La clave de este mantenimiento es evitar que se generen defectos en lugar de instalar rigurosos sistemas de inspección para detectar la falla después de generada. (Jasiulewicz-Kaczmarek, 2017).

El cuarto pilar es **crear los grupos de fiabilización y mejorar los estándares**, se refiere a una metodología cuyo objetivo es reducir pérdidas en los procesos a través de los grupos multidisciplinarios interrelacionados. (Keisen, 2019).

El quinto pilar es **facilitar el mantenimiento preventivo en nuevos equipos**, se refiere a un mantenimiento sistemático y condicional en base a una frecuencia de intervenciones con el objetivo de anticiparse a las fallas. (Mothes, 2017).

El Sexto pilar es **el establecimiento de una buena gestión de competencias sobre los puestos laborales**, para reducir la brecha de conocimientos y habilidades a través de la capacitación de todos los colaboradores y así puedan resolver los problemas dentro de la organización. (Adesta, Prabowo, & Agusman, 2018).

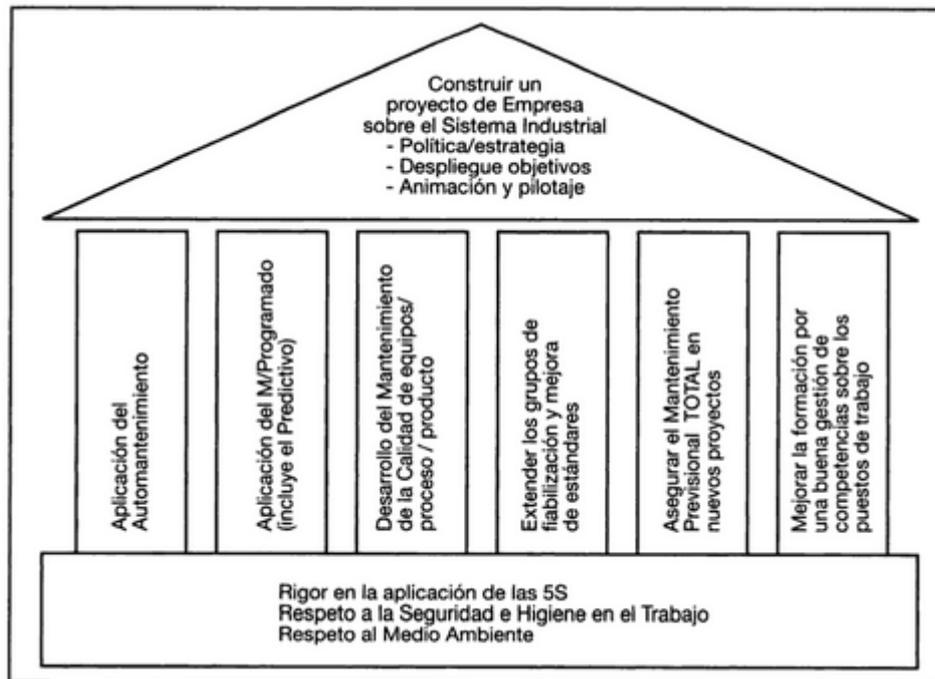


Figura N° 03: Pilares del Mantenimiento Productivo Total

Fuente: (Rey, 2002)

Asimismo, el TPM cuenta con la implementación de las 5S, seguridad, higiene en el trabajo y respeto al medio ambiente como cimientos dentro de su estructura:

Seiri (Selección), etapa en la que se clasifica, transfiere y almacenan materiales, insumos, mercadería que son necesarios o no, para la actividad de producción en el área de trabajo. La implementación de Seiri implica un proceso en el que se eligen que ítems no será usados y por lo tanto eliminados y que ítems será utilizados nuevamente para la producción. (Rizkya, Syahputri, Sari, & Siregar, 2019).

Seiton (Orden), etapa en la que las mercancías son almacenadas en el lugar correcto o en la distribución correcta considerando los aspectos de calidad, seguridad y eficacia de modo que puedan utilizarse de forma repentina. Esto sirve para eliminar los tiempos muertos generados por la búsqueda de mercancías y a la vez que mejora la presentación de los ambientes de trabajo. (Zuniawan, y otros, 2020).

Seiso (Limpieza), principio de las 5S centrado en la limpieza del área de trabajo que de implementarse de forma correcta crea un efecto de confortabilidad para los trabajadores. (Khoryanton, Harmanto, & Gunawan, 2021)

Seiketsu (Estandarizar), es la forma más importante de garantizar resultados logrados mediante la aplicación secuencial y continua de los 3 principios de las 5S (Seiton, Seiso y Seiri). El objetivo de la estandarización es lograr la

continuidad de un entorno seguro, organizado y un ambiente comfortable. (Rizkya, Hidayati, Sari, & Tarigan, 2019)

Shitsuke (Disciplina), este principio está basado en la habituación de repetir los trabajos para que vuelvan parte natural de la persona, implica cambiar los malos hábitos y cambiarlos por bueno, requiere establecer reglas en la que todo el personal esté involucrado. (Anggarini, 2020)

Decoro a la **higiene en el trabajo y seguridad** basado en crear un área de trabajo seguro y áreas cercanas que no se vean dañadas por los procesos de trabajo de la empresa. (Saha, Mohammad, & Kumer, 2017).

Respeto al **medio ambiente** basado en crear un lugar de trabajo seguro con el objetivo de lograr cero accidentes. (Ihueze & Igbokwe, 2018).

A continuación, se detallan los tipos de mantenimiento:

El **mantenimiento correctivo** se refiere a todas las tareas requeridas para corregir la falla de un equipo. Centrándose en devolver el equipo a la producción en el tiempo más corto posible. (Vathoopan, Johny, Zoitl, & Knoll, 2018).

El **mantenimiento correctivo programado** se da cuando se produce la caída de rendimiento de un equipo, por lo tanto, su intervención no es de emergencia y puede ser programada. Sin embargo, el equipo trabajará con un rendimiento menor hasta su corrección. (Aner, 2020).

El **mantenimiento correctivo no programado** es el que se ejecuta de manera inmediata, esta se genera cuando se produce una rotura o una falla inesperada en el equipo. (Mejia, 2020).

El **mantenimiento preventivo** se refiere a intervenciones bajo una frecuencia determinada basadas en información de los equipos provenientes de los proveedores y de la experiencia adquirida del personal mantenedor. (Vilarinho, Lopes, & Olivera, 2017).

El **mantenimiento predictivo** es un mantenimiento que optimiza la compensación entre mantenimiento, rendimiento, incremento de la disponibilidad y confiabilidad, el cual mide productividad y la vida útil que resta para programar su corrección antes de que ocurra una falla. (Sakib & Wuest, 2018).

El **mantenimiento proactivo** es una estrategia que busca reparar las causas elementales de las fallas y así evitar las paradas causadas por las condiciones subyacentes al equipo, el objetivo de este mantenimiento es observar las fallas de

los equipos como algo que se puede prever y deshacer antes de que de desarrolle. (Accelix, 2018)

A continuación, se describen definiciones de conceptos relacionados al proyecto:

Confiabilidad: Confianza de que un elemento, equipo o sistema realice su función primaria durante un tiempo determinado y bajo condiciones estándares. (Braglia, Castellano, & Gallo, 2019).

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (1)$$

Donde:

R(t): Confiabilidad de un equipo en un tiempo t dado

e: constante Neperiana (e=2.303..)

λ : Tasa de fallas (número total de fallas por período de operación)

t: tiempo

Figura N° 04: Cálculo de confiabilidad

Fuente: (Mesa, 2006)

Disponibilidad: Reacción de que un elemento, equipo o sistema que paso por mantenimiento realice sus operaciones adecuadamente en un tiempo establecido. (Sajaradj, Nurul, & Sinulingga, 2019)

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$$

Dónde:

MTBF=Tiempo medio entre fallas

MTTR=Tiempo medio para reparar

Figura N° 05: Cálculo de disponibilidad

Fuente: (Sobrino, 2017)

Tiempo medio entre fallas (TMEF/MTBF): KPI que mide el tiempo medio en el que un equipo trabaja a su capacidad sin mostrar fallas dentro de un periodo determinado. (Lin & Chen, 2021)

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

Figura N° 06: Cálculo de MTBF

Fuente: (ValueKeep, 2019)

Tiempo medio entre reparaciones (TMER/MTTR): Indicador que mide el tiempo de reparación de un equipo. (Gupta, Gupta, & Gandhi, 2013)

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

Figura N° 07: Cálculo de MTTR

Fuente: (ValueKeep, 2019)

Auditoria: Actividad documentada mediante un examen, la cual evalúa la situación actual de una empresa, para conocer qué aspectos marchan mal, qué cosas bien y cuales pueden mejorarse. (Caurin, 2017).

Auditoría interna: Actividad de control interno basado en el conjunto de procedimientos, medidas y políticas establecidos en la organización con el fin de reducir riesgos, y aumentar la eficacia de los procesos operativos (Nuño, 2017).

Planificación: Esfuerzo deliberado y disciplinado para tomar decisiones y acciones fundamentales que dan estructura y orden a una organización. (Bryson, Hamilton, & Van, 2018).

Inspección: Examinar o reconocer una cosa con el objetivo de garantizar y asegurar que el equipo o sistema que se controla sea correcto, apropiado y suficiente para desarrollar con naturalidad su función. (Christer & Waller, 2017).

Calidad: Es un procedimiento realizado con el objeto de hacer que los equipos mantengan o mejoren sus estándares de calidad. (Kung, Zakuan, & Zameri, 2012).

Rendimiento: es una métrica que permite medir el rendimiento de una acción determinada. (Marmo, Polverino, Nicolella, & Tibaut, 2020).

La Orden de trabajo: Documento utilizado para atender una solicitud de trabajo, la cual es asignada a un trabajador para su ejecución, este formato debe describir el trabajo a realizar y a su vez de debe poder registrar datos y observaciones que

aporten a nivel estadístico. Este formato a nivel administrativo es utilizado para controlar y programar las actividades de mantenimiento y para registrar las actividades ejecutadas (Garcia, 2016).

Figura N° 08: Ejemplo de Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO				F-0		
Edificio		Folio				
Área		Fecha de inicio				
Local		Fecha de termino				
DESCRIPCION DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO						
No. Ecco.		Prioridad				
Recursos		Tipo de mantenimiento				
Nombre del técnico y/o contratista						
preguntar por:						
MATERIALES Y/O REFACCIONES						
Concepto	Unidad	Cantidad	P.U	Importe		
Costo total de materiales y/o refacciones						
REGISTRO DE TIEMPO						
Fecha	Hora inicio	Hora termino	T. utilizado	Costo HH	Importe	
Costo total de Mano de obra						
Costo total de Materiales y mano de obra						
INDICACIONES DE SEGURIDAD						
OBSERVACIONES						
EVALUACIÓN DEL SERVICIO						
Excelente	Muy bien	Bien	Regular	Malo	Pésimo	
RECIBO DE CONFORMIDAD						
Nombre y firma		Cargo				
CAUSA DE LA FALLA						
Mecánica	Neumática	Hidráulica	Eléctrica	Electrónica	Intrínseca	Extrínseca

Fuente: (Garcia, 2016)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación:

Según la orientación del proyecto **la investigación es de tipo de aplicada** debido a que está basada en conocimientos previos y herramientas como el TPM para mejorar la OEE de los camiones lubricadores volvo de la organización SKF del Perú S.A.-2021. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.125) la investigación aplicada “es aquella en el que el grupo de especialistas pone toda su disposición a la indagación de conocimiento o soluciones, manteniendo siempre la imparcialidad y la mente abierta para tomar las determinaciones oportunas”. Por consiguiente, el **nivel es descriptivo y explicativo** debido a que evalúa el impacto de la implementación del TPM sobre la OEE de los camiones lubricadores de la organización SKF del Perú S.A. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) el nivel descriptivo es “el que busca detallar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (p.92) y el nivel explicativo son los que “esta dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos y sociales”. (p.95)

Asimismo, según **su enfoque** la presente investigación será **cuantitativa** ya que se requiere presentar en gráficos e indicadores la realidad antes y después de la implementación del TPM para evaluar la mejora del OEE de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.-2021. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.4) el enfoque cuantitativo “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base a la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías”.

Respecto al diseño, el presente proyecto de investigación tendrá un **diseño experimental** ya que se manipulará sobre la variable independiente para ver el efecto que esta tiene tras su implementación contra la variable dependiente que es la OEE de los camiones lubricadores volvo de la organización SKF del Perú S.A.-2021. Además, el modelo del diseño será **pre-experimental** debido a que se muestrea de forma no aleatoria, escogiendo cuando se medirán los datos a determinar. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.141) el diseño pre-experimental es un “diseño de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo.

Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad”.

El **alcance** del proyecto será **longitudinal**, debido a que la población de estudio será medida antes de la aplicación de la mejora y otra después de esta. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.159) los diseños longitudinales, “recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y efectos”.

3.2 Variables y operacionalización:

A continuación, se describirán las variables empleadas para la realización del proyecto.

Variable Independiente: TPM (mantenimiento productivo total) en su **síntesis conceptual**, es una estrategia que fue concebida a raíz del mantenimiento preventivo en estados unidos y desarrollado por el instituto JIPM (Japan Institute of Plan Maintenance) el cual consiste en una serie de tareas que una vez establecidas mejoran la competencia de una empresa. Es una estrategia orientada a conseguir: cero defectos, cero accidentes, cero perdidas y cero averías lo cual genera servicios y productos de excelente calidad, minimizar los costes de producción, mejorar el ánimo en el trabajo y una imagen de excelencia para la organización. (Gómez, 2011).

Respecto a su **definición operacional**, El TPM está orientado a incrementar la eficiencia de los equipos, esta variable se desarrolla teniendo en cuenta el auto mantenimiento y el mantenimiento planeado los cuales serán medidos por un índice de cumplimiento y de impacto.

En cuanto a su dimensión **Mantenimiento autónomo**, esta ayudará a llevar un control del personal que fue capacitado y entiende el proyecto a llevar se a cabo con el TPM y las tareas que serán realizadas como parte del mantenimiento autónomo, el cual será controlado a través del siguiente cálculo:

$$\text{Índice de Capacitación} = \frac{\text{Aprobados (Nota} \geq 16)}{\text{Personal}} \times 100\%$$

Donde:

Aprobados (Nota≥16) = Personal capacitado con notas mayor o igual a 16.

Personal = Total de personal por capacitar.

Asimismo, la dimensión **Mantenimiento planificado** permitirá llevar un control del impacto de que tienen las actividades planificadas respecto a la prevención de fallas, el cual será controlado a través de los siguientes indicadores:

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo perdido}}{\text{Número de paradas}}$$

Donde:

Tiempo total disponible = Horas en que el equipo podría haber estado operando.

Tiempo Perdido = Horas en las que el equipo estuvo parada.

Número de paradas= Número de averías.

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

Donde:

Tiempo total de mantenimiento correctivo = Tiempo dedicado a la reparación.

En cuanto a la **Variable Dependiente**: La OEE, su **definición conceptual**, es una métrica cuantitativa que no sólo permite controlar y verificar la productividad de los equipos sino también para controlar los procesos y rendimientos de estos. Caro & Ortiz (2014, p.128).

Respecto a su **definición operacional**, La OEE, es un sistema de cálculo, el cual se presenta a través de la disponibilidad, rendimiento y calidad.

En cuanto a su dimensión **Disponibilidad**, esta permitirá llevar un control de las horas que el equipo podría ser utilizado bajo condiciones normales, el cual será controlado a través del siguiente cálculo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$$

Donde:

TMEF = Tiempo medio entre fallas.

TMER = Tiempo medio para reparar.

La dimensión **Rendimiento** permitirá hacer un seguimiento al caudal de las bombas de los camiones lubricadores respecto al caudal teórico, el cual será controlado a través del siguiente cálculo:

$$\text{Índice de Rendimiento}_{(\text{Caudal})} = \frac{\text{Caudal Real}}{\text{Caudal Teórico}} \times 100\%$$

Donde:

Caudal real = Litros / minutos.

Caudal teórico = Litros teóricos/ Segundos.

Asimismo, la dimensión **Calidad** permitirá hacer un seguimiento de las atenciones realizadas que no presentan eventos durante su ejecución, el cual será controlado a través del siguiente cálculo:

$$\text{Índice de Calidad} = \frac{\text{Total de atenciones} - \text{Eventos}}{\text{Total de atenciones}} \times 100\%$$

Donde:

Total, de atenciones = Total de atenciones generadas por los camiones.

Eventos = Derrames por los tanques + mangueras rotas + bombas o pistolas inoperativos.

3.3 Población, muestra y muestreo:

Para la realización de este trabajo se usará una **población** conformada por los valores semanales cuantitativos respecto a la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú de los meses comprendidos entre marzo y agosto con un total de 24 semanas del presente año 2021. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.174) la población es un “conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”.

El criterio de inclusión considera el tiempo de reparación, tiempo que duran las fallas antes de su reparación y valores de la eficiencia global de los 5 camiones lubricadores que tiene la empresa sin considerar algún **criterio de exclusión**.

De acuerdo con la necesidad de la investigación, la **muestra** será tomada por **conveniencia** siendo el mismo tamaño de la población (24 semanas: 12 semanas previo a la mejora y 12 semanas luego de la mejora), por lo que para el siguiente trabajo no se utilizará una técnica de **muestreo**. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.173) la muestra es un “subgrupo del universo o población del cual se recolectan datos y que debe ser representativo de esta”. Asimismo, las muestras por conveniencia son “formadas por los casos disponibles a los cuales tenemos acceso”. (p. 390).

Las **unidades de análisis** son los valores mensuales de la OEE de los camiones lubricadores volvo de la organización SKF.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Las técnicas usadas serán, la observación y análisis de documentos.

Observación para tener conocimiento del proceso de mantenimiento, desde el ingreso de equipos a taller, inspecciones, registro de actividades, hasta la planeación de sus programas de mantenimiento.

La técnica del **análisis de documentos** basada en revisar datos que contiene la organización, en este caso se revisarán los formatos de registro que tengan relación con las variables de la investigación.

Por cada una las técnicas indicadas, se utilizarán **instrumentos de recolección de datos**. El proyecto usará la **guía de observación** que para este caso se utilizarán un registro de capacitación de mantenimiento autónomo, asimismo se hará uso del instrumento de la **guía del análisis documental** mediante el cual se hará uso de los registros de la empresa en este caso el reporte de horas por camión inoperativo, Registro de Eventos de camiones Lubricadores y Registro de Caudal de bombas de aceite Hidráulico. (Véase el anexo 03)

La **validez de los instrumentos** se hará mediante del juicio de especialistas, para ello se contó con la participación de 3 ingenieros metodólogos de la UCV, los cuales evaluaron y aprobaron con un nivel de suficiencia los instrumentos. (Véase el anexo 04). Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.204) la validez de expertos es el “grado en que un instrumento mide la variable de interés, de acuerdo con expertos en el tema”.

La **confiabilidad** de los instrumentos del proyecto se validó mediante la contrastación del uso de estas en la empresa SKF del Perú como parte de sus indicadores, lo cual fue validado por personal que labora en la organización. Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.200) la confiabilidad de un instrumento “se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales”.

3.5 Procedimientos:

Para ejecutar la implementación y desarrollo del TPM se hará a través de 12 etapas o pasos:

Figura N° 09: Doce etapas para la aplicación de un programa de TPM.

	Etapas	Contenidos
Preparación	1.- Decisión de la dirección de aplicar el TPM como proyecto de empresa.	Estrategia para presentar en el comité de dirección. Información de empresa
	2.- Campaña de información-formación técnica.	Estrategia para presentar en el comité de dirección. Información de empresa.
	3.- Crear la estructura de animación y pilotaje del TPM.	Estructura de trabajo Grupos de animación / trabajo
	4.- Diagnóstico de la situación de partida, indicadores de progresos técnicos, organización.	Banco de datos de valores técnicos Observación
	5.- Redacción de un plan, líneas de acción/objetivos.	Redacción detallada del plan. Planificación.
Desarrollo	6.- Lanzamiento	Datos de partida/presentación Aspectos formales Desarrollo de las 5S

	7.- Implantación de la mejora continua en los sistemas-procesos.	Análisis de disfuncionamientos Máquinas cuello de botella Grupos de fiabilización.
	8.- Desarrollo del automantenimiento.	Gestión específica. Formación. Gamas/niveles.
	9.- Desarrollo del mantenimiento programado.	Mejora de la gestión y organización del mantenimiento programado. Gamas /niveles Formación Máquinas típicas. Grupos de fiabilización.
Optimización	10.- Formación del equipo humano en los métodos y experiencias del mantenimiento global.	Entrevistas/evaluación de competencias. Contrato de formación/cursos. Gestión de la polivalencia. Grupos de fiabilización.
	11.- Integrar el TPM en los sistemas de gestión, diseño y construcción de nuevos equipos.	Media Rendimiento/Calidad/Disponibilidad. Participar en fases de un proyecto de equipo nuevo. Documentación técnica. Fiabilización. Máquinas típicas. Grupos de fiabilización.
	12.- Auditar la aplicación del TPM	Realizar una auditoría interna. Mejorar la formación.

Fuente: Hecho por autor

Por último, se consolidará la información en tablas para visualizar el antes y el después de los indicadores con la aplicación del TPM.

3.6 Método de análisis de datos:

El proyecto usará el **análisis descriptivo** a los datos determinados de la eficiencia global, disponibilidad, rendimiento y calidad de los camiones lubricadores mediante el programa Microsoft Excel para tener un resumen de estos. La descripción de los datos tiene como objeto, organizar y determinar una clasificación de los datos determinados de un grupo de población mediante el uso de los siguientes conceptos: Dispersión, Promedio, Sesgo, Gráficos y asimetría. (Cognodata, 2019).

Asimismo, se usará el **análisis inferencial** y el programa SPSS para concluir si los datos tienen una conducta paramétrica o no mediante la prueba de

normalidad, Shapiro Wilk si el tamaño de la muestra es como máximo 50 datos o Kolmogorov Smirnov si el tamaño de la muestra es mayor a 50, y así poder seleccionar el estadígrafo a utilizar (Wilcoxon o T-Estudent), para luego hacer la contrastación de la hipótesis de las variable independiente y dependiente. El análisis inferencial observa un conjunto de datos y concluye que aplica al conjunto a través de inferencias, este tipo de enfoque al ser determinado con un cálculo de tipo probabilístico conlleva a cierto margen de error. (Cognodata, 2019).

3.7 Aspectos éticos:

La investigación será desarrollada siguiendo las pautas de elaboración de tesis, los datos, información, análisis y resultados tienen la garantía de ser desarrolladas basados en la ética profesional y con los principios de conducta moral, en tal sentido las dimensiones de selección de datos e instrumentos son de autoría del investigador y validados por representantes de la empresa donde labora con el objetivo de incrementar la OEE de la organización SKF.

3.8 Excepciones de la investigación:

La presente investigación por motivos de confidencialidad no podrá indicar datos relacionados al cliente al que SKF del Perú brinda servicios.

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción y Explicación de las mejoras del desarrollo del proyecto:

En la parte del mantenimiento de SKF, se encontraron deficiencias que disminuyen la eficiencia global de los equipos, esto determinado por medio de las herramientas de diagrama de Ishikawa y Pareto en los cuales se encontraron que son 5 las principales causas que originan estos problemas: Procesos de gestión deficientes, capacitación deficiente al personal, tareas del personal no están bien definidas, falta de procedimientos de trabajo) y herramientas incompletas. A causa de estas deficiencias se originan la disminución de la disponibilidad, calidad y rendimiento de los camiones lubricadores, lo que afecta directamente a la OEE.

Debido a este diagnóstico se desea mejorar el área de mantenimiento de la organización SKF. aplicando el sistema del TPM mediante los pilares de:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Autónomo
- Formación del Personal

Con la aplicación del sistema del TPM se asegurará el aumento de la disponibilidad, el rendimiento, la calidad y por consiguiente de la OEE de los camiones lubricadores, adicional a ello este sistema traerá muchos beneficios como el aumento del desempeño de los colaboradores, crecimiento profesional y mejora del ambiente laboral.

Una vez identificadas las problemáticas de la empresa SKF del Perú y conociendo lo valores de la disponibilidad, rendimiento, calidad y la OEE se inicia con la puesta en marcha del TPM para un periodo de 16 semanas. Para dicha implementación se trabajará con el siguiente diagrama de Gantt.

Figura N° 10: Diagrama de Gantt: Implementación de TPM

Fase	Etapa	Mayo				Junio				Julio				Agosto			
		Sem 01	Sem 02	Sem 03	Sem 04	Sem 05	Sem 06	Sem 07	Sem 08	Sem 09	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16
Preparación	1.- Decisión de la dirección de aplicar el TPM como proyecto de empresa	■															
	2.- Campaña de información-formación técnica																
	3.- Crear la estructura de animación y pilotaje del TPM		■														
	4.- Diagnóstico de la situación de partida, indicadores de progresos técnicos, organización.			■													
	5.- Redacción de un plan, líneas de acción/objetivos.				■												
Desarrollo	6.- Lanzamiento				■	■											
	7.- Implantación de la mejora continua en los sistemas-procesos						■	■									
	8.- Desarrollo del auto-mantenimiento							■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	9.- Desarrollo del mantenimiento programado.								■	■	■	■	■	■	■	■	■
Optimización	10.- Formación del equipo humano en los métodos y experiencias del mantenimiento global														■	■	
	11.- Integrar el TPM en los sistemas de gestión, diseño y construcción de nuevos equipos															■	
	12.- Auditar la aplicación del TPM																■

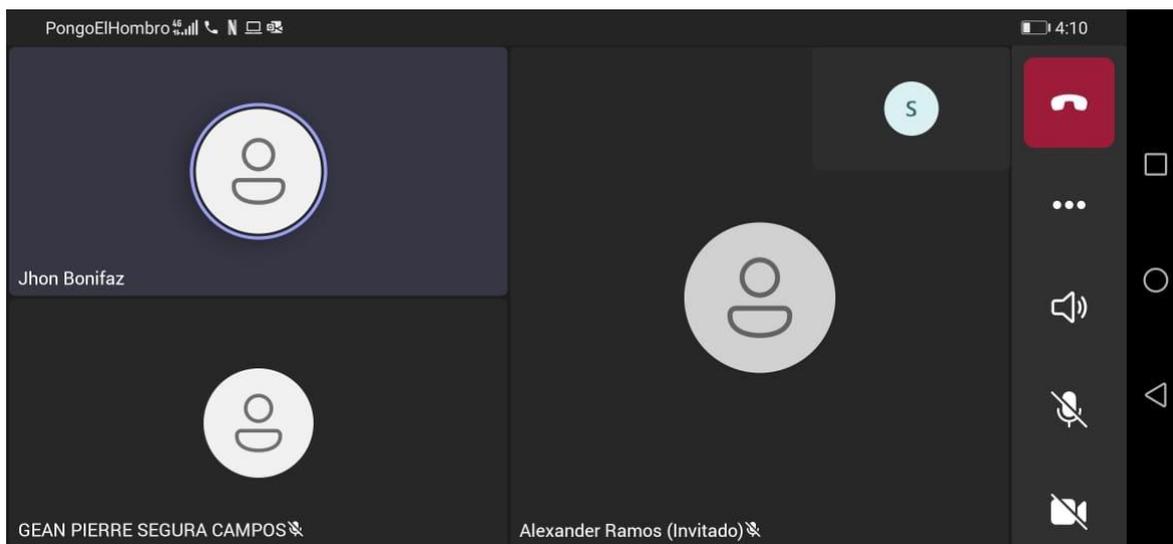
Fuente: Hecho por autor

En la Figura N° 10, Se detallan las 12 etapa para la aplicación de la TPM, de modo que se observa el avance en el área, iniciando con la decisión de la dirección de aplicar el TPM como proyecto de empresa hasta la auditoría interna del TPM realizada con el fin de analizar los resultados obtenidos luego de la aplicación del sistema.

A continuación, se describe el progreso de la aplicación del TPM en la organización SKF del Perú S.A. para lograr el incremento de la disponibilidad, rendimiento, calidad y la OEE.

Etapa 01, Decisión de la dirección de aplicar el TPM como proyecto de empresa: Como parte inicial del proyecto se reunió con la dirección de SKF del Perú S.A.C. para optar por la implementación del TPM, siendo unánime la aceptación de este proyecto y estableciéndose las estrategias para su desarrollo.

Figura N° 11: Reunión con dirección de la empresa para implementar TPM



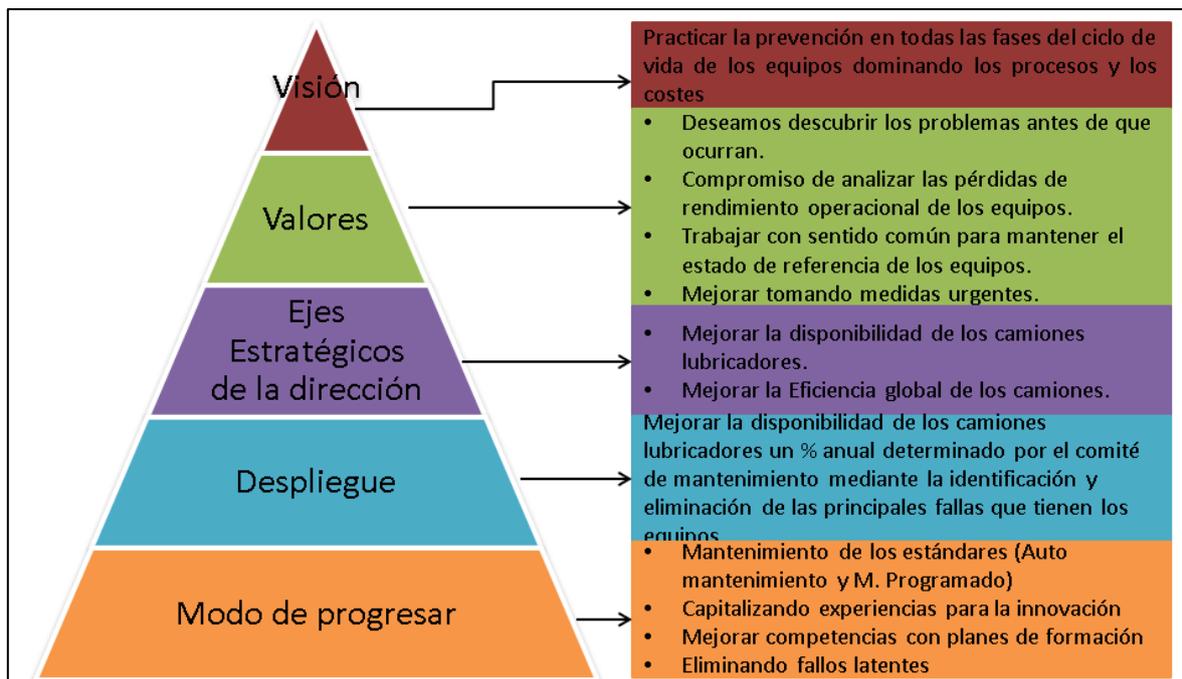
Fuente: Hecho por autor

Figura N° 12: Planeamiento estratégico



Fuente: Hecho por autor

Figura N° 13: Estructura de planeamiento estratégico



Fuente: Hecho por autor

Etapa 02, Campaña de información-formación técnica: En esta etapa se procedió a preparar material informativo para compartir con el personal con el fin de dar a conocer el proyecto, indicadores a manejar, método de trabajo, tareas de mantenimiento y mantenimiento programado y beneficios de la implementación.

Figura N° 14: Presentación de introducción al TPM



Fuente: Hecho por autor

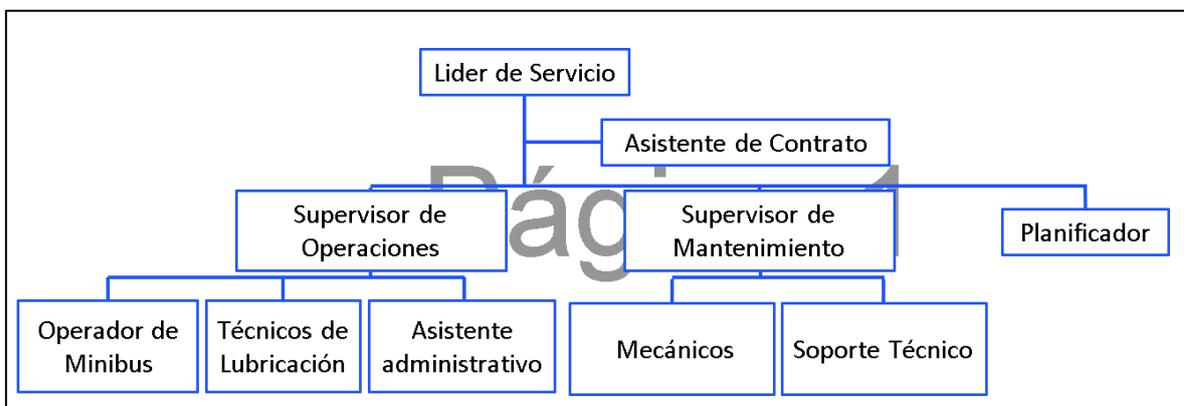
Etapa 03, Crear la estructura de animación y pilotaje del TPM: En esta etapa se designa al personal que desenvolverá el papel de animador del proyecto del TPM, quienes serán los encargados junto al jefe del proyecto de implementación de absolver dudas y de impulsar el desarrollo del TPM y por consiguiente de los requerimientos que este necesite. Por lo cual se deberá seleccionar al personal que cumpla con ciertos requisitos como: Trabajo en equipo, capacidad de animar, liderazgo, capacidad de presentar avances del proyecto y capacidad de integración, siendo el personal seleccionado el siguiente:

- Jefe del proyecto: Investigador
- Animadores: Supervisor de Mantenimiento y Soporte técnico.

Asimismo, a los animadores del proyecto se les deberá capacitar en los siguientes temas:

- Metodología del TPM en sus 12 etapas
- Indicadores del TPM
- Programa de mantenimiento preventivo
- Programa de auto – mantenimiento
- Trabajo en Equipo
- Liderazgo

Figura N° 15: Estructura de trabajo en SKF – contrato de lubricación



Fuente: Hecho por autor

Etapa 04, Diagnóstico de la situación de partida, indicadores de progresos técnicos, organización: Durante esta etapa se determinaron los indicadores de disponibilidad, rendimiento, calidad y la OEE para poder diagnosticar la situación actual de la empresa previo a la implementación del TPM.

Asimismo, se observó en el proceso de gestión de ordenes de trabajo que estos no son llenados correctamente y que durante la ejecución de los PM o paradas de los equipos no se generan Backlogs (trabajos de mantenimiento identificados para ejecutar en un plazo cercano o largo).

Tabla N° 02: Resultados de la disponibilidad de los camiones lubricadores antes de la aplicación del TPM:

		SKF-506			SKF-507			SKF-508			SKF-509			SKF-510			PROMEDIO (%)
		MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD (%)	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD (%)	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD (%)	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD (%)	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD (%)	
MARZO	Sem. 01	68.15	5.00	93.16	15.79	2.50	86.33	46.43	2.33	95.22	140.30	6.00	95.90	138.30	8.00	94.53	93.03
	Sem. 02	45.77	3.00	93.85	4.26	12.00	26.18	137.30	9.00	93.85	138.30	8.00	94.53	68.15	5.00	93.16	80.31
	Sem. 03	46.10	2.67	94.53	27.08	9.50	74.03	44.43	4.33	91.11	33.58	3.00	91.80	34.58	2.00	94.53	89.20
	Sem. 04	45.10	3.67	92.48	44.43	4.33	91.11	46.10	2.67	94.53	29.08	7.50	79.49	68.65	4.50	93.85	90.29
ABRIL	Sem. 05	67.15	6.00	91.80	134.30	12.00	91.80	61.15	12.00	83.60	44.10	4.67	90.43	138.30	8.00	94.53	90.43
	Sem. 06	66.65	6.50	91.11	14.05	10.33	57.62	68.15	5.00	93.16	69.15	4.00	94.53	137.30	9.00	93.85	86.06
	Sem. 07	32.83	3.75	89.75	26.26	3.00	89.75	26.26	3.00	89.75	34.08	2.50	93.16	136.30	10.00	93.16	91.11
	Sem. 08	45.43	3.33	93.16	136.30	10.00	93.16	68.65	4.50	93.85	22.38	2.00	91.80	34.33	2.25	93.85	93.16
MAYO	Sem. 09	68.15	5.00	93.16	26.06	3.20	89.06	134.30	12.00	91.80	33.33	3.25	91.11	66.15	7.00	90.43	91.11
	Sem. 10	69.15	4.00	94.53	33.08	3.50	90.43	44.43	4.33	91.11	137.30	9.00	93.85	68.65	4.50	93.85	92.75
	Sem. 11	67.65	5.50	92.48%	22.22	2.17	91.11	45.77	3.00	93.85	33.58	3.00	91.80	34.58	2.00	94.53	92.75
	Sem. 12	33.33	3.25	91.11	68.65	4.50	93.85	139.30	7.00	95.22	69.15	4.00	94.53	68.15	5.00	93.16	93.57
Disponibilidad Promedio																90.31%	

Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 03: Resultados del rendimiento de los camiones lubricadores antes de la aplicación del TPM:

SKF		SKF-506			SKF-507			SKF-508			SKF-509			SKF-510			PROMEDIO (%)
		CAUDAL REAL	CAUDAL TEÓRICO	RENDIMIENTO (%)	CAUDAL REAL	CAUDAL TEÓRICO	RENDIMIENTO (%)	CAUDAL REAL	CAUDAL TEÓRICO	RENDIMIENTO (%)	CAUDAL REAL	CAUDAL TEÓRICO	RENDIMIENTO (%)	CAUDAL REAL	CAUDAL TEÓRICO	RENDIMIENTO (%)	
MARZO	Sem. 01	10	14	71.43	17	23	73.91	17	23	73.91	18	23	78.26	8	14	57.14	70.93
	Sem. 02	9	14	64.29	19	23	82.61	17	23	73.91	18	23	78.26	10	14	71.43	74.10
	Sem. 03	8	14	57.14	19	23	82.61	19	23	82.61	19	23	82.61	10	14	71.43	75.28
	Sem. 04	10	14	71.43	17	23	73.91	19	23	82.61	17	23	73.91	7	14	50.00	70.37
ABRIL	Sem. 05	7	14	50.00	19	23	82.61	16	23	69.57	17	23	73.91	9	14	64.29	68.07
	Sem. 06	10	14	71.43	16	23	69.57	18	23	78.26	16	23	69.57	9	14	64.29	70.62
	Sem. 07	10	14	71.43	18	23	78.26	18	23	78.26	18	23	78.26	8	14	57.14	72.67
	Sem. 08	8	14	57.14	17	23	73.91	19	23	82.61	16	23	69.57	9	14	64.29	69.50
MAYO	Sem. 09	10	14	71.43	16	23	69.57	16	23	69.57	17	23	73.91	9	14	64.29	69.75
	Sem. 10	9	14	64.29	16	23	69.57	19	23	82.61	16	23	69.57	8	14	57.14	68.63
	Sem. 11	10	14	71.43	18	23	78.26	19	23	82.61	19	23	82.61	7	14	50.00	72.98
	Sem. 12	9	14	64.29	17	23	73.91	18	23	78.26	19	23	82.61	8	14	57.14	71.24
Rendimiento Promedio																	71.18%

Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 04: Resultados de la calidad de los camiones lubricadores antes de la aplicación del TPM:

		SKF-506			SKF-507			SKF-508			SKF-509			SKF-510			PROMEDIO (%)
		ATENCIÓNES	EVENTOS	CALIDAD (%)													
MARZO	Sem. 01	38	16	57.89	41	19	53.66	37	18	51.35	68	19	72.06	61	18	70.49	61.09
	Sem. 02	36	17	52.78	45	20	55.56	39	18	53.85	80	19	76.25	56	16	71.43	61.97
	Sem. 03	37	17	54.05	35	16	54.29	41	19	53.66	62	16	74.19	56	17	69.64	61.17
	Sem. 04	39	19	51.28	40	19	52.50	38	17	55.26	53	16	69.81	60	18	70.00	59.77
ABRIL	Sem. 05	51	17	66.67	39	19	51.28	37	16	56.76	57	20	64.91	72	20	72.22	62.37
	Sem. 06	44	19	56.82	42	19	54.76	45	17	62.22	60	20	66.67	49	17	65.31	61.16
	Sem. 07	39	19	51.28	33	16	51.52	40	19	52.50	74	18	75.68	70	17	75.71	61.34
	Sem. 08	43	20	53.49	42	20	52.38	35	17	51.43	66	19	71.21	55	20	63.64	58.43
MAYO	Sem. 09	86	16	81.40	50	17	66.00	37	18	51.35	81	19	76.54	54	17	68.52	68.76
	Sem. 10	77	17	77.92	35	17	51.43	42	20	52.38	72	18	75.00	50	19	62.00	63.75
	Sem. 11	35	17	51.43	37	18	51.35	39	16	58.97	65	17	73.85	40	16	60.00	59.12
	Sem. 12	39	19	51.28	40	17	57.50	38	18	52.63	82	17	79.27	58	20	65.52	61.24
Calidad Promedio																	61.68%

Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 05: Resultados de la OEE antes del desarrollo del TPM:

		CAMIONES LUBRICADORES			
		DISPONIBILIDAD PROMEDIO	RENDIMIENTO PROMEDIO	CALIDAD PROMEDIO	OEE PROMEDIO
MARZO	Sem. 01	93.03%	70.93%	61.09%	40.31%
	Sem. 02	80.31%	74.10%	61.97%	36.88%
	Sem. 03	89.20%	75.28%	61.17%	41.07%
	Sem. 04	90.29%	70.37%	59.77%	37.98%
ABRIL	Sem. 05	90.43%	68.07%	62.37%	38.39%
	Sem. 06	86.06%	70.62%	61.16%	37.17%
	Sem. 07	91.11%	72.67%	61.34%	40.61%
	Sem. 08	93.16%	69.50%	58.43%	37.83%
MAYO	Sem. 09	91.11%	69.75%	68.76%	43.70%
	Sem. 10	92.75%	68.63%	63.75%	40.58%
	Sem. 11	92.75%	72.98%	59.12%	40.02%
	Sem. 12	93.57%	71.24%	61.24%	40.83%
Eficiencia global de los equipos (OEE) Promedio					39.61%

Fuente: Hecho por autor

En las tablas N° 02, 03, 04 y 05 se observan los valores de disponibilidad, rendimiento, calidad y la OEE de los camiones lubricadores los cuales tenían un promedio de 90.31%, 71.18%, 61.68% y 39.61% respectivamente. Esta información se obtuvo en un plazo de 12 semanas en el periodo de marzo a mayo del 2021, donde se indican los porcentajes ante de la aplicación.

Etapa 05, Redacción de un plan, líneas de acción/objetivos: En esta etapa se plantearon las tareas a realizar para incrementar la disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE, considerando las actividades, acciones a tomar, áreas involucradas, indicadores, responsables y fechas límites de entrada de los trabajos.

Tabla N° 06: Plan de acción de programa TPM

Planificar (P)	Aplicar (D)	Controlar (C)	Actuar (A)	Responsable
Temas	Acción	Indicador	Seguimiento	
Mantenimiento Autónomo	- Preparar material informativo para entrenar al personal. - Evaluar al personal.	$Capacitación = \frac{Aprobadas (Nota \geq 16)}{Personal} \times 100\%$	26/08/2021	Investigador
Mantenimiento Planificado	-Identificar principales paradas. -Hacer un Pareto. -Hacer un análisis causa - -Raíz.	$MTBF = \frac{Tiempo\ Total\ Disponible - Tiempo\ Perdido}{Número\ de\ paradas}$	Mensual	Investigador
	-Hacer un estudio de tiempos sobre los principales trabajos.	$MTRR = \frac{Tiempo\ Total\ de\ Mantenimiento\ Correctivo}{Número\ de\ acciones\ de\ reparación}$	Mensual	Investigador
Disponibilidad	-Estandarizar el tiempo de ejecución de los trabajos	$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTRR} \times 100\%$	Mensual	Investigador
Rendimiento	-Restaurar los equipos a su estado de referencia	$Rendimiento_{(Caudal)} = \frac{Caudal\ Real}{Caudal\ Teórico} \times 100\%$	Mensual	Investigador
Calidad	-inspeccionar los equipos y atacar los eventos identificados.	$Calidad = \frac{Total\ de\ atenciones - Eventos}{Total\ de\ atenciones} \times 100\%$	Mensual	Investigador

Fuente: Hecho por autor

Etapa 06, Lanzamiento: En esta etapa se informó a todo el personal sobre el plan de trabajo desarrollado en la etapa 05. Durante esta etapa se explicaron los siguientes puntos:

- La finalidad del programa desarrollar.
- Como van a aplicarse las acciones previstas
- Cómo debe adherirse y comprometerse cada uno con esas acciones.

Etapa 07, Implantación de la mejora continua en los sistemas – procesos: Durante esta etapa se creó al grupo de fiabilización que son los encargados de identificar los principales problemas que ocasionan paradas y de proponer

acciones correctivas y mejoras, asimismo son parte esencial de la mejora de los procesos. Adicional a ello se pone en marcha el desarrollo del TPM considerando un ciclo de mejora continua según se ve en la tabla N° 06.

Etapa 08, Desarrollo del auto - mantenimiento: Durante esta etapa del proyecto se inició con el desarrollo de cartillas para el mantenimiento autónomo, pero para su previa implementación se preparó al personal en el uso de las 5S, para que exista una costumbre de limpieza en su entorno de trabajo y de su camión, lo que genera un mejor entorno laboral.

Para las cartillas de mantenimiento autónomo se consideraron 2 formatos uno para el inicio y fin del turno de trabajo y otro para el término de cada intervención. Dentro de las actividades de auto – mantenimiento se consideraron tareas de nivel 1(básicas)

- Limpieza
- Inspección
- Lubricación
- Retiro de piedras

Tabla N° 07: Cartilla de Mantenimiento autónomo de inicio / fin de turno

CARTILLA DE AUTO-MANTENIMIENTO DE INICIO/ FIN DE TURNO									
PUNTOS DE REVISIÓN	Acción	Estado			PUNTOS DE REVISIÓN	Acción	Estado		
		Bueno	Mal	N/A			Bueno	Mal	N/A
CABINA Y CARROCERIA					COMPARTIMIENTO DEL MOTOR Y CAJA DE CAMBIOS				
Limpiaparabrisas	L, I				Nivel aceite del motor	I			
Switches de luces	I				Nivel refrigerante	I			
Operación de dirección	I				Tapa de radiador	I			
Indicador de presión de aceite	I				Radiador y mangueras	I			
Indicador de temperatura del motor	I				Nivel de líquido limpiaparabrisas	I			
Luces de tablero y alarmas	I				líneas hidráulicas de dirección	I			
Levantavidrios	L, I				Bomba de dirección	I			
Cerraduras	L, I				Estado de Tensión de fajas	I			
Radio base	I				Purgar el agua de filtro de	I			

					combustible				
Asientos	I				Cambios ingresan sin dificultad	I			
Calefactor	I				Motor o caja cambios	I			
Aire Acondicionado	I				CAMIÓN LUBRICADOR				
cinturón de seguridad	I				Filtro respiradero de los tanques	I			
Claxon	I				Luz de activación de la válvula de distribución	I			
Freno de parqueo	I				Bombas hidráulicas	I			
Freno de servicio	I				Nivel del tanque de aceite Movil Delvac 1 5W40	I			
Vidrios	L, I				Nivel del tanque de aceite HD30	I			
freno de motor	I				Nivel del tanque de aceite HD60	I			
PTO (Toma Fuerza)	L, I, LUB				Presión de salida de bomba hidráulica	I			
FUERA DEL CAMIÓN					Nivel del tanque de MOBILGEAR 600 XP220	I			
Tapa del tanque de combustible	I				Nivel del tanque de MOBILGEAR SHC 320	I			
Tapa protector de batería	I				Nivel del tanque de ATF 220	I			
Parachoques delantero	I				Nivel tanque de HD10W	I			
Parachoques posterior	I				Nivel tanque de MOBILGREASE XHP 681	I			
Espejos laterales	I				Nivel del tanque de MOBILGREASE 275 NC	I			
Faros delanteros	I				Nivel del tanque de MOBILGREASE 222 XP	I			
Faros direccionales	I				Tanques de aceite	I, L			
Faros posteriores	I				Nivel del tanque de COMBUSTIBLE	I			
Faros neblineros	I				Nivel del tanque de ADBLUE	I			
Circulina	I				Nivel del tanque de COOLANT	I			
Alarma de retroceso	I				Nivel del tanque de ACEITE USADO	I			
Ajuste de bornes de baterías	I				Revisar bomba de ACEITE USADO	I			
pértiga	I				Revisar estado de las mangueras de despacho	I			
DEBAJO DEL CAMIÓN					Revisar estado de los carretes de despacho	I			
líneas y tanque de aire	I				Revisar funcionamiento de la pistola de despacho	I			
Gobernador de aire	I				LLANTAS DE CAMIÓN LUBRICADOR				
Compresor de aire	I				Llanta pos. 1	I,			

						RP			
Freno de cámara de aire	I				Llanta pos. 2	I, RP			
Bomba hidráulica	I				Llanta pos. 3	I, RP			
líneas hidráulicas de dirección	I				Llanta pos. 4	I, RP			
líneas de freno de aire/hidráulico	I				Llanta pos. 5	I, RP			
Mangueras y caja de dirección	I				Llanta pos. 6	I, RP			
Leyenda: <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza (L) • Inspección (I) • Lubricación (LUB) • Retiro de piedras (RP) 					Llanta pos. 7	I, RP			
					Llanta pos. 8	I, RP			
					Llanta pos. 9	I, RP			
					Llanta pos. 10	I, RP			

Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 08: Cartilla de Mantenimiento autónomo después de cada intervención

CARTILLA DE AUTO-MANTENIMIENTO DESPUES DE ATENCIONES				
PUNTOS DE REVISIÓN	Acción	Estado		
		Bueno	Malo	N/A
LLANTAS DE CAMIÓN LUBRICADOR				
Llanta pos. 1	I, RP			
Llanta pos. 2	I, RP			
Llanta pos. 3	I, RP			
Llanta pos. 4	I, RP			
Llanta pos. 5	I, RP			
Llanta pos. 6	I, RP			
Llanta pos. 7	I, RP			
Llanta pos. 8	I, RP			
Llanta pos. 9	I, RP			
Llanta pos. 10	I, RP			
Leyenda: <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza (L) • Inspección (I) • Lubricación (LUB) • Retiro de piedras (RP) 				

Fuente: Hecho por autor

Etapa 09, Desarrollo del mantenimiento programado: Durante esta etapa se definió las pautas y tareas del mantenimiento programado para los camiones lubricadores, asimismo se generó formatos de orden de trabajo (ver anexo 04), cuadro de control de los mantenimientos (ver Tabla N° 09) y un cuadro de resumen de cambio de elementos por PM (ver Figura N° 16).

Tabla N° 09: Control de mantenimiento programado

MANTENIMIENTO PREVENTIVO (PM) - VOLVO														
Equipo	ÚLTIMO MANTENIMIENTO PREVENTIVO			ESTADÍSTICA ACTUAL			PRÓXIMO MANTENIMIENTO PREVENTIVO				DELTA DESDE ÚLTIMO PM			
	Fecha	horómetro	Tipo PM	horómetro	Fecha de horómetro	Promedio Horas/Día	Fecha	horómetro	Orden Trabajo	Tipo PM	Frecuencia	Horas	días	% Horas vs Frecuencia
SKF506	27/07/21	5276	PM 6 - Camión VFMX500	5723	27/08/21	14.0	06/09/21	5876	iLMS	PM 7 - Camión VFMX500	600	447	31	75%
SKF507	10/08/21	5394	PM 6 - Camión VFMX500	5614	27/08/21	12.2	27/09/21	5994	iLMS	PM 7 - Camión VFMX500	600	220	17	37%
SKF508	08/07/21	3944	PM 4 - Camión VFMX500	3797	27/08/21	-2.9	10/12/20	4544	iLMS	PM 5 - Camión VFMX500	600	-147	50	-25%
SKF509	27/07/21	6860	PM 3 - Camión VFMX500	7360	27/08/21	15.6	02/09/21	7460	iLMS	PM 4 - Camión VFMX500	600	500	31	83%
SKF510	03/07/21	5532	PM 6 - Camión VFMX500	5708	27/08/21	3.1	08/01/22	6132	iLMS	PM 7 - Camión VFMX500	600	176	55	29%

Fuente: Hecho por autor

Figura N° 16: Tareas asociadas por PM

Tareas por PM								PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
Item	Descripción de MP / Lubricante	Lubricante / Número de Parte	Stock Class	Sistema	Cantidad	UOM	Frecuencia	600	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800
1	Aceite de Motor VDS 4	23068345	Automático	G2 MOTOR	37	L	600	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Kit PE2	20001971	Automático	G2 MOTOR	1	KIT	600	X	X	X	X	X	X	X	X
*	Filtro de Aceite (Long File) - Motor	21707133	Manual	G2 MOTOR	2	UND	600								
*	Filtro de Aceite (By Pass) - Motor	21707132	Manual	G2 MOTOR	1	UND	600								
*	Filtro de Combustible	22480372	Manual	G2 MOTOR	1	UND	600								
*	Filtro Separador de Agua	21380488	Manual	G2 MOTOR	1	UND	600								
3	Filtro de Aire Primario	21337557	Automático	G2 MOTOR	1	UND	600	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Refrigerante Anticorrosivo	85108914	Automático		42	L	4800								X
5	Filtro Secador de Aire	23260134	Automático	G5 FRENOS	1	UND	2400				X				X
6	Aceite - Dirección Hidráulica	1161997	Automático	G6 DIRECCION	6	L	2400				X				X
7	Filtro de Dirección Hidráulica	20779040	Automático	G6 DIRECCION	1	UND	2400				X				X
8	Grasa Chasis / Cabina	1161962	Automático		2	KG	600	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Filtro AdBlue	23381562	Automático	G2 MOTOR	1	UND	2400				X				X
10	Mantenimiento de bomba hidráulica	-	-	-	-	-	600	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Engrase de Cardanes	-	-	-	-	-	600	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Inspección Básica	-	-	-	-	-	600	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Inspección Completa	-	-	-	-	-	2400				X				X

Fuente: Hecho por autor

Etapas 10, Formación del equipo humano en los métodos y experiencias del mantenimiento global: En esta etapa se definieron los temas requeridos para que el personal se acople a los temas del TPM y se sientan incentivados, para lo cual se les prepararon los siguientes temas:

- Ciclo de mejora continua
- Indicadores de mantenimiento
- Excel básico

Estos temas deberán ser evaluados mensualmente y reunirse con el grupo de fiabilización y revisar si se requieren tomar cursos adicionales. Adicional a ello previo a la aplicación del TPM el personal tuvo una inducción al TPM (Ver anexo 05 - Registro de capacitación de mantenimiento autónomo).

Etapas 11, Integrar el TPM en los sistemas de gestión, diseño y construcción de nuevos equipos: El objetivo de esta etapa es la de transmitir las experiencias adquiridas de los equipos en investigación a equipos nuevos que puedan ingresar a la operación, transmitiendo:

- Principales disfuncionamientos
- Mejoras realizadas, sean simples o complejas
- Plan de mantenimiento preventivo
- Plan de mantenimiento autónomo
- Histórico de cambio de componentes/elementos
- Problemas no resueltos

Etapa 12, Auditar la aplicación del TPM: Durante esta etapa se calcularon los indicadores de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE para poder determinar si se generó alguna mejora después la aplicación del TPM.

Tabla N° 10: Resultados de la disponibilidad de los camiones lubricadores después de la aplicación del TPM:

SKF		SKF-506			SKF-507			SKF-508			SKF-509			SKF-510			PROMEDIO (%)
		MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD (%)													
JUNIO	Sem . 13	68.95	4.20	94.29	44.10	4.67	90.46	70.50	2.65	96.35	71.00	2.15	97.03	70.00	3.15	95.66	94.76
	Sem . 14	69.75	3.40	95.33	33.43	3.15	91.40	69.75	3.40	95.33	46.83	1.93	96.01	69.25	3.90	94.64	94.54
	Sem . 15	47.23	1.53	96.87	67.55	5.60	92.34	68.35	4.80	93.45	45.90	2.87	94.14	70.85	2.30	96.87	94.74
	Sem . 16	45.67	3.10	93.64	67.50	5.65	92.27	35.00	1.58	95.69	33.15	3.43	90.65	46.33	2.43	95.01	93.45
JULIO	Sem . 17	68.40	4.75	93.50	34.20	2.38	93.50	66.05	7.10	90.30	67.40	5.75	92.13	35.20	1.38	96.23	93.13
	Sem . 18	68.50	4.65	93.65	44.47	4.30	91.16	46.67	2.10	95.70	71.00	2.15	97.07	70.50	2.65	96.39	94.80
	Sem . 19	44.37	4.40	90.97	44.37	4.40	90.97	44.37	4.40	90.97	69.05	4.10	94.38	69.05	4.10	94.38	92.33
	Sem . 20	69.55	3.60	95.05	69.55	3.60	95.05	35.03	1.55	95.74	34.28	2.30	93.69	35.03	1.55	95.74	95.05
AGOSTO	Sem . 21	69.10	4.05	94.45	33.05	3.53	90.35	68.10	5.05	93.09	67.60	5.55	92.40	44.73	4.03	91.72	92.40
	Sem . 22	70.40	2.75	96.26	67.40	5.75	92.16	67.90	5.25	92.84	34.95	1.63	95.58	69.90	3.25	95.58	94.48
	Sem . 23	69.00	4.15	94.35	68.00	5.15	92.98	35.00	1.58	95.72	45.67	3.10	93.67	47.00	1.77	96.40	94.62
	Sem . 24	67.40	5.75	92.12	69.40	3.75	94.86	46.93	1.83	96.23	69.90	3.25	95.54	68.90	4.25	94.17	94.58
Disponibilidad Promedio																94.07%	

Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 11: Resultados del rendimiento de los camiones lubricadores después del desarrollo del TPM:

SKF®		SKF-506			SKF-507			SKF-508			SKF-509			SKF-510			PROMEDIO (%)
		CAUDAL REAL	CAUDAL TEÓRICO	RENDIMIENTO (%)	CAUDAL REAL	CAUDAL TEÓRICO	RENDIMIENTO (%)	CAUDAL REAL	CAUDAL TEÓRICO	RENDIMIENTO (%)	CAUDAL REAL	CAUDAL TEÓRICO	RENDIMIENTO (%)	CAUDAL REAL	CAUDAL TEÓRICO	RENDIMIENTO (%)	
JUNIO	Sem. 13	12	14	85.71	22	23	95.65	20	23	86.96	21	23	91.30	12	14	85.71	89.07
	Sem. 14	12	14	85.71	21	23	91.30	21	23	91.30	22	23	95.65	12	14	85.71	89.94
	Sem. 15	11	14	78.57	22	23	95.65	21	23	91.30	21	23	91.30	12	14	85.71	88.51
	Sem. 16	11	14	78.57	21	23	91.30	21	23	91.30	22	23	95.65	12	14	85.71	88.51
JULIO	Sem. 17	12	14	85.71	20	23	86.96	21	23	91.30	22	23	95.65	13	14	92.86	90.50
	Sem. 18	13	14	92.86	21	23	91.30	21	23	91.30	20	23	86.96	13	14	92.86	91.06
	Sem. 19	11	14	78.57	20	23	86.96	20	23	86.96	21	23	91.30	11	14	78.57	84.47
	Sem. 20	13	14	92.86	20	23	86.96	21	23	91.30	20	23	86.96	11	14	78.57	87.33
AGOSTO	Sem. 21	13	14	92.86	22	23	95.65	22	23	95.65	21	23	91.30	11	14	78.57	90.81
	Sem. 22	12	14	85.71	20	23	86.96	22	23	95.65	20	23	86.96	12	14	85.71	88.20
	Sem. 23	12	14	85.71	21	23	91.30	22	23	95.65	20	23	86.96	11	14	78.57	87.64
	Sem. 24	11	14	78.57	20	23	86.96	22	23	95.65	21	23	91.30	13	14	92.86	89.07
Rendimiento Promedio																	88.76%

Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 12: Resultados de la calidad de los camiones lubricadores después de la aplicación del TPM:

SKF®		SKF-506			SKF-507			SKF-508			SKF-509			SKF-510			PROMEDIO (%)
		ATENCIÓNES	EVENTOS	CALIDAD (%)													
JUNIO	Sem. 13	42	15	64.29	48	18	62.50	35	17	51.43	62	17	72.58	61	17	72.13	64.59
	Sem. 14	38	16	57.89	42	18	57.14	42	17	59.52	55	13	76.36	74	15	79.73	66.13
	Sem. 15	49	16	67.35	40	15	62.50	38	17	55.26	80	15	81.25	73	16	78.08	68.89
	Sem. 16	44	18	59.09	41	18	56.10	37	16	56.76	60	15	75.00	61	17	72.13	63.82
JULIO	Sem. 17	58	16	72.41	39	18	53.85	36	15	58.33	80	19	76.25	55	15	72.73	66.71
	Sem. 18	48	18	62.50	42	18	57.14	50	16	68.00	82	19	76.83	59	16	72.88	67.47
	Sem. 19	65	18	72.31	36	15	58.33	38	18	52.63	77	17	77.92	62	15	75.81	67.40
	Sem. 20	62	19	69.35	35	16	54.29	30	14	53.33	72	18	75.00	46	16	65.22	63.44
AGOSTO	Sem. 21	72	13	81.94	43	14	67.44	35	17	51.43	65	15	76.92	47	14	70.21	69.59
	Sem. 22	70	15	78.57	36	16	55.56	33	15	54.55	58	14	75.86	45	16	64.44	65.80
	Sem. 23	92	16	82.61	37	17	54.05	37	15	59.46	65	16	75.38	40	15	62.50	66.80
	Sem. 24	80	18	77.50	34	14	58.82	34	16	52.94	68	13	80.88	48	16	66.67	67.36
Calidad Promedio																66.50%	

Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 13: Resultados de la OEE después del desarrollo del TPM:

		CAMIONES LUBRICADORES			
		DISPONIBILIDAD PROMEDIO	RENDIMIENTO PROMEDIO	CALIDAD PROMEDIO	OEE PROMEDIO
JUNIO	Sem. 13	94.76%	89.07%	64.59%	54.51%
	Sem. 14	94.54%	89.94%	66.13%	56.23%
	Sem. 15	94.74%	88.51%	68.89%	57.76%
	Sem. 16	93.45%	88.51%	63.82%	52.78%
JULIO	Sem. 17	93.13%	90.50%	66.71%	56.23%
	Sem. 18	94.80%	91.06%	67.47%	58.24%
	Sem. 19	92.33%	84.47%	67.40%	52.57%
	Sem. 20	95.05%	87.33%	63.44%	52.66%
AGOSTO	Sem. 21	92.40%	90.81%	69.59%	58.39%
	Sem. 22	94.48%	88.20%	65.80%	54.83%
	Sem. 23	94.62%	87.64%	66.80%	55.40%
	Sem. 24	94.58%	89.07%	67.36%	56.75%
Eficiencia global de los equipos (OEE) Promedio					55.53%

Fuente: Hecho por autor

En las tablas N° 10, 11, 12 y 13 se observan los valores de disponibilidad, rendimiento, calidad y OEE de los camiones lubricadores los cuales tenían un promedio de 94.07%, 88.76%, 66.50% y 55.53% respectivamente. Esta información se obtuvo en un plazo de 12 semanas en los periodos de junio a agosto del 2021, donde se indican los porcentajes después de la aplicación.

A continuación, se indica el análisis costo/beneficio de aplicación del proyecto TPM en la empresa SKF del Perú.

Tabla N° 14: Cobro por servicio de camiones lubricadores – SKF del Perú S.A.C.

COBRO POR SERVICIO DE CAMIONES LUBRICADORES			
PERIODO	ANTES	DESPUÉS	DIFERENCIA
MES 1	S/441,050.00	S/471,850.00	S/30,800.00
MES 2	S/450,950.00	S/469,150.00	S/18,200.00
MES 3	S/462,750.00	S/470,100.00	S/7,350.00
TOTAL	S/1,354,750.00	S/1,411,100.00	S/56,350.00

Fuente: Hecho por autor

En la tabla N° 14 se presentan los ingresos por cobro de servicios en base a la disponibilidad mensual de los camiones, obteniéndose un beneficio de S/56,350.00 con la aplicación del proyecto en un tiempo de 3 meses.

Tabla N° 15: Relación costo/beneficio del proyecto TPM

RELACIÓN COSTO – BENEFICIO	
BENEFICIO X 3 MESES	S/56,350.00
COSTO DE INVERSIÓN	S/10,850.00
RELACIÓN COSTO – BENEFICIO	5.19

Fuente: Hecho por autor

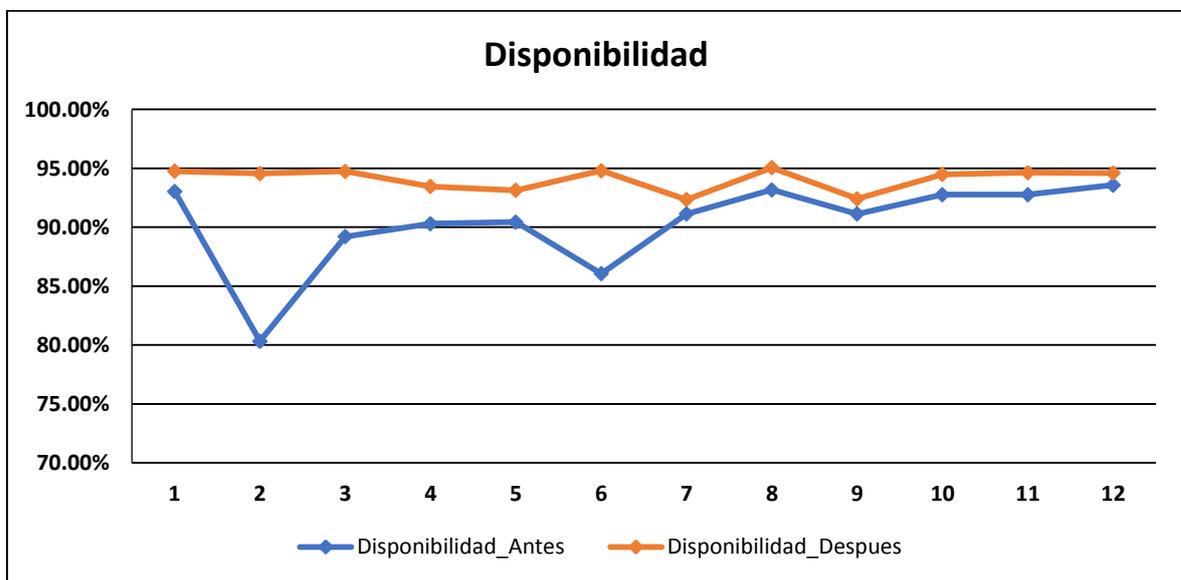
La Tabla N°15 muestra el análisis de la B/C que nos indica que por cada S/5 invertidos se recuperará la inversión más 0.19 céntimos, por lo que la implementación del proyecto es rentable.

4.2 Análisis Descriptivo:

Se describirá el análisis descriptivo realizado a través del SPSS 25 a los indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad, además de la variable de la OEE, obteniendo los siguientes resultados:

Análisis descriptivo de la disponibilidad: Según la gráfica N° 01, se evidencia que luego de haber aplicado el TPM se obtuvo una mejora de 3.76% en un promedio de 12 semanas.

Gráfica N° 01: Pre-test y post-test de la disponibilidad



Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 16: Análisis descriptivo del antes y después de la implantación del TPM - Disponibilidad.

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
Disponibilidad_Antes	Media		90,3142	1,09629
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	87,9012	
		Límite superior	92,7271	
	Media recortada al 5%		90,6891	
	Mediana		91,1100	
	Varianza		14,422	
	Desv. Desviación		3,79767	
	Mínimo		80,31	
	Máximo		93,57	

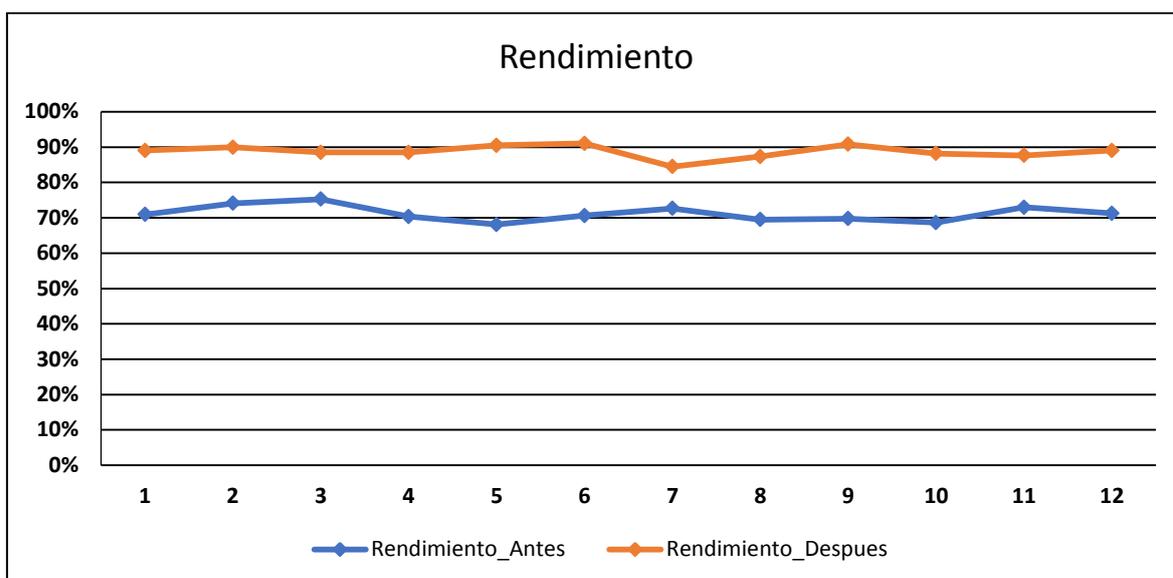
	Rango		13,26	
	Rango intercuartil		3,49	
	Asimetría		-1,936	,637
	Curtosis		4,034	1,232
Disponibilidad_Despues	Media		94,0733	,28142
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	93,4539	
		Límite superior	94,6927	
	Media recortada al 5%		94,1159	
	Mediana		94,5600	
	Varianza		,950	
	Desv. Desviación		,97488	
	Mínimo		92,33	
	Máximo		95,05	
	Rango		2,72	
	Rango intercuartil		1,55	
	Asimetría		-1,021	,637
	Curtosis		-,569	1,232

Fuente: Hecho por autor

La tabla N° 16, muestra una comparación entre los niveles del antes y después del desarrollo del TPM, observándose que la media de la disponibilidad antes de 90,31 mientras que la media de la disponibilidad después es de 94,07. Si comparamos los valores mínimos y máximos conseguidos antes de la implementación son de 80,31 y 93,57 respectivamente mientras que después estos valores incrementaron en 92,33 y 95,05, lo que confirma una mejora de la disponibilidad.

Análisis descriptivo del índice de rendimiento: Según la gráfica N° 02, se evidencia que luego haber aplicado el TPM se obtuvo una mejora de 17.58% en un promedio de 12 semanas.

Gráfica N° 02: Pre-test y post-test del índice de rendimiento



Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 17: Análisis descriptivo del antes y después de la implantación del TPM - Índice de rendimiento.

Descriptivos				
		Estadístico	Dev. Error	
Rendimiento_Antes	Media		71,1783	,63290
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	69,7853	
		Límite superior	72,5713	
	Media recortada al 5%		71,1231	
	Mediana		70,7750	
	Varianza		4,807	
	Desv. Desviación		2,19243	
	Mínimo		68,07	
	Máximo		75,28	
	Rango		7,21	
	Rango intercuartil		3,34	
	Asimetría		,499	,637
	Curtosis		-,490	1,232
Rendimiento_Despues	Media		88,7592	,52402
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	87,6058	
		Límite superior	89,9125	
	Media recortada al 5%		88,8696	
	Mediana		88,7900	
	Varianza		3,295	

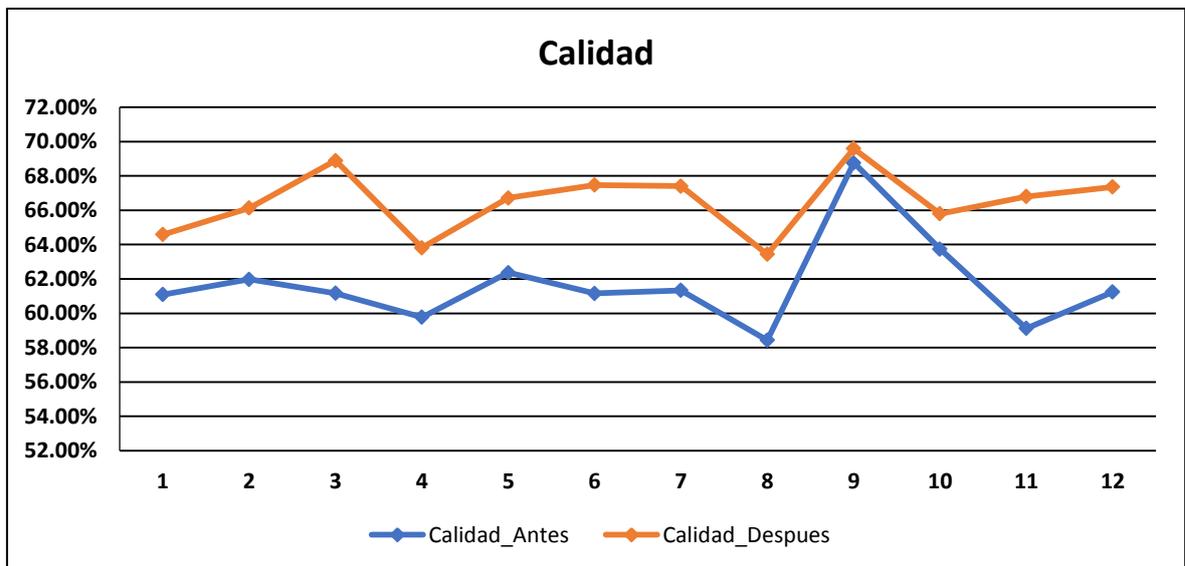
	Desv. Desviación	1,81526	
	Mínimo	84,47	
	Máximo	91,06	
	Rango	6,59	
	Rango intercuartil	2,58	
	Asimetría	-1,015	,637
	Curtosis	1,788	1,232

Fuente: Hecho por autor

La tabla N° 17, muestra una comparación entre los niveles del antes y después del desarrollo del TPM, observándose que la media del índice de rendimiento antes era de 71,18 mientras que la media del índice de rendimiento después es de 88,76. Si comparamos los valores mínimos y máximos conseguidos antes de la implementación son de 68,07 y 75,28 respectivamente mientras que después estos valores incrementaron en 84,47 y 91,06, lo que confirma una mejora del índice de rendimiento.

Análisis descriptivo del índice de calidad: Según la gráfica N° 03, se evidencia que luego haber aplicado el TPM se obtuvo una mejora de 4.82% en un promedio de 12 semanas.

Gráfica N° 03: Pre-test y post-test del índice de calidad



Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 18: Análisis descriptivo del antes y después de la implantación del TPM - Índice de calidad.

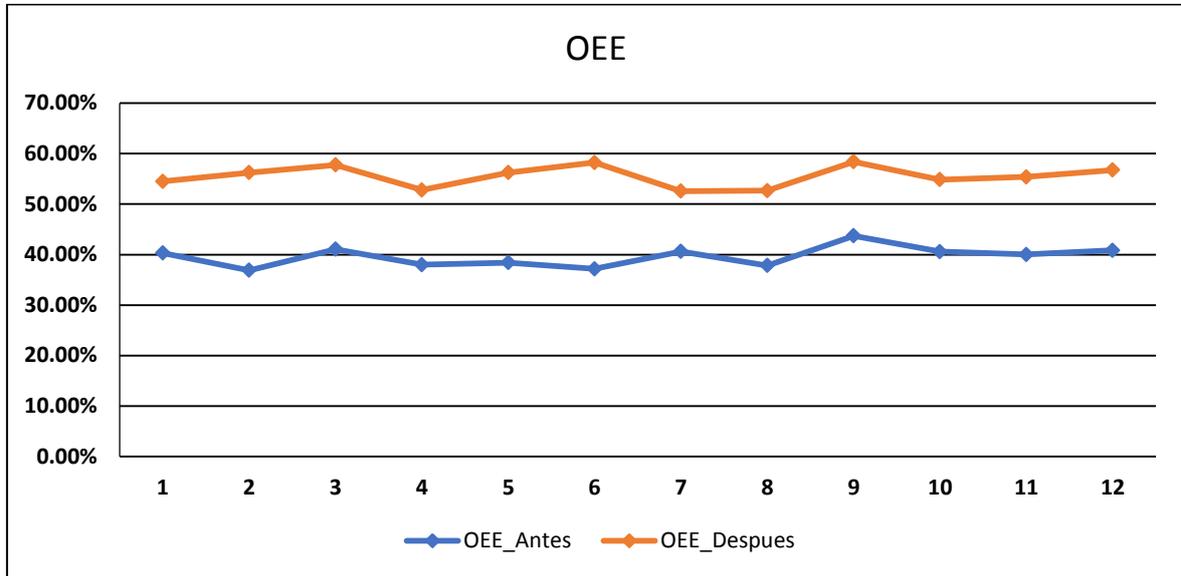
Descriptivos				
		Estadístico	Desv. Error	
Calidad_Antes	Media		61,6808	,76338
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	60,0006	
		Límite superior	63,3610	
	Media recortada al 5%		61,4681	
	Mediana		61,2050	
	Varianza		6,993	
	Desv. Desviación		2,64444	
	Mínimo		58,43	
	Máximo		68,76	
	Rango		10,33	
	Rango intercuartil		2,17	
	Asimetría		1,801	,637
	Curtosis		4,661	1,232
Calidad_Despues	Media		66,5000	,54150
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	65,3082	
		Límite superior	67,6918	
	Media recortada al 5%		66,4983	
	Mediana		66,7550	
	Varianza		3,519	
	Desv. Desviación		1,87582	
	Mínimo		63,44	
	Máximo		69,59	
	Rango		6,15	
	Rango intercuartil		2,56	
	Asimetría		-,162	,637
	Curtosis		-,486	1,232

Fuente: Hecho por autor

La tabla N° 18: muestra una comparación entre los niveles del antes y después del desarrollo del TPM, observándose que la media del índice de calidad antes era de 61,68 mientras que la media del índice de calidad después es de 66,50 Si comparamos los valores mínimos y máximos conseguidos antes de la implementación son de 58,43 y 68,76 respectivamente mientras que después estos valores incrementaron en 63,44 y 69,59, lo que confirma una mejora del índice de calidad.

Análisis descriptivo de la OEE: Según la gráfica N° 04, se evidencia que luego haber aplicado el TPM se obtuvo una mejora de 15.92% en un promedio de 12 semanas.

Gráfica N° 04: Pre-test y post-test de la OEE



Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 19: Análisis descriptivo del antes y después de la implantación del TPM – OEE

Descriptivos				
		Estadístico	Dev. Error	
OEE_Antes	Media	39,6142	,57516	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	38,3482	
		Límite superior	40,8801	
	Media recortada al 5%	39,5391		
	Mediana	40,1650		
	Varianza	3,970		
	Desv. Desviación	1,99242		
	Mínimo	36,88		
	Máximo	43,70		
	Rango	6,82		
	Rango intercuartil	2,91		
	Asimetría	,393	,637	
	Curtosis	-,048	1,232	
OEE_Despues	Media	55,5292	,60973	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	54,1872	
		Límite superior	56,8712	

	Media recortada al 5%	55,5346	
	Mediana	55,8150	
	Varianza	4,461	
	Desv. Desviación	2,11216	
	Mínimo	52,57	
	Máximo	58,39	
	Rango	5,82	
	Rango intercuartil	4,30	
	Asimetría	-,171	,637
	Curtosis	-1,252	1,232

Fuente: Hecho por autor

La tabla N° 19, muestra una comparación entre los niveles del antes y después del desarrollo del TPM, observándose que la media de la OEE antes era de 39,61 mientras que la media de la OEE después es de 55,53. Si comparamos los valores mínimos y máximos conseguidos antes de la implementación son de 36,88 y 43,70 respectivamente mientras que después estos valores incrementaron en 52,57 y 58,39, lo que confirma un incremento de la OEE.

4.3 Análisis Inferencial:

A continuación, se describirá el análisis inferencial realizado mediante el SPSS 25 a las hipótesis del presente proyecto:

Análisis de la hipótesis general

Ha: La aplicación del TPM incrementa la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Con el fin de determinar si la data obtenida respecto a la variable de la OEE del antes y después de la aplicación del TPM tiene un comportamiento paramétrico o no paramétrico se iniciará con el análisis de normalidad a través del estadígrafo de Shapiro Wilk, debido a los datos en ambos casos son inferiores a 50.

Regla de decisión:

Si Significancia > 0,05, los datos tienen una conducta paramétrica
 Si Significancia ≤ 0,05, los datos tienen una conducta no paramétrica

Tabla N° 20: Prueba de normalidad de la OEE

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
OEE_Antes	,164	12	,200 [*]	,927	12	,352
OEE_Despues	,153	12	,200 [*]	,920	12	,288

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 20, se observa que el valor de la significancia de la OEE antes de aplicar la mejora es mayor que 0,05 y que el valor de la significancia de la OEE después de aplicar la mejora es mayor a 0,05, por lo tanto, se deduce que los datos son paramétricos.

Contrastación de la Hipótesis general:

Ho: La aplicación del TPM no incrementa la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Ha: La aplicación del TPM incrementa la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{OEE_antes} \geq \mu_{OEE_despues}$$

$$H_a: \mu_{OEE_antes} < \mu_{OEE_despues}$$

$$39.61 \quad 55,52$$

Tabla N° 21: Comparación de la media de la OEE

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	OEE_Antes	39,6142	12	1,99242	,57516
	OEE_Despues	55,5292	12	2,11216	,60973

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 21, Se observa que la media de la OEE antes de aplicar la mejora es 39.61 valor que es inferior al de la media de la OEE después de aplicar la mejora 55.53. Por esta razón, se desestima Ho y se admite Ha.

A fin de corroborar que el análisis es correcto se continúa con el análisis del *p*valor o significancia de los datos de la mejora mediante la prueba del T-Student a ambos valores de la OEE.

Regla de decisión:

Si Significancia $\leq 0,05$, se desestima la Hipótesis nula (Ho)

Si Significancia $> 0,05$, se admite la Hipótesis nula (Ho)

Tabla N° 22: Prueba de T Student de la eficiencia global de los equipos (OEE)

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
Par					Inferior	Superior			
1	OEE_Antes - OEE_Despues	15,91500	2,49075	,71902	17,49755	14,33245	22,134	11	,000

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 22, se puede visualizar que la significancia de la prueba T-Student, aplicada a la eficiencia global de los equipos (OEE) antes y después es de “0.000 “. Por esta razón y en conformidad con la regla de decisión se desestima la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Continuamos con el análisis inferencial de la **primera hipótesis específica**:

Ha: La aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Con el fin de determinar si la data obtenida respecto a la dimensión de disponibilidad del antes y después de la aplicación del TPM tiene un comportamiento para métrico o no paramétrico se iniciará con el análisis de normalidad a través del estadígrafo de Shapiro Wilk, debido a los datos en ambos casos son inferiores a 50.

Regla de decisión:

Si Significancia > 0,05, los datos tienen una conducta paramétrica

Si Significancia ≤ 0,05, los datos tienen una conducta no paramétrica

Tabla N° 23: Prueba de normalidad de la disponibilidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad_Antes	,248	12	,041	,780	12	,006
Disponibilidad_Despues	,330	12	,001	,797	12	,009

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 23, se observa que el valor de la significancia de la disponibilidad antes de aplicar la mejora es menor que 0,05 y que el valor de la significancia de la disponibilidad después de desarrollar la mejora es menor a 0,05, por esta razón, se deduce que los datos son no paramétricos.

Contrastación de la primera hipótesis específica:

Ho: La aplicación del TPM no incrementa la disponibilidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Ha: La aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{\text{Disponibilidad_antes}} \geq \mu_{\text{Disponibilidad_despues}}$$

$$H_a: \mu_{\text{Disponibilidad_antes}} < \mu_{\text{Disponibilidad_despues}}$$

90,31

94,07

Tabla N° 24: Comparación de la media de la disponibilidad

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Disponibilidad_Antes	12	90,3133	3,79868	80,31	93,57
Disponibilidad_Despues	12	94,0708	,97295	92,33	95,05

Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 25: Prueba de rangos con signo de wilcoxon - Disponibilidad

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Disponibilidad_Despues - Disponibilidad_Antes	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	12 ^b	6,50	78,00
	Empates	0 ^c		
	Total	12		

a. Disponibilidad_Despues < Disponibilidad_Antes

b. Disponibilidad_Despues > Disponibilidad_Antes

c. Disponibilidad_Despues = Disponibilidad_Antes

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 24, se observa que la media de la disponibilidad antes de aplicar la mejora es 90,31, valor que es inferior al de la media de la disponibilidad después de aplicar la mejora 94,07. Por esta razón, se desestima H_0 y se admite la H_a .

A fin de corroborar que el análisis es correcto se continúa con el análisis del *pvalor* o significancia de los datos de la mejora mediante la prueba de Wilcoxon a ambos valores de la disponibilidad.

Regla de decisión:

Si Significancia $\leq 0,05$, se desestima la Hipótesis nula (H_0)

Si Significancia $> 0,05$, se admite la Hipótesis nula (H_0)

Tabla N° 26: Prueba de Wilcoxon de la disponibilidad

Estadísticos de prueba^a	
	Disponibilidad_Despues - Disponibilidad_Antes
Z	-3,059 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	.002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 26, se puede visualizar que la significancia de la prueba de Wilcoxon aplicada a la disponibilidad antes y después es de 0,002. Por esta razón y en conformidad con la regla de decisión se desestima la hipótesis nula y se admite H_a .

Continuamos con el análisis inferencial de la **segunda hipótesis específica**:

H_a : La aplicación del TPM incrementa el rendimiento de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Con el fin de determinar si la data obtenida respecto a la dimensión del rendimiento del antes y después de la aplicación del TPM tiene un comportamiento para métrico o no paramétrico se iniciará con el análisis de normalidad a través del estadígrafo de Shapiro Wilk, debido a los datos en ambos casos son inferiores a 50.

Regla de decisión:

Si Significancia $> 0,05$, los datos tienen una conducta paramétrica

Si Significancia $\leq 0,05$, los datos tienen una conducta no paramétrica

Tabla N° 27: Prueba de normalidad del rendimiento

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento_Antes	,155	12	,200 [*]	,963	12	,827
Rendimiento_Despues	,132	12	,200 [*]	,922	12	,303

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 27, se observa que el valor de la significancia del rendimiento antes de aplicar la mejora es mayor que 0,05 y que el valor de la significancia del rendimiento después de aplicar la mejora es mayor a 0,05, por esta razón, se deduce que los datos son paramétricos.

Contrastación de la segunda hipótesis específica:

Ho: La aplicación del TPM no incrementa el rendimiento de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Ha: La aplicación del TPM incrementa el rendimiento de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{\text{Rendimiento_antes}} \geq \mu_{\text{Rendimiento_despues}}$$

$$H_a: \mu_{\text{Rendimiento_antes}} < \mu_{\text{Rendimiento_despues}}$$

71,17

88,75

Tabla N°28: Comparación de la media del rendimiento

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Rendimiento_Antes	71,1783	12	2,19243	,63290
	Rendimiento_Despues	88,7592	12	1,81526	,52402

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 28, se observa que la media del rendimiento antes de aplicar la mejora es 71,17, valor que es inferior al de la media del rendimiento después de aplicar la mejora 88,75. Por esta razón, se desestima Ho y se admite la Ha.

A fin de corroborar que el análisis es correcto se continúa con el análisis del *p*valor o significancia de los datos de la mejora mediante la prueba de T-Student a ambos valores del rendimiento.

Regla de decisión:

Si Significancia $\leq 0,05$, se desestima la Hipótesis nula (H_0)

Si Significancia $> 0,05$, se admite la Hipótesis nula (H_0)

Tabla N° 29: Prueba de T-Student del rendimiento

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Pa r 1	Rendimiento_Antes -	-			-	-	-	1	,000
	Rendimiento_Despues	17,5808	3,19673	,92282	19,6119	15,5497	19,05	1	
		3			4	3	1		

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 29, se puede visualizar que la significancia de la prueba de T-Student aplicada al rendimiento antes y después es de 0,000. Por lo tanto, en conformidad con la regla de decisión se desestima la hipótesis nula y se admite H_a .

Continuamos con el análisis inferencial de la **tercera hipótesis específica**:

H_a : La aplicación del TPM incrementa la calidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Con el fin de determinar si la data obtenida respecto a la dimensión de la calidad del antes y después de la aplicación del TPM tiene un comportamiento para métrico o no paramétrico se iniciará con el análisis de normalidad a través del estadígrafo de Shapiro Wilk, debido a los datos en ambos casos son inferiores a 50.

Regla de decisión:

Si Significancia > 0,05, los datos tienen una conducta paramétrica

Si Significancia \leq 0,05, los datos tienen una conducta no paramétrica

Tabla N° 30: Prueba de normalidad de la calidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Calidad_Antes	,231	12	,078	,824	12	,018
Calidad_Despues	,136	12	,200*	,961	12	,798

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 30, se observa que el valor de la significancia de la calidad antes de aplicar la mejora es menor que 0,05 y que el valor de la significancia de la calidad después de desarrollar la mejora es mayor a 0,05, por esta razón, se deduce que los datos son no paramétricos.

Contrastación de la tercera hipótesis específica:

Ho: La aplicación del TPM no incrementa la calidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Ha: La aplicación del TPM incrementa la calidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{\text{Calidad_antes}} \geq \mu_{\text{Calidad_despues}}$$

$$H_a: \mu_{\text{Calidad_antes}} < \mu_{\text{Calidad_despues}}$$

61,68

66,50

Tabla N° 31: Comparación de la media de la calidad

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Calidad_Antes	12	61,6808	2,64444	58,43	68,76
Calidad_Despues	12	66,5000	1,87582	63,44	69,59

Fuente: Hecho por autor

Tabla N° 32: Prueba de rangos con signo de wilcoxon - Calidad

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Calidad_Despues - Calidad_Antes	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	12 ^b	6,50	78,00
	Empates	0 ^c		
	Total	12		

a. Calidad_Despues < Calidad_Antes

b. Calidad_Despues > Calidad_Antes

c. Calidad_Despues = Calidad_Antes

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 31, Se observa que la media de la calidad antes de aplicar la mejora es 61,68, valor que es inferior al de la media de la calidad después de aplicar la mejora 66,50. Por esta razón, se desestima H_0 y se admite H_a .

Con el objetivo de corroborar que el análisis es correcto se continúa con el análisis del *pvalor* o significancia de los datos de la mejora mediante la prueba de Wilcoxon a ambos valores de la calidad.

Regla de decisión:

Si Significancia $\leq 0,05$, se desestima la Hipótesis nula (H_0)

Si Significancia $> 0,05$, se admite la Hipótesis nula (H_0)

Tabla N° N° 33: Prueba de Wilcoxon de la calidad

Estadísticos de prueba^a	
	Calidad_Despues - Calidad_Antes
Z	-3,059 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Hecho por autor

De la tabla N° 33, se puede visualizar que la significancia de la prueba de Wilcoxon aplicada a la calidad antes y después es de 0,002. Por esta razón y en conformidad con la regla de decisión se desestima H_0 y se admite H_a .

V. DISCUSIÓN

Del presente proyecto de investigación se obtuvieron las siguientes discusiones:

Respecto a la OEE, el presente proyecto logró un incremento de este indicador de un 39,61% antes de la aplicación de la mejora a un 55,53% después del desarrollo de la mejora, obteniendo un incremento de 15.92%, lo cual tiene relación con los resultados obtenidos por Reyes (2019) en su tesis “Aplicación del sistema TPM para mejorar la eficiencia global de los equipos en la empresa Servicios Integrales Diésel S.A.C., Lima-2019”, en donde logró una mejora de la eficiencia global de los equipos (OEE) de 79.54% antes de la mejora, a un 91.30 % después de la mejora, obteniendo un incremento de 11.76% en un periodo de 6 meses, lo que indica que la implementación del TPM influye significativamente en el incremento de la eficiencia global de los equipos (OEE) debido a que reduce las averías de los camiones y permite la estandarización de los procesos.

Siguiendo con la disponibilidad, el presente proyecto logró un incremento de este indicador de un 90,31% antes de la aplicación de la mejora a un 94,07% después del desarrollo de la mejora, obteniendo un incremento de 3,76%, lo cual tiene relación con los resultados obtenidos por Seminario (2017) en su tesis “Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica, Lima – Perú 2017”, en donde logró una mejora de la disponibilidad de 72.40% antes de la mejora, a un 81.97% después de la mejora, obteniendo un incremento de 9.57% en un periodo de 20 semanas, demostrando que la implementación del TPM mejora la disponibilidad de operación de los equipos debido al mantenimiento y auto-mantenimiento programado que se aplica a los camiones.

Asimismo con el índice de rendimiento, el presente proyecto logró un incremento de este indicador de un 71,18% antes de la aplicación de la mejora a un 88.76% después del desarrollo de la mejora, obteniendo un incremento de 17,58% lo cual tiene relación con los resultados obtenidos por La Jara (2018) en su tesis “Aplicación del TPM para mejorar la eficiencia global de los equipos, en una fábrica de alimentos, en el área de hojalatería, Cercado, 2018”, en donde logró una mejora del índice de rendimiento de 82.29% antes de la mejora, a un 90.82% después de la mejora, obteniendo un incremento de 8.53% en un periodo de 78 días, demostrando que la implementación del TPM mejora el índice de

rendimiento de los equipos teniendo como resultado un mejor desempeño de los camiones.

En cuanto al índice de calidad, el presente proyecto logró un incremento de este indicador de un 61.68% antes de la aplicación de la mejora a un 66.50% después del desarrollo de la mejora, obteniendo un incremento de 4.82% lo cual tiene relación con los resultados obtenidos por Alvino (2017) en su tesis “Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorarla eficiencia global de los equipos SEYDEL en el área TOPS de la empresa sudamericana de fibras S.A., Callao, 2017”, en donde logró una mejora del índice de calidad de 97.66% antes de la mejora, a un 99.08% después de la mejora, obteniendo un incremento de 1.42% en un periodo de 6 meses, demostrando que la implementación del TPM mejora el índice de calidad de los equipos teniendo como resultado un disminución en los derrames y averías de los camiones.

VI. CONCLUSIONES

Del presente proyecto de investigación se obtuvo las siguientes conclusiones:

Respecto al objetivo general, se concluyó que la implementación del TPM mejorará la OEE de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021. Obteniendo como resultado un incremento de este indicador de un 39.61% antes de la implementación de la mejora a un 55.53% después de la aplicación de la mejora, con una mejora de 15.92%.

Siguiendo con el primer objetivo específico, se concluyó que la implementación del TPM incrementa la disponibilidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021. Obteniendo como resultado un incremento de este indicador de un 90.31% antes de la aplicación de la mejora a un 94.07% después de la implementación de la mejora, con una mejora de 3.76%.

Asimismo, con el segundo objetivo específico, se concluyó que la implementación del TPM incrementa el rendimiento de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021. Obteniendo como resultado un incremento de este indicador de un 71.18% antes de la aplicación de la mejora a un 88.76% después de la implementación de la mejora, con una mejora de 17.58%.

En cuanto con el tercer objetivo específico, se concluyó que la implementación del TPM incrementa la calidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021. Obteniendo como resultado un incremento de este indicador de un 58.43% antes de la aplicación de la mejora a un 68.76% después de la implementación de la mejora, con una mejora de 4.82%.

VII. RECOMENDACIONES

El proyecto de plantea estas recomendaciones:

En primer lugar, con el fin de incrementar el cobro del servicio brindado se recomienda realizar un DAP a los principales trabajos correctivos que afectan la disponibilidad con el objetivo de identificar y eliminar tareas que no aporten valor a la actividad lo que traduciría como un incremento de la disponibilidad de 1% a 2 %.

En segundo lugar, se recomienda estandarizar los tiempos de ejecución de los trabajos correctivos y de PMs que afectan la disponibilidad con el fin de incrementar la disponibilidad de los equipos.

En tercer lugar, se recomienda establecer un programa para el cambio de herramientas de los mecánicos y operadores considerando que en la relación costo/beneficio del proyecto TPM (Tabla N° 15) existe una proporción favorable para la implementación del TPM.

Por último, se recomienda que el plan de mantenimiento preventivo y autónomo sea revisado y mejorado según las circunstancias y según al análisis que se hagan a los trabajos.

VIII. REFERENCIAS

- Anggarini, D. (2020). 5S Implementation for Improving the Efficiency of Manufacturing Service Division in Tangerang. *Business Innovation and Entrepreneurship Journal*, vol. 2, no. 2, pp. 91-100, DOI 10.35899/biej.v2i2.87.
- Caro, R., & Ortiz, S. (2014). EL INDICADOR DE EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS COMO MÉTRICA PARA LA MEJORA DE PROCESOS. *Aula Dyna*, vol. 89, no. 2, pp. 128-130, DOI: 10.6036/7061.
- Caurin, J. (17 de 03 de 2017). *La auditoría en la empresa*. Recuperado el 03 de 05 de 2020, de emprendepyme: <https://www.emprendepyme.net/auditoria>
- Christiansen, B. (21 de 05 de 2020). *How to improve production with autonomous maintenance*. Obtenido de ManufacturingTomorrow: <https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2020/04/how-to-improve-production-with-autonomous-maintenance-/15214>
- ElPeruano. (22 de 03 de 2021). *El Perú tiene oportunidad de crecimiento con su producción de cobre*. Obtenido de elperuano.pe: <https://elperuano.pe/noticia/117452-el-peru-tiene-oportunidad-de-crecimiento-con-su-produccion-de-cobre#:~:text=21%2F03%2F2021%20El%20precio,de%204%2C617%20a%207%2C964%20d%C3%B3lares>.
- Garcia, C. (28 de 11 de 2016). *Procedimiento de orden de trabajo*. Recuperado el 03 de 05 de 2020, de ingenieriamecanicacol.blogspot.: <https://ingenieriamecanicacol.blogspot.com/2016/11/gestion-logistica-procedimiento-de.html>
- Gestion. (07 de 10 de 2015). *Empresas peruanas están muy por debajo de la productividad que pueden alcanzar, según el BM*. Obtenido de Gestion.pe: <https://gestion.pe/economia/empresas-peruanas-debajo-productividad-alcanzar-bm-101839-noticia/?ref=gesr>
- Gómez, C. (2011). *Mantenimiento Productivo Total. Una visión global*. Lulu.
- Hernán, G. (s.f.). *CONCEPTO DE INSPECCIÓN*. Recuperado el 04 de 05 de 2020, de eumed: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2008c/424/CONCEPTO%20DE%20INSPECCION.htm>
- INEI. (20 de 05 de 2021). *Encuesta mensual del sector servicios*. Obtenido de INEI: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_servicios_6.pdf
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M. (2016). SWOT analysis for Planned Maintenance strategy-a case study. *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, no. 12, pp. 674-679. ISSN 2405-8963. DOI 10.1016/j.ifacol.2016.07.788.
- kamiya, A. (14 de 09 de 2019). *¿Qué es el análisis costo-beneficio?* Recuperado el 04 de 05 de 2020, de crecenegocios: <https://www.crecenegocios.com/analisis-costo-beneficio/>

- Khoryanton, A., Harmanto, S., & Gunawan, I. (2021). Assessment Standards for 5S Implementation on SMEs of Ship Component. *Journal of Southwest Jiaotong University*, vol. 56, no. 2, pp. 32-41, ISSN 0258-2724 DOI 10.35741/issn.0258-2724.56.2.4.
- Lopez, V. (31 de 08 de 2013). *Seguimiento y monitoreo de la planificación estratégica*. Recuperado el 04 de 05 de 2020, de es.slideshare: <https://es.slideshare.net/vecarranza/seguimiento-y-monitoreo-de-la-planificacin-estratgica-utc>
- Mesa, D. (30 de 01 de 2006). *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad*. Recuperado el 02 de 05 de 2020, de dialnet.unirioja: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4830901.pdf>
- Nuño, P. (20 de 04 de 2017). *La auditoría interna*. Recuperado el 05 de 05 de 2020, de emprendepyme: <https://www.emprendepyme.net/auditoria-interna.html>
- Ortega, G. (20 de 11 de 2016). *Mantenimiento y sus tipos*. Recuperado el 03 de 05 de 2020, de Mantenimiento.win: <https://mantenimiento.win/mantenimiento-y-sus-tipos/>
- Prando, R. (1996). *Manual de gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa.
- Riquelme, M. (15 de 07 de 2019). *¿Que Es La Planificación?* Recuperado el 02 de 05 de 2020, de webyempresa: <https://www.webyempresas.com/que-es-la-planificacion/>
- Rizkya, I., Hidayati, N., Sari, R., & Tarigan, U. (2019). Evaluation of The Leading Work Culture 5S in Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 648, no. 1, pp. 1-6, DOI 10.1088/1757-899X/648/1/012003.
- Rizkya, I., Syahputri, K., Sari, R., & Siregar, I. (2019). 5S Implementation in Welding Workshop - a Lean Tool in Waste Minimization. *Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 505, no. 1, pp. 12-18. DOI 10.1088/1757-899x/505/1/012018.
- Salazar, B. (05 de 10 de 2019). *Calculadora MTBF y MTTR*. Recuperado el 02 de 05 de 2020, de ingenieriaindustrialonline: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/calculadoras-y-formatos/calculadora-mtbf-y-mttr/>
- Sánchez, M. (04 de 2013). *Ejemplo de formato de solicitud de mantenimiento*. Recuperado el 04 de 05 de 2020, de ejemplode: https://www.ejemplode.com/11-escritos/2766-ejemplo_de_formato_de_solicitud_de_mantenimiento.html
- Senra, P., Lopes, I., & Oliveira, J. (2017). Supporting maintenance scheduling: a case study. *Procedia Manufacturing*, vol. 11, no. 1, pp. 123-130. ISSN 2351-9789. DOI 10.1016/j.promfg.2017.07.342.
- Sexto, F. (17 de 07 de 2017). *¿CÓMO DETERMINAR LA FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO? SEIS CRITERIOS TÉCNICOS DE DECISIÓN*. Recuperado el 04 de 05 de 2020, de planetrams.iusiani.ulpgc: <http://planetrams.iusiani.ulpgc.es/?p=2062&lang=es>

Sobrino, J. (26 de 01 de 2017). *Confiabilidad vs Disponibilidad*. Recuperado el 02 de 05 de 2020, de alphamanufacturas: <http://www.alphamanufacturas.com/confiabilidad-versus-disponibilidad/>

TMV. (s.f.). *TMV*. Obtenido de TMV: <http://www.tmv.com.mx/servicio-de-mantenimiento-proactivo.html>

ValueKeep. (29 de 03 de 2019). *¿Qué es el MTTR y MTBF?* Recuperado el 02 de 05 de 2020, de valuekeep: <https://www.valuekeep.com/es/recursos/e-books-articulos/que-es-el-mttr-y-mtbf>

Zuniawan, A., Wirawati, S., Saefulah, Fahlevi, M., Purwanto, A., Vizano, N., & Pramono, R. (2020). Did Seiri Seiton Seiso Seiketsu And Shitsuke Affected Medical Health Industry Business Performance? *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, vol. 7, no. 7, pp. 97-114, ISSN 2515-8260.

Anexo 01: Matriz de coherencia interna

Título: Aplicación de TPM para incrementar la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021					
Línea de investigación: Gestión Empresarial y Productiva					
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Población	Técnica e Instrumento
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variable Independiente:	La población está constituida por lo valores semanales de la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de los meses comprendidos entre marzo y agosto con un total de 24 semanas del presente año 2021	Técnicas:
¿Cómo la aplicación del TPM incrementará la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021?	Determinar cómo la aplicación del TPM incrementa la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.	La aplicación del TPM incrementa la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.	TPM (Mantenimiento Productivo Total)		Observación y Análisis documental
Problema Específico:	Objetivo Específico:	Hipótesis Específico:	Variable Dependiente:		Instrumentos:
¿Cómo la aplicación del TPM incrementará la disponibilidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021?	Determinar cómo la aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021	La aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.	OEE (Eficiencia Global de los Equipos)		Guía de Observación (Orden de trabajo y Registro de capacitación de mantenimiento autónomo) y Guía de análisis documental (Reporte de horas por camión inoperativo y reporte diario de camiones lubricadores)
¿Cómo la aplicación del TPM incrementará el rendimiento de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021?	Determinar cómo la aplicación del TPM incrementa el rendimiento de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021	La aplicación del TPM incrementa el rendimiento de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.			
¿Cómo la aplicación del TPM incrementará la calidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021?	Determinar cómo la aplicación del TPM incrementa la calidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021	La aplicación del TPM incrementa la calidad de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021.			

Fuente: Hecho por autor

Anexo 02: Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Variable independiente TPM (Mantenimiento o Productivo Total)	Para Gómez (2010, p. 3), El TPM es una estrategia que consiste en una serie de actividades ordenadas que una vez implementadas mejoran la competitividad de una organización industrial o de servicios.	El TPM está orientado a mejorar la eficiencia de los equipos, esta variable se desarrolla teniendo en cuenta el mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado los cuales serán medidos por un índice de cumplimiento.	Mantenimiento Autónomo	$\text{Índice de Capacitación} = \frac{\text{Aprobados (Nota} \geq 16)}{\text{Personal}} \times 100\%$ <p><i>Aprobados (Nota ≥ 16)</i> = Personal capacitado con notas mayor o igual a 16. <i>Personal</i> = Total de personal por capacitar.</p>	Razón
			Mantenimiento Planificado	$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo Total Disponible} - \text{Tiempo Perdido}}{\text{Número de paradas}} \times 100\%$ <p><i>Tiempo Total Disponible</i> = Horas en que el equipo podría haber estado operando. <i>Tiempo Perdido</i> = Horas en las que el equipo estuvo parada. <i>Número de paradas</i> = Número de averías.</p>	Razón
				$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo}}{\text{Número de acciones de reparación}} \times 100\%$ <p><i>Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo</i> = Tiempo dedicado a la reparación</p>	Razón
Variable dependiente OEE (Eficiencia Global de los Equipos)	Para Caro & Ortiz (2014, p.128) la eficiencia global de los equipos (OEE) es una métrica cuantitativa que no sólo permite controlar y supervisar la productividad de los equipos sino también para controlar los procesos y rendimientos de los mismos.	La eficiencia global de los equipos (OEE), es un sistema de cálculo, el cual se presenta a través de la disponibilidad, rendimiento y calidad.	Disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100\%$ <p><i>TMEF</i> = Tiempo promedio entre fallas. <i>TMER</i> = Tiempo promedio para reparar.</p>	Razón
			Rendimiento	$\text{Índice de Rendimiento (Caudal)} = \frac{\text{Consumo Real}}{\text{Consumo Teórico}} \times 100\%$ <p><i>Caudal Real</i> = Litros / Segundos <i>Caudal Teórico</i> = Litros teóricos / Segundos</p>	Razón
			Calidad	$\text{Índice de Calidad} = \frac{\text{Total de atenciones} - \text{Eventos}}{\text{Total de atenciones}} \times 100\%$ <p><i>Total de atenciones</i> = Total de atenciones generadas por los camiones. <i>Eventos</i> = Derrames por los tanques + mangueras rotas + bombas o pistolas inop.</p>	Razón

Fuente: Hecho por autor

Anexo 03: Instrumentos

Registro de eventos de camiones Lubricadores

	
Registro de Eventos de camiones Lubricadores	
Equipo	Día
N°	Eventos
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
Total de atenciones:	
Índice de Calidad:	

Fuente: SKF del Perú S.A.

Reporte de Horas por camión Inoperativo

SKF					Reporte de Horas por Camión Inoperativo										Rev. 0 3/06/2021		
Fecha	D	Me	Añ	Equip	Supervisor de Guardia	Hora Inicio	Hora Fin 1	Δ Tiempo	Hora Inicio	Hora Fin 2	Δ Tiempo	Tiempo Consider	Motivo	Detalle	Justificación	Asociado	Guardia (Turno)
31-May-21	31	5	2021	SKF506		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
31-May-21	31	5	2021	SKF509		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
31-May-21	31	5	2021	SKF510		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
31-May-21	31	5	2021	SKF507		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
31-May-21	31	5	2021	SKF508		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
1-Jun-21	1	6	2021	SKF506		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
1-Jun-21	1	6	2021	SKF509		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
1-Jun-21	1	6	2021	SKF510		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
1-Jun-21	1	6	2021	SKF507		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
1-Jun-21	1	6	2021	SKF508		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
1-Jun-21	1	6	2021	SKF506		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
1-Jun-21	1	6	2021	SKF509		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
1-Jun-21	1	6	2021	SKF510		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
1-Jun-21	1	6	2021	SKF507		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
1-Jun-21	1	6	2021	SKF508		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
2-Jun-21	2	6	2021	SKF506		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
2-Jun-21	2	6	2021	SKF509		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
2-Jun-21	2	6	2021	SKF510		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
2-Jun-21	2	6	2021	SKF507		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
2-Jun-21	2	6	2021	SKF508		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
2-Jun-21	2	6	2021	SKF506		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
2-Jun-21	2	6	2021	SKF509		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
2-Jun-21	2	6	2021	SKF510		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
2-Jun-21	2	6	2021	SKF507		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
2-Jun-21	2	6	2021	SKF508		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					NOCHE
3-Jun-21	3	6	2021	SKF506		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
3-Jun-21	3	6	2021	SKF509		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
3-Jun-21	3	6	2021	SKF510		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
3-Jun-21	3	6	2021	SKF507		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA
3-Jun-21	3	6	2021	SKF508		00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	00:00	0.00					DIA

Fuente: SKF del Perú S.A.

Registro de capacitación de mantenimiento autónomo

Registro de capacitación de Mantenimiento Autónomo				
N°	Apellidos y Nombres	Asistió a la capacitación	Nota	Estatus
1	Gide Gaus Mejía Mendoza			
2	Giraldo Guerrero Dany Ivan			
3	Quispe Quispe Jose			
4	Infantas Pacheco William Guillermo			
5	Julca Rupay Nilo			
6	Huaroto Falcon Giomar Antonio			
7	Zevallos Mendiz Fernando Ibrahim			
8	Romero Gonzales Raul Giornino			
9	Silva Anaya Miguel Yoston			
10	Espiritu Ancassi Antonio			
11	Jayo Ccaulla Luis Alberto			
12	Duran Jacome Albert Maller			
13	Giraldo Ramirez Romulo Asuncion			
14	Chiquinta Siesquen Anthony Aarom			
15	Mendoza Rodriguez Billi			
16	Carrion Mallqui Jose Carlos			
17	Anaya Garay Nelson Uber			
18	Ruiz Narvaez Jhimy Jheyson			
19	Espinoza Trujillo Edgardo Maglorio			
20	Albornoz Hidalgo Daniel Jhoner			
21	Cacha Vidal Carlos			
22	Villegas Romero Cristian Segundo			
23	Catire Gonzales Hernan			
24	Picon Manrique Eduardo			
25	Tuya Mallqui Ciro			
26	Ortiz Ortiz Jean Carlos			
27	Iber Rufino Illan Cochachin			
28	Huamaliano Espinoza David			
29	Bonilla Jara Emerson			
30	Rojas Huaman Dennis Pavel			

Fuente: Hecho por autor.

Registro de caudal de bombas de aceite Hidráulico

 Registro de Caudal de bombas de aceite Hidráulico					
N°	Día	Equipo	Caudal de Bomba teórico	Caudal de Bomba Real	Índice de Rendimiento
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
OBSERVACIONES:					

Fuente: SKF del Perú S.A.

Anexo 04: Orden de trabajo para PMs



Nº INS - 10 -
020921

**ORDEN DE TRABAJO
DE INSPECCIÓN**

Equipo : **VOLVO FM 500**

Nº INS - 10 - 02092021

No. Activo:

ABIERT
AS

Programado	Fecha	Hora	Realizado	Fecha	Hora	Tiempo de Parada	
Inicio	02/09/2021	08:00:00 AM	Inicio			Contador	
Final	02/09/2021	12:00:00 PM	Final				

Turno 1 Tiempo de Para:

MANO DE OBRA

CARGO	APELLIDOS Y NOMBRES	TIEMPO	FECHA
MECANICO SKF		
MECANICO MANUCCI		
ELECTRICI STA		

TAREAS

COMENTARIOS

ESTRUCTURA Y CHASIS

- () Inspeccionar espejos retrovisores
- () Inspeccionar cremallera de puerta
- () Inspeccionar bisagra de capot
- () Inspeccionar seguro de capot
- () Inspeccionar amortiguador de cabina
- () Inspeccionar estabilizador de cabina
- () Inspeccionar asiento y soporte del operador
- () Inspeccionar estado de mascara del capot
- () Inspeccionar soporte de cabina
- () Inspeccionar puentes del chasis
- () Inspeccionar soporte de bogie
- () Inspeccionar bastidor

MOTOR DIESEL

- () Limpiar filtro de aire primario
- () Inspeccionar abrazadera(s) de manguera(s) de admisión
- () Inspeccionar estado del turboalimentador
- () Inspeccionar y limpiar panel de radiador
- () Inspeccionar ajuste de pernos del múltiple de admisión y escape
- () Inspeccionar soporte(s) de tubo de escape/silenciador
- () Eliminar fugas de combustible, aire y aceite
- () Drenar filtro separador de agua
- () Revisar y calibrar balancines
- () Verificar estado y tension de faja(s) de alternador
- () Inspeccionar rodaje de templador de faja de ventilador
- () Inspeccionar nivel de refrigerante (rellenar si es necesario)

SISTEMA DE DIRECCIÓN

- () Eliminar fugas de aceite
- () Inspeccionar nivel de aceite de dirección hidráulica
- () Inspeccionar barras de dirección larga/corta
- () Inspeccionar juego axial de pin(es)
- () Inspeccionar estado de eje frontal

SISTEMA DE FRENOS

- () Inspeccionar fugas de aceite del compresor al sistema de aire
- () Inspeccionar fugas de aire por cañerías
- () Inspeccionar y/o eliminar fugas de aire por maxibrake
- () Inspeccionar zapatas de freno
- () Inspeccionar resorte de freno de servicio
- () Inspeccionar pin y bocina de ratchet
- () Regular sistema de frenos
- () Inspeccionar presión de aire del compresor
- () Inspeccionar estado de válvula sensible

SISTEMA DE SUSPENSIÓN

- () Inspeccionar barra(s) de torsión
- () Inspeccionar goma de barra de reacción
- () Inspeccionar amortiguador
- () Inspeccionar muelle(s)
- () Inspeccionar soporte de amortiguador(es)
- () Inspeccionar soporte(s) de barra(s) de torsión
- () Inspeccionar resorte(s) progresivo(s)

SISTEMA DE TRANSMISIÓN

- () Inspeccionar nivel de aceite de corona(s) y cubo(s) (rellenar si es necesario)
- () Inspeccionar nivel de líquido de embrague
- () Inspeccionar soporte de caja de cambios
- () Inspeccionar ajuste de pernos de campana
- () Verificar funcionamiento del pedal de embrague
- () Verificar carrera de horquilla/servoembrague
- () Inspeccionar nivel de aceite de la caja de cambios (rellenar si es necesario)
- () Inspeccionar ajuste de pernos de bridas del árbol de transmisión
- () Inspeccionar crucetas del árbol de transmisión
- () Inspeccionar alineación y soportes del árbol de transmisión

SISTEMA ELÉCTRICO

- () Verificar nivel de electrolito, cables, bornes y guarda de baterías
- () Verificar funcionamiento de arrancador y soporte
- () Verificar funcionamiento de alternador (voltaje a la salida) y soporte
- () Verificar faros delanteros, posteriores y de peligro
- () Inspeccionar cables eléctricos en general
- () Inspeccionar limpiaparabrisas
- () Verificar funcionamiento de manómetro(s)
- () Verificar funcionamiento de sensores y conectores en general

SISTEMA HIDRÁULICO PTO (MANGUERAS)

- () **COMPRESOR**
- () Revisar fugas de aceite y aire

- () Verificar nivel de aceite hidráulico (rellenar si es necesario)
- () Inspeccionar pernos de anclaje sueltos
- () Revisar funcionamiento de valvula de mando de carga compresor
- () Revisar conectores sueltos del sistema de control
- () Inspeccionar estado del acople con el motor

MANGUERAS

- () Inspeccionar Manguera de despacho de grasa Presión 1/2"
- () Inspeccionar Manguera de despacho de grasa Caudal 1"
- () Inspeccionar Manguera de refrigerante de 1/2"
- () inspeccionar Manguera de Aire de 3/8"
- () Inspeccionar Manguera de Aceite Usado 1"
- () Inspeccionar y Verificar Rozaduras de mangueras
- () Inspeccionar Desplazamientos de los recubrimientos interiores o exteriores.
- () Inspeccionar o deterioros o daños físicos al recubrimiento exterior y carcasa.
- () Inspeccionar Corrosión o abrasión del alambre externo

Fuente: Hecho por autor.

Anexo 05: Registro de capacitación de introducción al TPM

SKF		REGISTRO DE ASISTENCIA			Código:	F.05 - P.0810	
					Versión:	02	
					Válida desde:	01.07.2017	
RAZÓN SOCIAL:		SKF del Perú S.A.	RUC:		2019902033		
DIRECCIÓN:		Av. República de Panamá N° 3545, oficina 1002		N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL:			
ACTIVIDAD ECONÓMICA:		Empresa comercializadora e importadora de productos mayoristas					
TEMA:		Introducción al TPM				<input type="checkbox"/> INDUCCIÓN <input checked="" type="checkbox"/> CAPACITACIÓN <input type="checkbox"/> ENTRENAMIENTO <input type="checkbox"/> SIMULACRO DE EMERGENCIA <input type="checkbox"/> OTRO	
FECHA:		31/05/2021	HORA INICIO:	10:00 am	HORA DE TÉRMINO:	11:00 am	
LUGAR:		Oficinas Lubricación					
EXPOSITOR:		Jhonattan Angeles Utrera					
CARGO:		Planificador	EMPRESA:	SKF	FIRMA:		
N°	EMPRESA	APELLIDOS Y NOMBRES	N° D.U.I.	PUESTO	ÁREA	FIRMA	CÓMO SE SIENTE HOY?
1	SKF	Dairo Anaya Miguel	42066106	tec. l.	mantto		
2	SKF	Days Luciano Curo	7266106	tec. lub	mantto		
3	SKF	Catire Gonzalez Hernan	46199051	T. lub.	mantto		
4	SKF	Carrión Mallqui Jose	40326574	t. lubn	Mantto		
5	SKF	Acosta Paz Marco	41598107	tec. lubr.	Mantto		
6	SKF	Villagras Ramo, Cristian	42284139	tec. lubr.	Plantación		
7	SKF	Gonzales Chinchay Esteban	47545415	tec. lubr.	Mantto		
8	SKF	Hernandez Rodriguez Billi	42762256	tec. lub	Mantto		
9	SKF	KEVIN HERNANDEZ GOMEZ	31683113	tec. lub	MANTTO		
10	SKF	JAYO CASHA LUIS	43803155	tec. lub	Mantto		
11	SKF	Huanga Mendez Leonardo	32047162	tec. lub	Mantto		
12	SKF	Silva Soto Miguel	46380757	tec. lub	Mantto		
13	SKF	Oliveros Rodriguez Jose	40654900	OP. COM.	MANTTO		
14	SKF	Alvarez Manrique Angel	7155442	E. de -	Mantto		
15	SKF	BERNARD BARRAL CURO	47910508	COMUNICACION	Mantto		
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
		<input type="checkbox"/> El colaborador está apto para realizar sus actividades diarias.		<input type="checkbox"/> El responsable de la capacitación deberá conversar con el colaborador, en caso de haberlo no ejecutar la actividad y asignar actividades de menor riesgo.		<input type="checkbox"/> Presencia de orientación y acompañamiento. No ejecutar la actividad, en caso sea necesario acompañarlo al servicio especializado e informar a la dirección de salud.	
RESPONSABLE DEL REGISTRO							
Nombre:		Dómaris Injantes Roque		Fecha:		01/06/2021	
Cargo:		A. SSOTA		Firma:			

Fuente: SKF del Perú

Anexo 06: Certificados de validez de instrumentos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Productivo Total (TPM)							
Dimensión 1: Mantenimiento autónomo $\text{Índice de Capacitación} = \frac{\text{Aprobados (Nota} \geq 16)}{\text{Personal}} \times 100\%$ <p><i>Aprobados (Nota ≥ 16)</i> = Personal capacitado con notas mayor o igual a 16. <i>Personal</i> = Total de personal por capacitar.</p>	X		X		X		
Dimensión 2: Mantenimiento Planificado $MTBF = \frac{\text{Tiempo Total Disponible} - \text{Tiempo Perdido}}{\text{Número de paradas}}$ <p><i>Tiempo Total Disponible</i> = Horas en que el equipo podría haber estado operando. <i>Tiempo Perdido</i> = Horas en las que el equipo estuvo parada. <i>Número de paradas</i> = Número de averías.</p> <hr/> $MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo}}{\text{Número de acciones de reparación}}$ <p><i>Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo</i> = Tiempo dedicado al reparación</p>	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	X		X		X		
Dimensión 1: Disponibilidad $\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$ <p><i>TMEF</i> = Tiempo promedio entre fallas. <i>TMER</i> = Tiempo promedio para reparar.</p>	X		X		X		
Dimensión 1: Rendimiento $\text{Índice de Rendimiento}_{(\text{Caudal})} = \frac{\text{Caudal Real}}{\text{Caudal Teórico}} \times 100\%$ <p><i>Caudal Real</i> = Litros / segundos <i>Caudal Teórico</i> = Litros teóricos / Segundos</p>	X		X		X		
Dimensión 2: Calidad $\text{Índice de Calidad} = \frac{\text{Total de atenciones} - \text{Eventos}}{\text{Total de atenciones}} \times 100\%$ <p><i>Total de atenciones</i> = Total de atenciones generadas por los camiones. <i>Eventos</i> = Derrames por los tanques + mangueras rotas + bombas o pistolas inop.</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. Mgtr ING. QUIROZ CALLE JOSE SALOMÓN DNI: 06262489

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

Ate, 01 setiembre del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Productivo Total (TPM)							
<p>Dimensión 1: Mantenimiento autónomo</p> $\text{Índice de Capacitación} = \frac{\text{Aprobados (Nota} \geq 16)}{\text{Personal}} \times 100\%$ <p><i>Aprobados (Nota ≥ 16)</i> = Personal capacitado con notas mayor o igual a 16. <i>Personal</i> = Total de personal por capacitar.</p>	X		X		X		
<p>Dimensión 2: Mantenimiento Planificado</p> $\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo Total Disponible} - \text{Tiempo Perdido}}{\text{Número de paradas}}$ <p><i>Tiempo Total Disponible</i> = Horas en que el equipo podría haber estado operando. <i>Tiempo Perdido</i> = Horas en las que el equipo estuvo parada. <i>Número de paradas</i> = Número de averías.</p> <hr/> $\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo}}{\text{Número de acciones de reparación}}$ <p><i>Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo</i> = Tiempo dedicado a la reparación</p>	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad							
<p>Dimensión 1: Disponibilidad</p> $\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100\%$ <p><i>TMEF</i> = Tiempo promedio entre fallas. <i>TMER</i> = Tiempo promedio para reparar.</p>	X		X		X		
<p>Dimensión 1: Rendimiento</p> $\text{Índice de Rendimiento}_{(\text{Caudal})} = \frac{\text{Caudal Real}}{\text{Caudal Teórico}} \times 100\%$ <p><i>Caudal Real</i> = Litros / segundos <i>Caudal Teórico</i> = Litros teóricos / Segundos</p>	X		X		X		
<p>Dimensión 2: Calidad</p> $\text{Índice de Calidad} = \frac{\text{Total de atenciones} - \text{Eventos}}{\text{Total de atenciones}} \times 100\%$ <p><i>Total de atenciones</i> = Total de atenciones generadas por los camiones. <i>Eventos</i> = Derrames por los tanques + mangueras rotas + bombas o pistolas inop.</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. ING. JORGE CACERES TRIGOSO DNI: 07305972

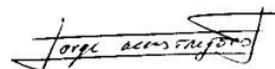
Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL - MBA

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Productivo Total (TPM)							
<p>Dimensión 1: Mantenimiento autónomo</p> $\text{Índice de Capacitación} = \frac{\text{Aprobados (Nota} \geq 16)}{\text{Personal}} \times 100\%$ <p><i>Aprobados (Nota ≥ 16)</i> = Personal capacitado con notas mayor o igual a 16. <i>Personal</i> = Total de personal por capacitar.</p>	X		X		X		
<p>Dimensión 2: Mantenimiento Planificado</p> $\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo Total Disponible} - \text{Tiempo Perdido}}{\text{Número de paradas}}$ <p><i>Tiempo Total Disponible</i> = Horas en que el equipo podría haber estado operando. <i>Tiempo Perdido</i> = Horas en las que el equipo estuvo parada. <i>Número de paradas</i> = Número de averías.</p> <hr/> $\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo}}{\text{Número de acciones de reparación}}$ <p><i>Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo</i> = Tiempo dedicado a la reparación</p>	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	X		X		X		
<p>Dimensión 1: Disponibilidad</p> $\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100\%$ <p><i>TMEF</i> = Tiempo promedio entre fallas. <i>TMER</i> = Tiempo promedio para reparar.</p>	X		X		X		
<p>Dimensión 1: Rendimiento</p> $\text{Índice de Rendimiento}_{(\text{Caudal})} = \frac{\text{Caudal Real}}{\text{Caudal Teórico}} \times 100\%$ <p><i>Caudal Real</i> = Litros / segundos <i>Caudal Teórico</i> = Litros teóricos / Segundos</p>	X		X		X		
<p>Dimensión 2: Calidad</p> $\text{Índice de Calidad} = \frac{\text{Total de atenciones} - \text{Eventos}}{\text{Total de atenciones}} \times 100\%$ <p><i>Total de atenciones</i> = Total de atenciones generadas por los camiones. <i>Eventos</i> = Derrames por los tanques + mangueras rotas + bombas o pistolas inop.</p>	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. MG. ING. FREDDY RAMOS HARADA DNI: 07823251

Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante.

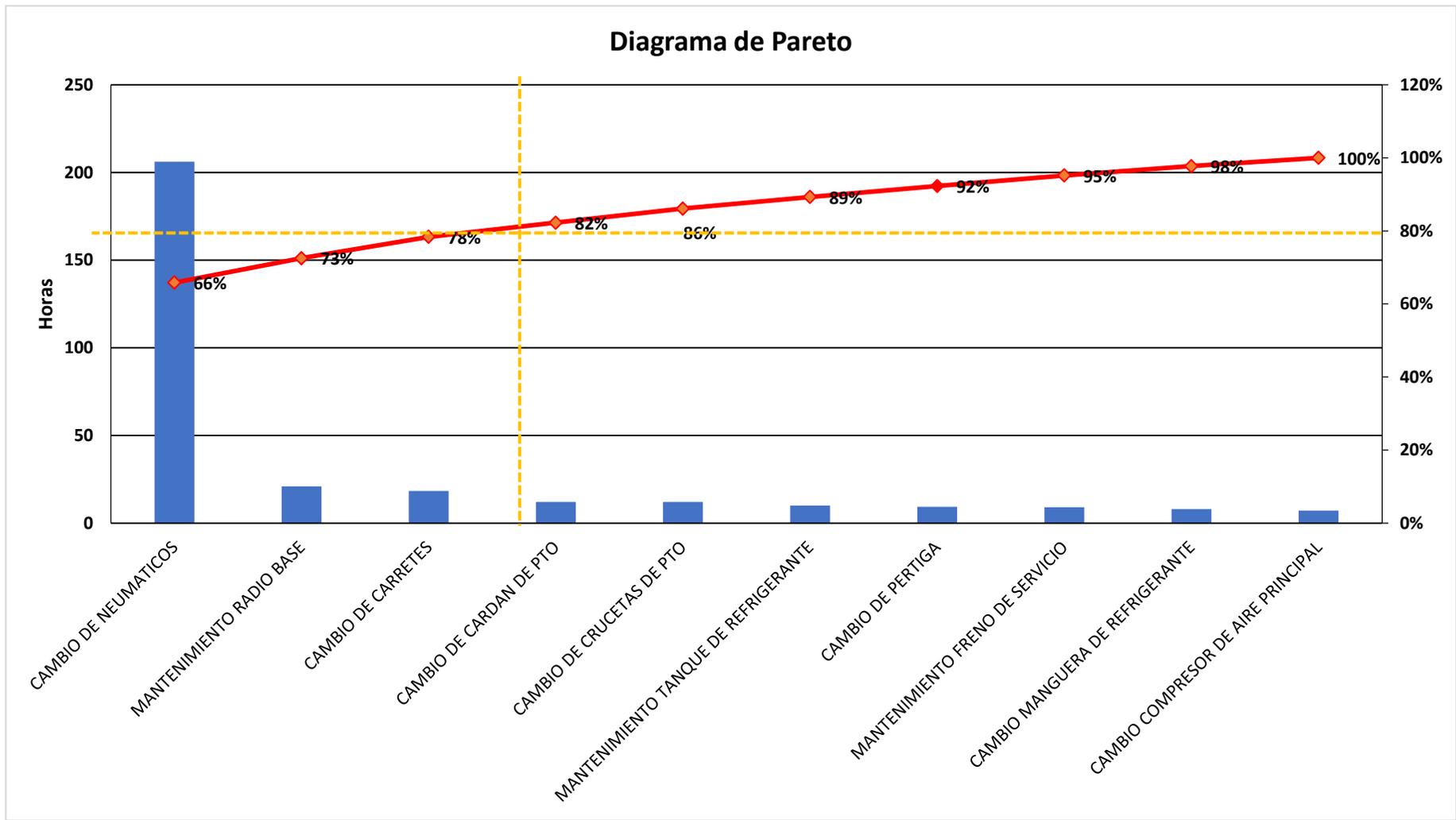
Anexo 07: Ordenes de trabajo de eventos reportados

N°	OT	Descripción de OT	Equipo	Estado
1	1210	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO HD10W	SKF506	Cerrado
2	1217	CAMBIAR CONTOMETRO DE SISTEMA DE ACEITE MMC	SKF506	Cerrado
3	1220	CAMBIAR CONTOMETRO DE SISTEMA DE ACEITE HD60	SKF506	Cerrado
4	1224	CAMBIAR MANGUERA DE SISTEMA DE ACEITE 5W40	SKF506	Cerrado
5	1225	CAMBIAR MANGUERA DE SISTEMA DE ACEITE HD30	SKF506	Cerrado
6	1228	ENGRASAR PTO	SKF506	Cerrado
7	1236	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO HD10W	SKF506	Cerrado
8	1244	CAMBIAR CARRETE DE SISTEMA DE ACEITE HD 10W	SKF506	Cerrado
9	1247	CAMBIAR CARRETE DE SISTEMA DE ACEITE HD 5W40	SKF506	Cerrado
10	1249	CAMBIAR CARRETE DE SISTEMA DE ACEITE HD60	SKF506	Cerrado
11	1261	CAMBIAR PERTIGA	SKF506	Cerrado
12	1211	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO MMC	SKF507	Cerrado
13	1221	CAMBIAR CONTOMETRO DE SISTEMA DE ACEITE SHC 629	SKF507	Cerrado
14	1227	CAMBIAR MANGUERA DE SISTEMA DE ACEITE SHC 629	SKF507	Cerrado
15	1229	ENGRASAR PTO	SKF507	Cerrado
16	1239	CAMBIAR BOMBA DE ACEITE HIDRAULICA DE ACEITE HD10W	SKF507	Cerrado
17	1240	CAMBIAR BOMBA DE GRASA XHP 222	SKF507	Cerrado
18	1242	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO 5W40	SKF507	Cerrado
19	1251	CAMBIAR FAROS NEBLINEROS	SKF507	Cerrado
20	1257	CAMBIAR PERTIGA	SKF507	Cerrado
21	1230	ENGRASAR PTO	SKF508	Cerrado
22	1233	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO SHC ATF220	SKF508	Cerrado
23	1234	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO XP 320	SKF508	Cerrado
24	1235	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO XP 460	SKF508	Cerrado
25	1237	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO HD10W	SKF508	Cerrado
26	1254	CAMBIAR FARO DELANTERO LH	SKF508	Cerrado
27	1256	CAMBIAR FARO DELANTERO RH	SKF508	Cerrado
28	1258	CAMBIAR PERTIGA	SKF508	Cerrado
29	1213	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO HD30	SKF509	Cerrado
30	1215	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO SHC 629	SKF509	Cerrado
31	1218	CAMBIAR CONTOMETRO DE SISTEMA DE ACEITE 5W40	SKF509	Cerrado
32	1226	CAMBIAR MANGUERA DE SISTEMA DE ACEITE HD 60	SKF509	Cerrado
33	1231	ENGRASAR PTO	SKF509	Cerrado
34	1241	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO 5W40	SKF509	Cerrado
35	1243	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO 5W40	SKF509	Cerrado
36	1246	CAMBIAR CARRETE DE SISTEMA DE ACEITE HD 5W40	SKF509	Cerrado
37	1250	CAMBIAR CARRETE DE SISTEMA DE ACEITE HD60	SKF509	Cerrado
38	1252	CAMBIAR FAROS NEBLINEROS	SKF509	Cerrado
39	1253	CAMBIAR FARO DELANTERO LH	SKF509	Cerrado
40	1255	CAMBIAR FARO DELANTERO RH	SKF509	Cerrado
41	1259	CAMBIAR PERTIGA	SKF509	Cerrado

42	1212	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO 5W40	SKF510	Cerrado
43	1214	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO HD60	SKF510	Cerrado
44	1216	CAMBIAR CONTOMETRO DE SISTEMA DE ACEITE HD10W	SKF510	Cerrado
45	1219	CAMBIAR CONTOMETRO DE SISTEMA DE ACEITE HD30	SKF510	Cerrado
46	1222	CAMBIAR MANGUERA DE SISTEMA DE ACEITE MMC	SKF510	Cerrado
47	1223	CAMBIAR MANGUERA DE SISTEMA DE ACEITE HD10W	SKF510	Cerrado
48	1232	ENGRASAR PTO	SKF510	Cerrado
49	1238	CAMBIAR VALVULA DE PISTOLA DE ABASTECIMIENTO HD10W	SKF510	Cerrado
50	1245	CAMBIAR CARRETE DE SISTEMA DE ACEITE HD 10W	SKF510	Cerrado
51	1248	CAMBIAR CARRETE DE SISTEMA DE ACEITE HD 5W40	SKF510	Cerrado
52	1260	CAMBIAR PERTIGA	SKF510	Cerrado

Fuente: Hecho por autor.

Anexo 09: Diagrama de parteo de principales fallas



Fuente: Hecho por autor.

Anexo 10: DAP - Cambio de neumático antes -después

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO							
UBICACIÓN:	Taller de mecánicos	ACTIVIDAD			MÉTODO ACTUAL		
ACTIVIDAD:	Cambio de neumáticos	OPERACIÓN	●		37		
		TRANSPORTE	➔		8		
		DEMORA	◐		6		
		INSPECCIÓN	■		2		
		ALMACÉN	▼		7		
		TIEMPO (MIN)				60	
		DISTANCIA (MTS)				36	
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLOS					TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)
	●	➔	◐	■	▼		
INGRESO DE CAMIÓN A TALLER						2	
TRASLADO A ALMACEN DE HERRAMIENTAS						2	10
RETIRO DE HERRAMIENTAS DE ALMACEN						2	
TRASLADO A TALLER						2	10
TRASLADO A ALMACEN DE NEUMATICOS						1	3
RETIRO DE NEUMATICOS DE ALMACEN						2	
TRASLADO A TALLER						1	3
ARMADO DE NEUMATICOS						20	
INSPECCIÓN DE NEUMATICO A RETIRAR						2	
RETIRO DE NUEMATICO DE CAMIÓN LUBRICADOR						8	
ESPERA DE RECARGA DE COMPRESORA						4	
MONTAJE DE NEUMATICO NUEVO						7	
RETIRO DE HERRAMIENTAS						2	
TRASLADO A ALMACEN DE HERRAMIENTAS						2	10
GUARDAR HERRAMIENTAS EN ALMACEN						3	

Fuente: Hecho por autor.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO							
UBICACIÓN:	Taller de mecánicos	ACTIVIDAD			MÉTODO ACTUAL		
ACTIVIDAD:	Cambio de neumáticos	OPERACIÓN		17			
	TRANSPORTE		8				
	DEMORA		2				
	INSPECCIÓN		2				
	ALMACÉN		7				
	TIEMPO (MIN)				36		
	DISTANCIA (MTS)				36		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLOS					TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)
							
INGRESO DE CAMIÓN A TALLER						2	
TRASLADO A ALMACEN DE HERRAMIENTAS						2	10
RETIRO DE HERRAMIENTAS DE ALMACEN						2	
TRASLADO A TALLER						2	10
TRASLADO A ALMACEN DE NEUMATICOS						1	3
RETIRO DE NEUMATICOS DE ALMACEN						2	
TRASLADO A TALLER						1	3
INSPECCIÓN DE NEUMATICO A RETIRAR						2	
RETIRO DE NUEMATICO DE CAMIÓN LUBRICADOR						8	
MONTAJE DE NEUMATICO NUEVO						7	
RETIRO DE HERRAMIENTAS						2	
TRASLADO A ALMACEN DE HERRAMIENTAS						2	10
GUARDAR HERRAMIENTAS EN ALMACEN						3	

Fuente: Hecho por autor.

Anexo 11: DAP - PM antes - después

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO							
UBICACIÓN:	Taller de mecánicos	ACTIVIDAD			MÉTODO ACTUAL		
ACTIVIDAD:	Cambio de neumáticos	OPERACIÓN	●		185		
		TRANSPORTE	➔		30		
		DEMORA	⏸		22		
		INSPECCIÓN	⏴		60		
		ALMACÉN	⏵		7		
		TIEMPO (MIN)			304		
		DISTANCIA (MTS)			48		
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLOS					TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)
	●	➔	⏸	■	▼		
TRASLADO DE EQUIPO A LAVADERO		■				10	
LAVADO DE EQUIPO			■			20	
TRASLADO A TALLER		■				10	
INGRESO DE CAMIÓN A TALLER			■			2	
TRASLADO A ALMACEN DE REPUESTOS		■				2	9
RETIRO DE REPUESTOS DE ALMACEN					▼	2	
TRASLADO A TALLER		■				2	9
TRASLADO A ALMACEN DE HERRAMIENTAS		■				2	10
RETIRO DE HERRAMIENTAS DE ALMACEN					▼	2	
TRASLADO A TALLER		■				2	10
CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR VDS 4	■					10	
CAMBIO DE KIT P2 (FILTROS)	■					30	
CAMBIO DE FILTRO DE AIRE PRIMARIO	■					10	
CAMBIO DE REFRIGERANTE ANTICORROSIVO	■					25	
CAMBIO DE FILTRO SECADOR DE AIRE	■					15	
CAMBIO DE ACEITE DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA	■					20	
CAMBIO DE FILTRO DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA	■					15	
ENGRASAR CHASIS / CABINA	■					30	
CAMBIO DE FILTREO DE ADBLUE	■					10	
ENGRASAR CARDANES	■					15	
INSPECCIÓN BÁSICA				■		60	
RETIRO DE HERRAMIENTAS	■					5	
TRASLADO A ALMACEN DE HERRAMIENTAS		■				2	10
GUARDAR HERRAMIENTAS EN ALMACEN					▼	3	

Fuente: Hecho por autor.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO							
UBICACIÓN:	Taller de mecánicos	ACTIVIDAD			MÉTODO ACTUAL		
ACTIVIDAD:	Cambio de neumáticos	OPERACIÓN	●		185		
		TRANSPORTE	→		10		
		DEMORA	⏸		2		
		INSPECCIÓN	⏴		60		
		ALMACÉN	▼		7		
		TIEMPO (MIN)				264	
		DISTANCIA (MTS)				48	
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLOS					TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)
	●	→	⏸	■	▼		
INGRESO DE CAMIÓN A TALLER						2	
TRASLADO A ALMACEN DE REPUESTOS						2	9
RETIRO DE REPUESTOS DE ALMACEN						2	
TRASLADO A TALLER						2	9
TRASLADO A ALMACEN DE HERRAMIENTAS						2	10
RETIRO DE HERRAMIENTAS DE ALMACEN						2	
TRASLADO A TALLER						2	10
CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR VDS 4						10	
CAMBIO DE KIT P2 (FILTROS)						30	
CAMBIO DE FILTRO DE AIRE PRIMARIO						10	
CAMBIO DE REFRIGERANTE ANTICORROSIVO						25	
CAMBIO DE FILTRO SECADOR DE AIRE						15	
CAMBIO DE ACEITE DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA						20	
CAMBIO DE FILTRO DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA						15	
ENGRASAR CHASIS / CABINA						30	
CAMBIO DE FILTREO DE ADBLUE						10	
ENGRASAR CARDANES						15	
INSPECCIÓN BÁSICA						60	
RETIRO DE HERRAMIENTAS						5	
TRASLADO A ALMACEN DE HERRAMIENTAS						2	10
GUARDAR HERRAMIENTAS EN ALMACEN						3	

Fuente: Hecho por autor.

Anexo 12: Confiabilidad de instrumento

CARTA DE PRESENTACIÓN

ING. Jhon Bonifaz Quispe

Presente

Asunto: CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Es muy grato comunicarnos con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que mi persona: Jhonnatan Alexander Angeles Liñan, estudiante del programa de titulación de Ingeniería Industrial en la sede Ate, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación con la cual optaré por mi título universitario.

El título de la tesis de investigación es: "Aplicación de TPM para incrementar la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A.- 2021", y siendo imprescindible contar con la aprobación de un representante de la empresa donde se realiza la investigación, para aplicar los instrumentos en mención.

El siguiente documento contiene los siguientes elementos:

- Certificado de validez de contenido del instrumento
- Formatos usados para recolección de datos.

Sin otro particular quedo atento a la espera de su respuesta.



Jhon Bonifaz Quispe

DNI: 47523027

Fuente: Hecho por el autor.

Anexo 13: Resumen de coincidencias

The image shows a Turnitin Feedback Studio interface. On the left, a thesis document is displayed with the following text:

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"Aplicación de TPM para incrementar la eficiencia global de los camiones lubricadores volvo de la empresa SKF del Perú S.A. - 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
 Br. Angeles Liñan, Jhonnatan Alexander (ORCID: 0000-0002-7289-2381)

ASESOR:
 Mgr. Ramos Harada, Freddy Armado (ORCID: 0000-0002-3619-5140)

On the right, a 'Resumen de coincidencias' (Similarity Report) sidebar is open, showing a total similarity of 23%. The report lists the following sources and their respective percentages:

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	13 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	5 %
3	www.clubensayos.com Fuente de Internet	1 %
4	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
5	pt.scribd.com Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1 %
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %

Fuente: Turnitin.