



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área
de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos,
2020**

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

AUTORAS:

Milla Tarazona, Talía Lizet (ORCID: 0000-0001-7843-5352)

Ramos Albarrán, Gillian Gianella (ORCID: 0000-0002-8009-3774)

ASESOR:

Mgtr. Paz Campaña, Augusto Edward (ORCID: 0000-0001-9751-1365)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva.

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta Tesis se lo dedicamos primeramente a Dios por habernos permitido el privilegio de estudiar y habernos brindado buena salud, para seguir adelante cada día y poder lograr nuestras metas.

A nuestros padres por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante, pero más que nada, por su amor incondicional.

A nuestro docente por brindarnos su guía y sabiduría en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Agradecimiento

Primero dar gracias a Dios, por estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que son nuestro soporte y compañía durante este periodo de estudio.

A nuestros padres quienes a lo largo de toda nuestra vida han apoyado y motivado para lograr nuestros objetivos. A nuestro asesor, a quien le debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias por su paciencia y enseñanza.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	9
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1 Tipo y diseño de investigación	23
3.2. Variables y operacionalización.....	24
3.3 Población, muestra y muestreo.....	26
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5 Procedimientos.....	28
3.6 Métodos de análisis de datos.....	58
3.7 Aspectos éticos.....	58
IV. RESULTADOS.....	59
V. DISCUSIÓN.....	74
VI. CONCLUSIÓN.....	77
VII. RECOMENDACION.....	79
REFERENCIAS	81
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Productividad actual de la empresa Comacsa (Pre- test)	30
TABLA 2. Recursos y materiales	36
TABLA 3. Resumen de recursos y presupuestos.....	37
TABLA 4. Costos tangibles e intangibles	37
TABLA 5. Resumen de costos tangibles e intangibles.....	37
TABLA 6. Cronograma de ejecución.....	38
TABLA 7. Formato de tabla de anomalías	40
TABLA 8. Matriz de prioridades para la eliminación de difícil acceso	40
TABLA 9. Costos tangibles e intangibles	41
TABLA 10. Estándar de inspección, limpieza, lubricación	41
TABLA 11. Plan de formación y entrenamiento	42
TABLA 12. Lista de verificación 5S.....	44
TABLA 13. Hoja de auditoría de mantenimiento autónomo	45
TABLA 14. Check list de inspección	46
TABLA 15. Diagrama de barras de criticidad de fallas.....	47
TABLA 16. Matriz AMEF	48
TABLA 17. Orden de trabajo.....	49
TABLA 18. Reporte de averías	50
TABLA 19. Medición de la productividad después de la mejora	51
TABLA 20. Resumen de datos pre y post test de la productividad	53
TABLA 21. Análisis económico financiero	54
TABLA 22. Beneficio del TPM	55
TABLA 23. Flujo de caja.....	56
TABLA 24. Cálculo de VAN Y TIR	57
TABLA 25. Relación costo beneficio.....	57
TABLA 26. Estadístico descriptivo productividad.....	60
TABLA 27. Estadístico descriptivo eficiencia	62
TABLA 28. Estadístico descriptivo eficacia.....	64
TABLA 29. Prueba de normalidad	66
TABLA 30. Estadígrafo	66
TABLA 31. Prueba de normalidad de productividad	67
TABLA 32. Análisis de medias – productividad	68
TABLA 33. Análisis de significancia Wilcoxon – productividad	68

TABLA 34. Prueba de normalidad – eficiencia	69
TABLA 35. Análisis de medias – eficiencia.....	70
TABLA 36. Análisis de significancia Wilcoxon – eficiencia	71
TABLA 37. Prueba de normalidad – eficacia	72
TABLA 38. Análisis de medias – Eficacia	72
TABLA 39. Análisis de significancia Wilcoxon – Eficacia	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

FIGURA 1. Diagrama de Ishikawa	7
FIGURA 2. Diagrama de Pareto	8
FIGURA 3: Los ocho pilares de TPM.....	13
FIGURA 4: Mantenimiento autónomo	16
FIGURA 5: Mantenimiento Predictivo	17
FIGURA 6: Productividad.....	18
FIGURA 7: Productividad.....	19
FIGURA 8: Componentes de la productividad	19
FIGURA 9: Maquinarias de línea amarilla.....	29
FIGURA 10: Organigrama de la empresa COMACSA.....	33
FIGURA 11: Diagrama de operaciones del área de mantenimiento	34
FIGURA 12: Principales productos	35
FIGURA 13: Diagrama de barras de criticidad.....	47
FIGURA 14: Eficiencia después de la mejora	52
FIGURA 15: Eficacia después de la mejora.....	52
FIGURA 16: Productividad después de la mejora	53
FIGURA 17: Productividad Pre-Test	61
FIGURA 18: Productividad Post -Test	61
FIGURA 19: Eficiencia Pre-Test	63
FIGURA 20: Eficiencia Post-Test.....	63
FIGURA 21: Eficacia Pre-Test	65
FIGURA 22: Eficacia Post-Test.....	65

RESUMEN

La investigación se basó en determinar como la implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los Olivos, 2020, motivo por el cual se tomó como variable independiente al Mantenimiento Productivo Total y como variable dependiente a la productividad, con sus respectivas dimensiones cada una. Asimismo, esta investigación determino a su población y muestra al registro de mantenimientos realizados a las maquinarias de línea amarilla en el área de mantenimiento mecánico, estos datos se obtuvieron mediante la técnica de la observación y como herramienta la ficha de recolección de datos. En este estudio se emplea al tipo de investigación aplicada, diseño cuasiexperimental, nivel explicativo y por último el enfoque cuantitativo. Por otra parte, el programa utilizado fue el SPSS mediante el cual se realizó el análisis descriptivo e inferencial, logrando como parte de los resultados que la media de la productividad aumento de (70.96%) a (89.82%), asimismo la media de la eficiencia mejoro de un (80.68%) a (92.32%), por último la media en la eficacia tuvo un cambio de (88.33%) a (97.50%), concluyendo que se logra aceptar la hipótesis de la investigación, de esta manera comprobar que existió un aumento de la productividad en el área de mantenimiento mecánico de la empresa, como consecuencia de la implementación del TPM.

Palabras Clave: TPM, Productividad, Eficiencia, Eficacia, Mantenimiento Autónomo Y Mantenimiento Predictivo.

ABSTRACT

The research was based on determining how the implementation of Total Productive Maintenance improves the productivity of the Mechanical Maintenance area of the company COMACSA, Los Olivos, 2020, which is why Total Productive Maintenance was taken as an independent variable and as a dependent variable the productivity, with its respective dimensions each. Likewise, this research determined its population and shows the record of maintenance carried out on the yellow line machinery in the mechanical maintenance area, these data were obtained through the observation technique and the data collection sheet as a tool. In this study, the type of applied research, quasi-experimental design, explanatory level and finally the quantitative approach are used. On the other hand, the program used was the SPSS through which the descriptive and inferential analysis was carried out, achieving as part of the results that the average productivity increased from (70.96%) to (89.82%), as well as the average of the efficiency improved from (80.68%) to (92.32%), finally the mean in the effectiveness had a change from (88.33%) to (97.50%), concluding that it is possible to accept the research hypothesis, in this way to check that there was an increase in productivity in the mechanical maintenance area of the company, as a consequence of the implementation of the TPM.

Keywords: TPM, Productivity, Efficiency, Effectiveness, Autonomous Maintenance and Predictive Maintenance.

I. INTRODUCCIÓN

La competitividad empresarial en el mundo es cada vez mayor lo que genera que muchos de ellos busquen distintas estrategias con la finalidad de llegar a ser líderes en el mercado, estas estrategias van de la mano con el desarrollo tecnológico e informático. Sin embargo, alcanzar los resultados esperados muchas veces no es tan simple ya que se requiere de la aplicación de conocimientos en las diferentes áreas, mediante la utilización de herramientas que permitan la plena ejecución de los planes de la organización. Uno de los problemas más recurrentes dentro de una empresa es la ineficiencia durante el proceso productivo, estos inconvenientes se pueden originar debido a diversos factores que van desde el incumplimiento de alguna norma por el personal, hasta la mala planificación de esta; es decir, para lograr un óptimo resultado es indispensable la participación responsable de todos los que forman parte de la organización.

En base a los diferentes problemas que toda empresa presenta, una de las más comunes está relacionado con la inadecuada gestión de mantenimiento ya que la falta de disponibilidad tanto de equipos como maquinarias originan grandes pérdidas económicas; por ello, una de las estrategias para la mejora de dicho problema es la aplicación del TPM ya que es una herramienta que nos brinda conceptos que permite asegurar la disposición y fiabilidad de las maquinarias en la operación. Según Susuki (2017); existen tres motivos por los cuales el TPM se ha expandido de forma rápida en las industrias japonesas como en alrededor del mundo: Asegura obtener drásticos resultados, transforma de manera notoria el área de trabajo y permite ampliar el nivel de conocimientos como las capacidades de los trabajadores de producción y mantenimiento. Si bien es cierto, existen muchas herramientas de ingeniería valiosas que están enfocadas a mejorar la producción de alguna actividad; sin embargo, aplicar el TPM en la empresa a diferencia de otros, es que permite lograr la competitividad y la eficiencia en la producción de forma más económica, es decir, no requiere de grandes inversiones económicas para su funcionamiento, simplemente se trata de una herramienta que consiste en lograr una cultura de buenas prácticas de mantenimiento.

Por ende, la aplicación de esta metodología se verá reflejada en el crecimiento de la productividad de la empresa lo que significa que se logrará mejores resultados con menores recursos utilizados ya que para alcanzar un crecimiento económico y

empresarial se necesita que cada vez sean más productivas, de esta forma conseguir el éxito de la organización. Para lograr dichos resultados en la variable dependiente se llevarán a cabo diferentes propuestas basadas en dos autores y clasificados según las dimensiones (mantenimiento autónomo y predictivo), tales como las capacitaciones a los operarios de las máquinas por parte de especialistas calificados, de la mano con un formato check list para a inspección autónoma, así como el uso de la herramienta 5S para mejorar la limpieza y orden en el área de trabajo, entre otras actividades que serán detalladas paso a paso.

La aplicación de este sistema en el Perú es escasa debido a que muchas de las empresas nacionales son de carácter informal; no obstante, las que sí cuentan, presentan muchas deficiencias en cuanto a su funcionalidad ya sea por la falta de conocimientos, costos o controles, lo que genera que la empresa no logre lo deseado; por ende, es imprescindible realizar un estudio sobre los requerimientos que involucra su aplicación, de esta manera buscar la forma más adecuada de realizar la planificación para su ejecución.

Por otro lado, TECSUP (2020) refiere que aplicar el TPM a los activos industriales en el Perú ha mostrado mayor importancia durante los últimos años debido a que con su implementación se logran grandes beneficios económicos para la organización, de manera que se reducen gran medida los costos de producción, la mejora está enfocada en la optimización de la confiabilidad y mantenibilidad de las maquinarias. Es decir, el área de mantenimiento mecánico en una empresa tiene como propósito fundamental, proporcionar el aseguramiento de las máquinas y evitar paros repentinos que perjudiquen el flujo adecuado de la producción.

La empresa Cia Minera Agregados Calcáreos S.A es una compañía dedicada a la extracción y venta de minerales no metálicos para más de 20 rubros de negocios lo cual les ha permitido crecer y generar grandes utilidades; no obstante, con el afán de lograr la mejora constante de su calidad se propone a corregir la deficiencias encontradas en sus procesos, una de ellas relacionadas al bajo nivel de rendimiento en los procesos del área de mantenimiento mecánico donde se llevan ejecutan las actividades asociadas a la reparación y/o mantenimiento de maquinaria pesada más conocidas como equipos de línea amarilla.

En efecto, debido a la búsqueda de lograr mejores resultados en el área, surge la

necesidad de aplicar la herramienta Mantenimiento Productivo Total como la variable independiente, ya que la aplicación de forma correcta influirá de forma positiva en la variable dependiente, con la finalidad de disminuir la falta de disponibilidad de las máquinas logrando flujos de producción continuos y la reducción de gastos operativos.

Problema General de la investigación:

- ¿Cómo la implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los Olivos, 2020?

Problemas específicos:

- ¿Cómo la implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora EFICIENCIA del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los Olivos, 2020?
- ¿Cómo la implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora EFICACIA del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los Olivos, 2020?

Objetivo General de la investigación:

- Determinar como la implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Objetivos específicos:

- Determinar como la implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora EFICIENCIA del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.
- Determinar como la implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora EFICACIA del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Hipótesis General de la investigación:

- La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Hipótesis específicas:

- La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora EFICIENCIA del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.
- La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora EFICACIA del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

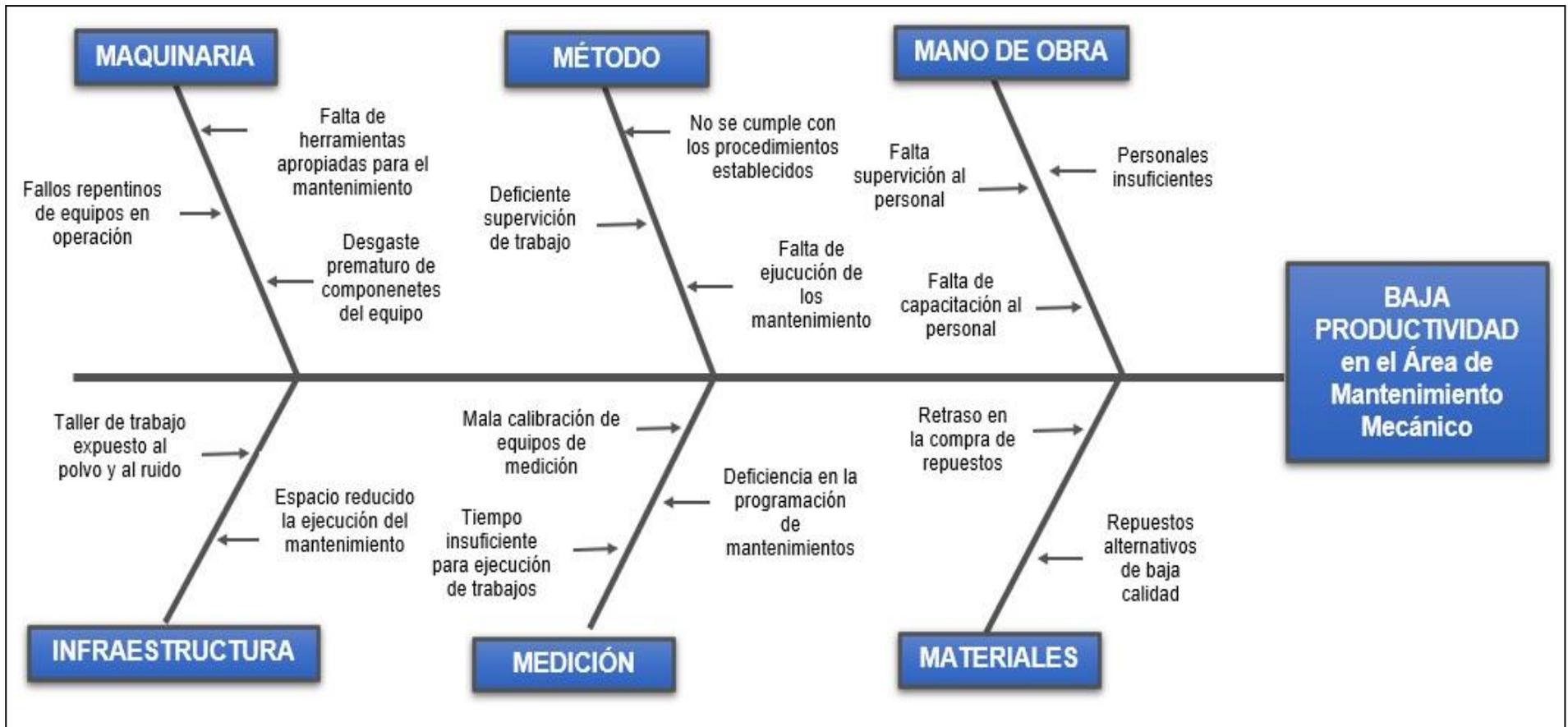
La justificación práctica del siguiente estudio de investigación se evidencia ya que por medio del TPM es factible mejorar significativamente el deficiente desempeño de la productividad en el área mecánica de la empresa COMACSA, garantizando que el proceso productivo se desarrolle de forma correcta.

La investigación económicamente se justifica debido a que, el adecuado desarrollo de la herramienta Mantenimiento Productivo Total detallado en el presente estudio, permite incrementar en gran medida las utilidades que genera la empresa. Esto se logra mediante la aplicación de los diferentes pilares en el área, de esta forma, se logran disminuir los costos y pérdidas en las que incurre la organización debido al tiempo ocioso y cuellos de botellas que generan las fallas de la maquinaria.

Por último, la justificación teórica del presente estudio se argumenta en su aporte a la ciencia como una fuente de conocimiento teórico, enfocado al Mantenimiento Productivo Total. Asimismo, puede ser empleado como una fuente de consulta bibliográfica y punto de partida para futuras investigaciones que estén relacionados con la búsqueda del aumento de la productividad dentro de una organización, aportando a la ciencia datos y definiciones confiables relacionados al mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, la eficiencia y eficacia.

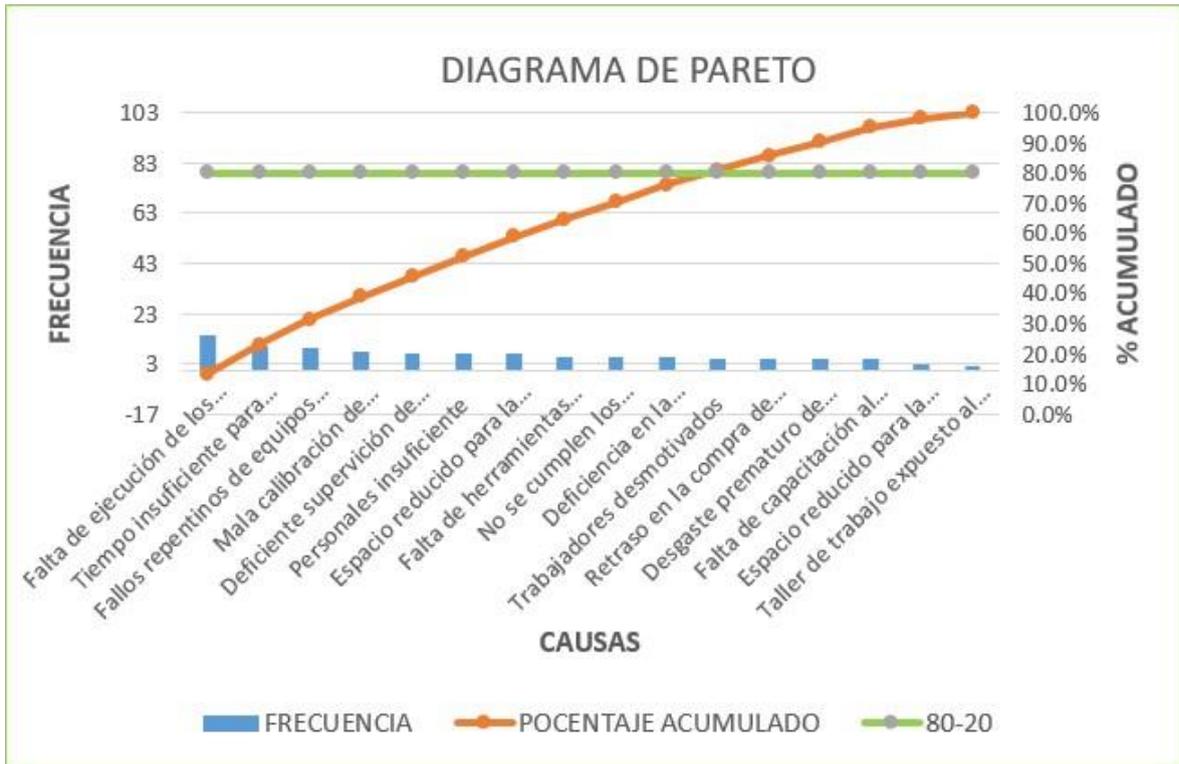
Las causas identificadas para el planteamiento del problema se desarrollaron mediante el diagrama de Ishikawa, donde se clasificó en base a las 6M (Medio Ambiente, Mano de Obra, Medición, Materiales, Maquinaria, Método), el cual nos permite detallar de forma más clara y adecuada las causas encontradas en el área de mantenimiento mecánico de maquinaria pesada de la empresa COMACSA, ubicada en el distrito de Los Olivos.

Figura 1: Diagrama de Ishikawa de la empresa COMACSA



Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

Por medio del diagrama de Pareto, se determinó que dentro del 80% de las causas más recurrentes, se encuentran: la falta de ejecución de los mantenimientos programados, tiempo insuficiente para la ejecución del trabajo, fallos repentinos de equipos en operación, mala calibración de instrumentos de medición, deficiente supervisión de trabajo, personales insuficientes, espacio reducido para ejecución del mantenimiento, falta de herramientas apropiadas para el mantenimiento, no se cumplen los procedimientos establecidos, deficiencia en la programación de mantenimientos.

II.MARCO TEÓRICO

Fernández (2016). En su tesis “Implementación del Mantenimiento Productivo Total para optimizar la Productividad en una empresa fabricante de transformadores, Lima 2017”, Tesis de la Universidad Cesar Vallejo, Perú, para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. La investigación tiene como objetivo establecer de qué modo implementar el TPM optimiza la productividad. El enfoque de la investigación fue cuantitativo y de tipo aplicada. En los resultados finales se observó una mejora del 22.54% debido a que el promedio antes de la implementación fue de 2.13 en contraste al promedio final de la productividad que fue 2.61. Concluyendo que se logró un mejor desempeño en la productividad de la empresa.

Maldonado, Ysique (2017). En su tesis “Sistema de mejora continua basado en el Mantenimiento Productivo Total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa Induamerica S.A.C. - Lambayeque 2016”, de la Universidad Señor de Sipán, Lambayeque, para obtener el título de Ingeniero Industrial. Donde su objetivo principal es implementar un plan de mejora continua en base a la filosofía TPM, para disminuir los desechos, en el proceso. El tipo de investigación utilizada fue Aplicada y Descriptiva, de diseño No experimental Propositiva. Obteniendo como resultado que se consiguió aumentar la eficiencia en un porcentaje de 54 % y la calidad a 93 %, de esta manera disminuir la cantidad de productos rechazados en 10.05 % todos los meses, se evalúa incrementar el OEE en un 20% con la aplicación de la propuesta, logrando conseguir un costo/ beneficio de 1.42 S/. Finalmente se concluye, plantear un sistema de TPM, que les brinde la capacidad de contar con una línea de producción eficiente, previniendo paros imprevistos con el propósito de lograr disminuir los costos y desperdicios.

Aponte, (2018). En su tesis “Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de los vehículos de carga en una empresa de transporte, Lima 2017” de la UCV, Perú, para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial. Donde tuvo como objetivo, determinar de qué manera la aplicación del TPM mejora la productividad en el área de mantenimiento. El método de la investigación fue cuantitativo y de diseño cuasi experimental aplicada. Se obtuvo como resultado, que la eficacia del Mantenimiento Productivo Total aumentó en un 11,95%, en base a un nivel de significancia de 0,00. Concluyendo que aplicando el TPM se logró mejorar la productividad en el área de mantenimiento.

Perez (2017). En su tesis “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el área de Mantenimiento de la empresa Tritón Trading S.A, Villa el Salvador 2017” de la UCV. En la obtención de su título de ingeniero industrial. Planteándose como objetivo definir de qué forma el TPM permitirá incrementar los ingresos de la empresa en estudio. La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo y diseño cuasi experimental. En base a los resultados de las dimensiones se obtuvo un aumento con respecto a la eficiencia de 10,8% y eficacia en 12%, de esta forma, llegando a concluir que con la aplicación de esta herramienta se mejoró la utilidad en un 19,83% en el área de mantenimiento de la empresa.

Córdova (2018). En su tesis “Aplicación de TPM para mejorar la productividad de las máquinas cortadoras de papel en el área de Producción de la empresa Convertidora del Pacifico E.I.R.L, Ate, 2018” de la Universidad Cesar Vallejo, Perú, para obtener el grado de Ingeniero Industrial. Donde el objetivo general planteado fue establecer de qué manera la aplicación del TPM contribuye a mejorar la productividad de las máquinas cortadoras de papel en el área de producción. La metodología es de tipo aplicada y diseño cuasi experimental. Donde se encontró resultados favorables, debido a que se obtuvo una mejora en la productividad de un 19%, así como la eficiencia en un 14% y eficacia en 7% asimismo mejorar la confiabilidad de las maquinarias en un 9% y la disponibilidad en un 12%. Llegando a concluir que la aplicación de la herramienta TPM permitió mejorar la eficiencia, eficacia y productividad de las máquinas cortadoras de papel en el área de estudio, que a su vez se obtuvo aumentar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas.

Xiaomeng, (2018). “Implementación de un enfoque de mantenimiento productivo total para una mejora en la empresa At s”. El propósito del estudio fue mejorar los procesos de producción de PTFE línea general de productos en la Compañía At S aplicando TPM. Estudio cuantitativo. En los resultados finales se observó un aumento del índice de rendimiento en un 83.8% de las máquinas después de la

implementación del TPM. Concluyendo que el número de fallas de las máquinas eran cada vez menos.

Kiran, (2017). "Implementación de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en un taller de máquinas". El objetivo de la investigación fue la adopción de un enfoque de por vida para mejorar el desempeño general de Máquinas y equipos. Estudio cuantitativo. En los resultados antes de aplicar el TPM solo el 83.67 % era la disponibilidad de las máquinas y después de su aplicación aumentó en un 91.83 %. Concluyendo que la implementación adecuada del TPM ayuda a aumentar la disponibilidad de las máquinas.

Bin, (2015). "Marco de mantenimiento productivo total para empresas automotrices en Malasia". Tiene como objetivo principal analizar cuál es el estado luego de la implementación de TPM en una empresa automotriz. Estudio cuantitativo. En los resultados la disponibilidad de las máquinas mejoró en más del 65%. Concluyendo que la inclusión de esta herramienta permitirá una gran mejora y rapidez en el proceso.

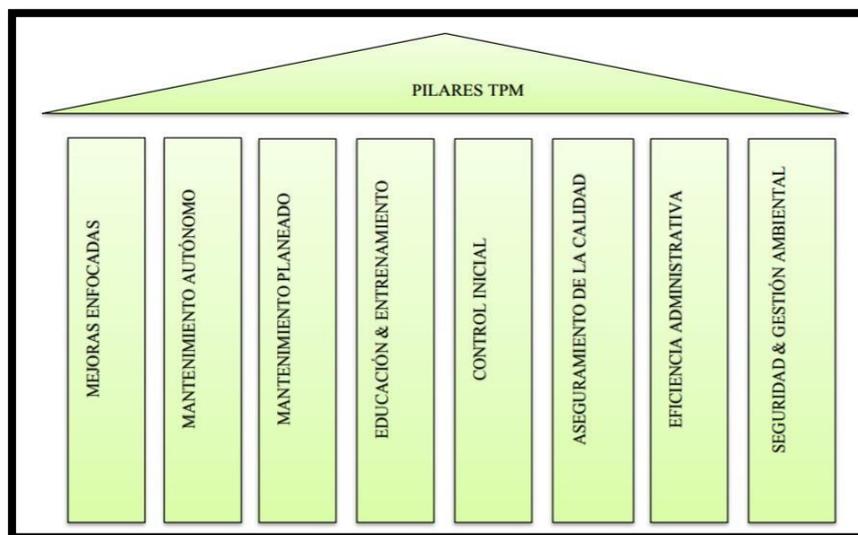
Sahib (2016). "Estudiar los Requerimientos de (TPM) Mantenimiento Productivo Total en Sistema de Producción". Objetivo aumentar la productividad y la disponibilidad del equipo. Cuantitativo. En los resultados se obtuvo un 85% en el alto rendimiento de las máquinas. Concluyendo que esta acción le permitió cubrir con las necesidades del mercado a tiempo.

Acosta Y Gonzales (2017)" Propuesta del TPM, durante la inmolación de ezquinos en la entidad finca los cristales Ltda. En Mosquera". Realizar un plan de (TPM), por medio de un informe de los ocho pilares en la entidad Finca Los Cristales Ltda. Cuantitativo. Obteniendo un alto rendimiento de hasta el 30%, tanto en el área de producción como administrativa. Concluyendo que la implementación de esta herramienta es de suma importancia para el crecimiento de la organización.

Mantenimiento Productivo Total según Arriazaga (2015), “se basa minimizar pérdidas en diferentes aspectos durante el proceso de elaboración industrial. Este es una herramienta para el control de maquinarias con una automatización destacada” (p.28). Es decir, TPM tiene como objetivo aumentar y controlar la eficiencia y eficacia de las máquinas por el cual se logra obtener la disminución de sobrecostos y tiempos muertos durante el proceso de producción.

Es por ello que Acosta y Gonzales (2018, p.43) menciona a los ocho pilares del TPM ya que son parte fundamental de la mejora continua dentro de la organización:

Figura 3: Los pilares de TPM



Fuente: Acosta.

Es decir, se basa en la aplicación de cada uno de estos pilares para poder eliminar los paros la falta de calidad y por ende los sobrecostos entre otras pérdidas generadas durante el proceso de producción.

Es por ello que es muy importante saber diferenciar el concepto de cada pilar del mantenimiento productivo total.

La mejora continua o mejoras enfocadas, según Kollenburg, (2019, p. 2) se define como “La producción y venta de productos a los clientes, de acuerdo con sus requisitos y con menos defectos, menos esfuerzo humano, menos espacio, menos equipo, menos materiales y menos tiempo requerido”

Mantenimiento planeado, según Paprocka.(2018, p.2), define como, " el tipo de mantenimiento que cuenta con todos los parámetros que permiten generar confiabilidad mediante la aplicación del tiempo medio de fallas y el tiempo medio de reparación"

Entrenamiento y Educación, Según Adesta, Prabowo y Agustman (2018, p.6) definen como "Las capacidades que poseen los recursos humanos de la organización que se adapten a los objetivos organizacionales mediante las actualizaciones de las habilidades de cada empleado de manera regular "

Control inicial, según Diaz, García y Martínez (2019, p.18) definen que, "Este componente TPM es responsable de incorporar el conocimiento y la habilidad de fabricación adquiridos al mantener el equipo existente para ser aplicado en nuevos diseños de equipos"

Aseguramiento de la calidad, según Numan, Durakbasa y Gencyilmaz(2018, p.140) lo definen como, "la detección de los errores de un diseño y evitando que entren en los procesos de producción"

Seguridad y gestión ambiental, según Sunil , Dixit , Ashish y Sachin. (2015, p.17) mencionan que," Se centra en proporcionar un lugar de trabajo seguro y un entorno saludable para los empleados"

Asimismo, el mantenimiento productivo total cuenta con características que lo definen por lo que, Apaza (2015, p.24) menciona que:

Es una ideología de un buen desempeño de las máquinas durante el proceso de elaboración por lo que se estudia en función al mantenimiento, pero que también cumple características tales como: la inclusión participativa de los empleados, Eficacia Total y Sistema Total de gestión del mantenimiento de maquinaria desde la forma que se le da hasta la corrección, y la precaución de cada uno de ellos.

• Inclusión Total del Personal, es decir:

- ✓ Apoyo de toda la alta dirección
- ✓ colaboración en conjunto: grupos diversificados
- ✓ Colaboración interdepartamental
- ✓ Ayuda entre compañeros de trabajo: Producción – Mantenimiento.

- Eficacia Total, por tanto:
 - ✓ Alto desenvolvimiento de maquinaria
 - ✓ Alta ganancia financiera

- Plan absoluto de administración del Mantenimiento:
 - ✓ Desarrollar un mantenimiento correctivo eficaz: registros, recambios y expedientes.
 - ✓ Cumplimiento de los objetivos respecto a la disminución total de averías
 - ✓ Problemas de Seguridad, de debe considerar no dejar de lado los demás objetivos de esta herramienta, implementado así una buena organización productiva total, para maximizar los resultados positivos como (calidad, coste, tiempo entrega y seguridad), con bajo de inputs productivos (equipos, mano de obra, requerimientos de insumos, energía y combustibles), (p.25.).

Es decir, esta herramienta engloba diferentes características como la participación total del personal, eficacia total y todo el sistema total de gestión de mantenimiento, pero cabe destacar que principalmente se basa en los mantenimientos que se debe aplicar dentro de la entidad con el objetivo de prevenir algún inconveniente durante el proceso.

Según Vargas (2016), el **Mantenimiento Autónomo**:

[...] es uno de los conceptos primordiales de la herramienta TPM en las empresas, porque se basa en que los operadores conocen en gran magnitud a las maquinarias para lograr tenerlas en muy buen estado a cada una de ellas. Asimismo, busca que cada empleado cuide y conserve la maquinaria como si fuera de su propiedad logrando con ello un buen mantenimiento y conservación de las mismas, por la cual también se enfoca en darles a conocer la importancia de las 5s. (p.42).

Por ello, es fundamental que la organización contrate empleados que vean más allá de sus propios beneficios ya que el trabajador tiene que saber lo importante que es tener máquinas o herramientas de trabajo en buen estado por lo también es fundamental que los trabajadores tengan conocimiento del manejo adecuado del manejo de las máquinas a utilizar.

Por otro lado, según Adesta, Prabowo y Agustman (2018, p.6) definen al Mantenimiento autónomo como, “Mantenimientos sencillos que el mismo trabajador puede realizarlo como limpieza, lubricación, ajuste, apriete e inspección de la máquina, cabe resaltar que el operador también tiene un sentido de propiedad de las máquinas que operan”.

Por ende, algunas de las aptitudes que un trabajador debe presentar según Valdez (2017, p.31) son:

- Capacidad de detectar las fallas de las maquinarias y equipos, en base al conocimiento de lo que debe ser.
- Capacidad de usar correctamente el equipo.
- Capacidad de brindar acciones oportunas en el equipo.

Luego que el trabajador presente algunos de estos conocimientos tendrán la capacidad de reparar el equipo en cualquier momento, cabe resaltar que el mantenimiento que el operador le dé no será igual que el de un especialista, pero le servirá para mantener los equipos en buen estado.

Figura 4: Mantenimiento autónomo



Fuente: Instituto de Ingeniería Aplicada.

El mantenimiento predictivo es muy importante para el desempeño adecuado de las máquinas, por ende, Molina (2019), lo define de la siguiente manera:

El mantenimiento predictivo tiene como fundamento que la mayor parte de averías se ocasionan paulatinamente, en otros casos, muestran señales evidentes de un fallo cercano, perceptible a la vista, o por medio del monitoreo, es decir, a través de la medición de indicadores significativos que permitan medir la buena funcionalidad del equipo estudiado. (p.19)

Se entiende como el tipo de mantenimiento que le permitirá a la organización detectar las fallas o averías de las máquinas a tiempo por medio de señales que puedan indicar un posible fallo a futuro.

Por último, Castellanos (2015) define el mantenimiento predictivo como:

Este tipo de mantenimiento se realiza solo cuando se crea una avería funcional. Por lo expuesto este tipo de mantenimiento se basa en la revisión periódica, mediante el uso de instrumentos que forman parte del mantenimiento predictivo (termografía, ultrasonido, análisis de lubricantes, análisis de vibraciones) pues estos instrumentos detectaran posibles fallas que permitirán ser programadas para su mantenimiento respectivo . (p.21)

Es decir, el mantenimiento predictivo se dará en función a una evaluación de las máquinas por medio de instrumentos que permitirá obtener información del estado de la máquina a tiempo logrando de esta manera detectar las fallas posteriores.

Figura 5: Mantenimiento Predictivo



Fuente: Cmms.

Indicador del mantenimiento autónomo: Se determina por el nivel de inspección de maquinarias.

$$\text{NIM} = \frac{\text{CIR}}{\text{CTIP}} \times 100\%$$

Leyenda:

NIM: Nivel de Inspección de Maquinaria

CIR: Cantidad de Inspecciones Realizadas

CTIP: Cantidad Total de Inspecciones programadas

Indicador del mantenimiento predictivo: Se determina por Diagnóstico de averías.

$$\text{PEDAM} = \frac{\text{DAE}}{\text{DAP}} \times 100\%$$

Leyenda:

PEDAM: Porcentaje de Ejecución de Diagnósticos de Averías de Maquinarias

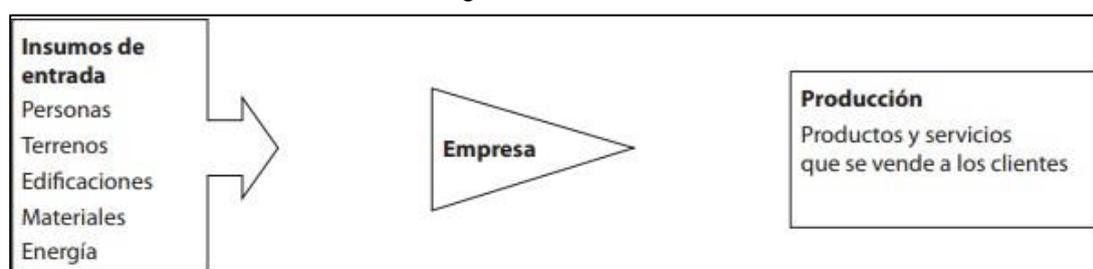
CDAE: Cantidad de Diagnósticos de Averías Ejecutadas

CDAP: Cantidad de Diagnósticos de Averías Programadas

La productividad es la utilización de recursos mediante procedimientos establecidos con el fin de obtener mejores índices de producción. Ante ello, la OIT, define:

La productividad es el uso adecuado y eficaz que se le da a la innovación y a los recursos para incrementar la salida de alguna operación sean, productos y/o servicios. Asimismo, la producción obtenida de una cantidad determinada de insumos como entrada es la productividad de los mismos insumos; por tanto, muestra el grado de utilidad de los recursos ingresados. Por ende, a mayor productividad, la empresa tendrá un mayor rendimiento, consigo incrementa sus ganancias. (2016, p. 13)

Figura 6: Productividad



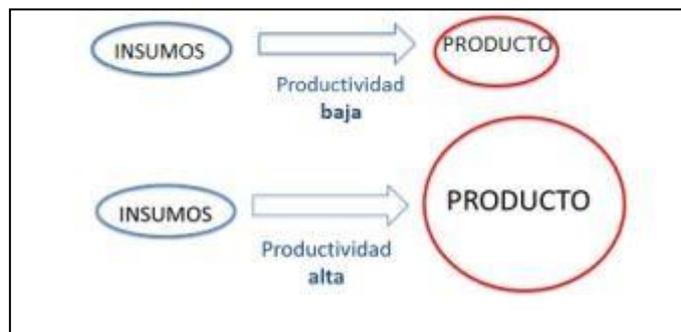
Fuente: Oit.

Por otro lado (México, 2015), define:

La productividad mide la efectividad con que se da uso al trabajo y al capital para producir un beneficio económico. Obtener una buena productividad supone que se logra producir un buen valor económico con menor trabajo y capital económico. El incremento de la productividad significa percibir más con lo mismo.

Para comprender mejor la definición de productividad, (Loayza, 2016, p. 30) lo conceptualiza de forma más ilustrativa de la siguiente manera:

Figura 7: ¿Que es la productividad?

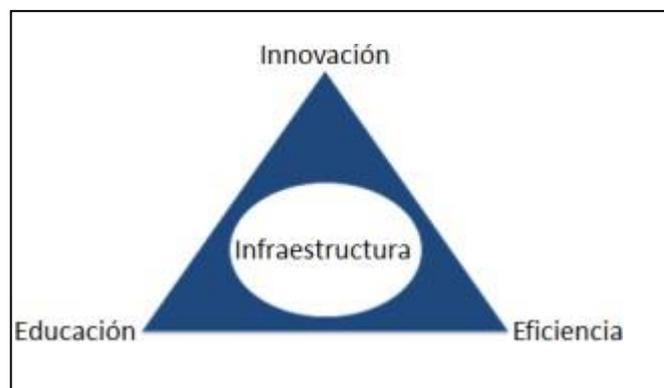


Fuente: Loayza.

En la primera figura la productividad es baja, porque se invierte un valor pequeño y obtenemos un valor similarmente pequeño; en la segunda figura, en comparación la productividad es más alta: se cuenta con la misma cantidad de insumos que en el primero, pero obtuvo mucho más. Por consiguiente, la productividad es el resultado de la cantidad de producción por cada unidad de insumo. (2016, p. 31)

Asimismo, la productividad comprende cuatro componentes principales:

Figura 8: Componentes de la productividad



Fuente: Loayza.

La innovación; significa crear nuevas tecnologías, productos y procesos; la educación, ayuda a desarrollar la innovación y el desarrollo de conocimientos y habilidades; la eficiencia, que promueve la distribución y la utilización eficiente de los recursos productivos; y la infraestructura, que proporciona la ejecución de las actividades. (Loayza, 2016, p. 31).

La eficiencia es aquella que nos muestra los resultados de una acción de manera satisfactoria. Ante ello, ISO 9000, define que la eficiencia es, “La relación existente entre resultado logrado y los recursos empleados”. (2015, p. 22)

Índice de eficiencia

Se sabe que la eficiencia es la capacidad para llevar a cabo un proyecto con el menor tiempo disponible, el indicador de eficiencia está relacionado con los porcentajes que indican el tiempo utilizado en la ejecución de las tareas programadas. (Montero, 2014, p.16).

Por ende, se considera la utilización de la siguiente fórmula:

$$IE = \frac{TMPm}{TME m} \times 100\%$$

Leyenda:

IE: índice de Eficiencia

TPMm: Tiempo Programado de Mantenimiento de Maquinaria.

TEMm: Tiempo Empleado de Mantenimiento de maquinaria

Este indicador brinda información amplia y detallada; sin embargo, el tamaño de la información generada puede ser múltiple y compleja para el análisis, por lo tanto, se debe usar en conjunto al indicador de eficacia.

La eficacia según, la ISO 9000, lo define como “el nivel con que se ejecutan las actividades programadas y se logran los resultados esperados”. (2015. P. 22)

Índice de eficacia

“El indicador de eficacia está relacionado con las ratios que muestran la capacidad o acierto en la ejecución de los trabajos”. (Montero, 2014, p. 16).

$$IEf = \frac{ME_m}{MP_m} \times 100\%$$

Leyenda:

IEf: Índice de Eficacia

ME_m: Mantenimiento Ejecutados de Maquinaria

MP_m: Mantenimientos Programados de maquinaria

Es decir, este indicador muestra solo la información del cumplimiento o incumplimiento del objetivo propuesto; por ende, se debe usar en conjunto con el indicador de eficiencia.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El presente estudio se someterá al tipo de investigación aplicada ya que buscará ampliar los conocimientos previos sobre el tema en estudio, con el propósito de aplicar herramientas para la resolución del problema identificado en la empresa COMACSA. Según TACILLO, la investigación de tipo aplicada permite a los estudios realizados obtener una confirmación, asimismo generar prácticas de solución a los problemas que se presenten logrando una explicación concisa, lo que generará más credibilidad y confianza en sus teorías presentadas.” (2016, p. 88)

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño aplicado es el cuasi experimental debido ya que no cumple con todas las características que un diseño experimental posee, asimismo, la variable independiente posee la característica de tener un alto control sobre la variable dependiente. (Cornetero y Rojas, 2015)

El término cuasi significa casi por lo que este diseño logra alcanzar casi el nivel experimental en el cual los sujetos de estudio ya se encuentran integrados por lo que las unidades de análisis no están asignadas aleatoriamente. Implicando usar un diseño con preprueba- posprueba. (pág. 24)

3.1.3 Nivel de investigación

El nivel de investigación del estudio se define como explicativo ya que la finalidad del proyecto es determinar la relación que existe entre las dos variables (dependiente, independiente) asimismo, explicar las causas que están originando el problema detectado dentro del área de la empresa analizado, por ello, Semar (2016) menciona “La investigación de nivel explicativo mide la relación causal entre las variables”.

3.1.4 Enfoque de investigación

La investigación presenta un enfoque cuantitativo motivo por el cual se enfocará en el análisis y recolección de datos numéricos por medio de los procedimientos estadísticos con la finalidad de comprobar las teorías planteadas en el proyecto. (Semar, 2016, p. 25)

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1 Variable independiente: Mantenimiento Productivo Total

El TPM es una filosofía japonesa orientada a la eliminación total de algún tipo de accidente, defecto y averías. Es un sistema cuya organización consiste en que la responsabilidad es compartida entre toda la estructura organizacional de la empresa. (Restrepo, 2019).

Dimensión 1: Mantenimiento Autónomo

El siguiente tipo de mantenimiento se basa en prevenir el deterioro progresivo de los equipos y sus partes, debe ser llevado a cabo por los operadores de estos, con el objetivo de mejorar su eficacia. (Mallía, 2019, p.24).

$$NIM = \frac{CIR}{CTIP} \times 100\%$$

Leyenda:

NIM: Nivel de Inspección de Maquinaria

CIR: Cantidad de Inspecciones Realizadas

CTIP: Cantidad Total de Inspecciones programadas

Dimensión 2: Mantenimiento Predictivo

Se realiza a las maquinarias con la finalidad de prevenir las averías mediante evaluación e inspección de instrumentos visuales, con el objetivo de optimizar en un 100% la confiabilidad de las máquinas, todo ello antes de que la falla se genere. (Sigcho, 2018, p. 84)

$$PEDAM = \frac{DAE}{DAP} \times 100\%$$

Leyenda:

PEDAM: Porcentaje de Ejecución de Diagnósticos de Averías de Maquinarias

CDAE: Cantidad de Diagnósticos de Averías Ejecutadas

CDAP: Cantidad de Diagnósticos de Averías Programadas

3.2.2 Variable Dependiente: Productividad

La productividad hace referencia al buen funcionamiento de un proceso productivo. Es decir, que existe una relación positiva entre los recursos invertidos y la cantidad resultada de bienes y/o servicios obtenidos. (Carro y Gonzales, 2015, p.3)

Dimensión 1: Eficiencia

La eficiencia es la capacidad de hacer algo o producir algo sin desperdiciar materiales, tiempo o energía: la calidad o grado de eficiencia (técnica), sino también como el poder para producir el resultado deseado causando alguna ambigüedad entre los dos términos. (WILSON, 2018, p. 38)

$$IE = \frac{TMPm}{TME m} \times 100\%$$

Leyenda:

IE: índice de Eficiencia

TPMm: Tiempo Programado de Mantenimiento de Maquinaria.

TEMm: Tiempo Empleado de Mantenimiento de maquinaria

Dimensión 2: Eficacia.

La eficacia es la capacidad de producción midiendo la calidad del resultado deseado, es decir, este indicador permite medir el nivel de ejecución de un proceso evaluando el rendimiento de los recursos utilizados en su producción. (Wilson, 2018, p. 38)

$$IEf = \frac{ME_m}{MP_m} \times 100\%$$

Leyenda:

IEf: Índice de Eficacia

ME_m: Mantenimiento Ejecutados de Maquinaria

MP_m: Mantenimientos Programados de maquinaria

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Para Fernandez (2018, p.48), “La población es un conjunto que se conforma de componentes que registran información del grupo a analizar”. Por ello, la población en la investigación estará determinada por la cantidad mantenimientos realizados a las maquinas en 1 año en el área de mantenimiento mecánico en la empresa COMACSA.

Muestra:

Sanchez Y Hugo (2018, p.65), “Es una parte del todo de una población claramente establecida”. La muestra tiene que ser la más indicada y válida. Por ello, la muestra en esta investigación es el registro de mantenimientos realizados durante un periodo de 6 meses, que se dividen en 3 meses para el pretest (julio - septiembre de 2020) y 3 meses para el post test (marzo- mayo de 2021) en el área mantenimiento mecánico de la empresa COMACSA.

Muestreo:

Según Layme (2016, p. 54), “El muestreo es una herramienta utilizada en las investigaciones científicas que tiene como objetivo principal establecer qué porcentaje de una realidad en estudio se va analizar con el fin de hacer inferencias sobre la población en estudio”. Por ende, el muestreo de la investigación es de carácter no probabilístico intencional.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son herramientas que el investigador utiliza para la obtención de datos en base a los indicadores de estudio con el objetivo de desarrollar los sistemas de información. (Aguilar, 2016).

Técnica

“La observación es una técnica de investigación muy importante ya que es la manera más objetiva de identificar los hechos de un fenómeno; por el cual se concluye que la observación es un tipo de sistematización para el empadronamiento visual y evaluable de lo que se busca conocer”. (Campos y Lule, 2012, p. 49). Para la ejecución del presente estudio, se utilizará la técnica de la observación con el objetivo de lograr un buen análisis científico.

Instrumento de recolección de datos

Son los recursos que el investigador utiliza para acercarse a los fenómenos y registrar la información necesaria para su investigación. (Sabino, 2010). Es el medio empleado por el investigador para recabar información. En este caso, se emplea como instrumento la ficha de recolección de datos en para el de registro de mantenimiento de las máquinas.

Validez y confiabilidad

Validez

“La validez hace referencia a la capacidad que tiene un instrumento para medir lo que necesita, en suma, que esta medición sea capaz de realizarse”. (Campos Y Lule, 2012, p. 57). En consecuencia, la validez del instrumento de recolección de datos para la investigación estará dado por el juicio de expertos.

Juicio de Expertos: La validación por juicio de expertos se realizará por 3 docentes reconocidos con grados de doctor y magíster, quienes pertenecen a la escuela de ingeniería industrial de la Universidad Cesar Vallejo.

Confiabilidad

La confiabilidad según, Campos y Lule (2012, p.57) hace referencia al “grado de consistencia y precisión que el instrumento tenga ante en distintos escenarios o cualquier momento de la investigación sin perder su validez”. Por ello, la obtención de datos en este estudio se realizará mediante el uso de una ficha de registro de recolección de datos, el cual es de carácter confiable ya que la información será proporcionada por una fuente oficial de la empresa en estudio.

3.5 Procedimientos

La investigación inicia mediante un previo estudio referente al TPM en la compañía COMACSA, dentro del área de mantenimiento mecánico de maquinarias pesadas, ya que se pretende mejorar la productividad debido a que es una herramienta que permite evitar las fallas, accidentes, sobrecostos entre otros puntos de gran relevancia. Siendo este el motivo por el cual la investigación se realizará en función de una estructura claramente establecida, por el cual se logrará recolectar información de tesis, libros, artículos y otros medios, bajo la condición que estos no sean estudios mayores a cinco o seis años luego de haberse publicado la investigación con el objetivo de profundizar más en el proyecto, y contar con datos actualizados que permitirán tener una investigación muy sustancial. Asimismo, es importante resaltar la manipulación de variables que existe dentro del trabajo de investigación ya que cuenta con dos variables una independiente y la otra dependiente donde la variable independiente Mantenimiento Productivo Total toma control sobre la dependiente que en este caso es la productividad el cual se demuestra en el desarrollo del pretest y posttest de la variable dependiente (productividad) ya que se evidenciará el cambio que surge luego de su implementación. Para lograr ello, se desarrollará una propuesta de mejora las cuales se llevarán a cabo siguiendo una serie de pasos, clasificados según el tipo trabajos de mantenimiento autónomo. Por otro lado, es importante mencionar que para realizar el trabajo de investigación de manera correcta y eficiente se hace en coordinación obligatoria con la institución ya que son ellos los que establecen

lineamientos que se deben de cumplir con la finalidad de que el proyecto en estudio se desarrolle de la mejor manera , además que es el único medio por el cual se puede lograr validar cualquier documento que sea necesario durante el desarrollo de la investigación como por ejemplo la validación de instrumentos que se hace en previa coordinación con los investigadores propuestos por la institución.

3.5.1 Situación actual de la empresa

Propuesta de mejora

La alternativa de solución propuesta es la herramienta de ingeniería Mantenimiento Productivo Total que mediante su uso se busca mejorar la productividad del área de mantenimiento mecánico de la empresa COMACSA, enfocados en la disminución de fallas, las pérdidas de tiempo, sobrecostos, paros repentinos, entre otros aspectos que por el momento viene generando un problema en la organización. Esta propuesta se llevará a cabo mediante una serie de pasos según las dos dimensiones propuestas (Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Predictivo), citando autores para cada una de ellas.

Por otro lado, es importante mencionar que la mejora a aplicar se ejecutará en las maquinarias pesadas de la empresa o también llamadas máquinas de línea amarilla.

Figura 9: Maquinarias de línea amarilla.



Fuente: Comacsa.

Tabla 1: Productividad actual de la empresa COMACSA, (Pre-Test)

 COMACSA <small>Ca. Miemb. AGREGADOS CALCAREOS</small>		PRODUCTIVIDAD ACTUAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO MECÁNICO DE LA EMPRESA COMACSA (PRE-TEST)						
INDICADOR								
EFICIENCIA				Tiempo programado de mantenimiento de maquinaria / Tiempo Empleado de Mantenimiento de Maquinaria				
EFICACIA				Mantenimiento Ejecutados de Maquinaria / Mantenimiento Programados de Maquinaria				
PRODUCTIVIDAD				Eficiencia x Eficacia				
FECHA	Tiempo Programado de Mantenimiento de Maquinaria	Tiempo Empleado de Mantenimiento de Maquinaria	EFICIENCIA	Mantenimientos Ejecutados de Maquinaria	Mantenimientos Programados de Maquinaria	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	
JUL- SEM 1	6/07/2020	5	6	83%	2	3	67%	55.6%
	7/07/2020	4	5	80%	3	4	75%	60.0%
	8/07/2020	7	8	88%	2	3	67%	58.3%
	9/07/2020	5	6	83%	2	2	100%	83.3%
	10/07/2020	7	8	88%	2	3	67%	58.3%
JUL-SEM 2	13/07/2020	5	6	83%	3	4	75%	62.5%
	14/07/2020	4	5	80%	2	3	67%	53.3%
	15/07/2020	5	6	83%	2	2	100%	83.3%
	16/07/2020	3	4	75%	2	3	67%	50.0%
	17/07/2020	5	6	83%	2	2	100%	83.3%
JUL-SEM 3	20/07/2020	6	8	75%	1	1	100%	75.0%
	21/07/2020	5	7	71%	2	2	100%	71.4%
	22/07/2020	7	9	78%	3	4	75%	58.3%
	23/07/2020	3	5	60%	3	3	100%	60.0%
	24/07/2020	5	6	83%	2	2	100%	83.3%
JUL-SEM 4	27/07/2020	7	8	88%	3	4	75%	65.6%
	28/07/2020	3	5	60%	1	1	100%	60.0%
	29/07/2020	6	7	86%	3	3	100%	85.7%
	30/07/2020	5	6	83%	2	2	100%	83.3%
	31/07/2020	6	7	86%	3	3	100%	85.7%
AGO- SEM 1	3/08/2020	6	7	86%	3	4	75%	64.3%
	4/08/2020	5	7	71%	1	1	100%	71.4%
	5/08/2020	8	9	89%	2	2	100%	88.9%
	6/08/2020	4	5	80%	1	1	100%	80.0%
	7/08/2020	6	7	86%	1	1	100%	85.7%
AGO- SEM 2	10/08/2020	7	8	88%	2	3	67%	58.3%
	11/08/2020	6	7	86%	3	3	100%	85.7%
	12/08/2020	7	8	88%	3	4	75%	65.6%
	13/08/2020	5	6	83%	1	1	100%	83.3%
	14/08/2020	6	7	86%	2	2	100%	85.7%
AGO- SEM 3	17/08/2020	6	8	75%	2	2	100%	75.0%
	18/08/2020	6	7	86%	2	2	100%	85.7%
	19/08/2020	7	8	88%	3	3	100%	87.5%
	20/08/2020	5	6	83%	1	1	100%	83.3%
	21/08/2020	4	5	80%	2	2	100%	80.0%
AGO- SEM 4	24/08/2020	4	5	80%	3	4	75%	60.0%
	25/08/2020	7	8	88%	2	2	100%	87.5%
	26/08/2020	5	6	83%	3	3	100%	83.3%
	27/08/2020	7	8	88%	3	4	75%	65.6%
	28/08/2020	4	5	80%	2	3	67%	53.3%
SET-SEM 1	31/08/2020	4	5	80%	2	2	100%	80.0%
	1/09/2020	6	8	75%	1	1	100%	75.0%
	2/09/2020	7	8	88%	2	2	100%	87.5%
	3/09/2020	5	6	83%	2	2	100%	83.3%
	4/09/2020	6	7	86%	2	2	100%	85.7%
SET-SEM 2	7/09/2020	5	6	83%	2	3	67%	55.6%
	8/09/2020	5	7	71%	4	4	100%	71.4%
	9/09/2020	7	8	88%	2	3	67%	58.3%
	10/09/2020	6	7	86%	1	2	50%	42.9%
	11/09/2020	4	5	80%	1	1	100%	80.0%
SET-SEM 3	14/09/2020	5	8	63%	2	2	100%	62.5%
	15/09/2020	5	6	83%	2	3	67%	55.6%
	16/09/2020	6	7	86%	3	4	75%	64.3%
	17/09/2020	7	9	78%	2	2	100%	77.8%
	18/09/2020	5	8	63%	3	4	75%	46.9%
SET-SEM 4	21/09/2020	6	9	67%	1	1	100%	66.7%
	22/09/2020	6	7	86%	2	3	67%	57.1%
	23/09/2020	7	8	88%	2	3	67%	58.3%
	24/09/2020	4	6	67%	2	2	100%	66.7%
	25/09/2020	3	4	75%	3	3	100%	75.0%
71.0%								

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción de la empresa

La compañía Minera Agregados Calcáreos S.A (COMACSA) se fundó en el año 1948 convirtiéndose en una empresa líder en la extracción, elaboración y comercialización de minerales industriales, ya que logra abastecer a más del 80% del mercado peruano y exporta el 35% su producción a países del extranjero. La organización se volvió reconocida también por sus tres certificaciones internacionales, los cuales son: el sistema gestión de la calidad, el sistema de gestión ambiental, sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional. Por otro lado, la entidad cuenta con profesionales altamente calificados lo que en gran parte les ha permitido lograr contribuir con el crecimiento de la industria peruana

Datos de la empresa

- Razón social: Cia Minera Agregados Calcáreos S.A
- R.U.C.: 20100037689
- Dirección: Av. Universitaria Norte Nro. 5140
- Departamento: Lima Distrito: Los olivos
- Actividad comercial: minería industrial

Visión

Al 2027 COMACSA será una de las 200 empresas más destacadas en la extracción y producción de minerales no metálicos en toda Latinoamérica, por el cual podrán convertirse en líderes de su línea de productos y servicios.

Misión

Brindar productos de buena calidad, asegurando su adecuado uso y aprovechamiento, buscando mejorar el nivel de nuestro servicio a través de propuestas y soluciones integrales.

Valores

- **Integridad:** COMACSA desde el primer día en el mundo empresarial respeta escrupulosamente todos los compromisos que la entidad ofrece.

- **Puntualidad**

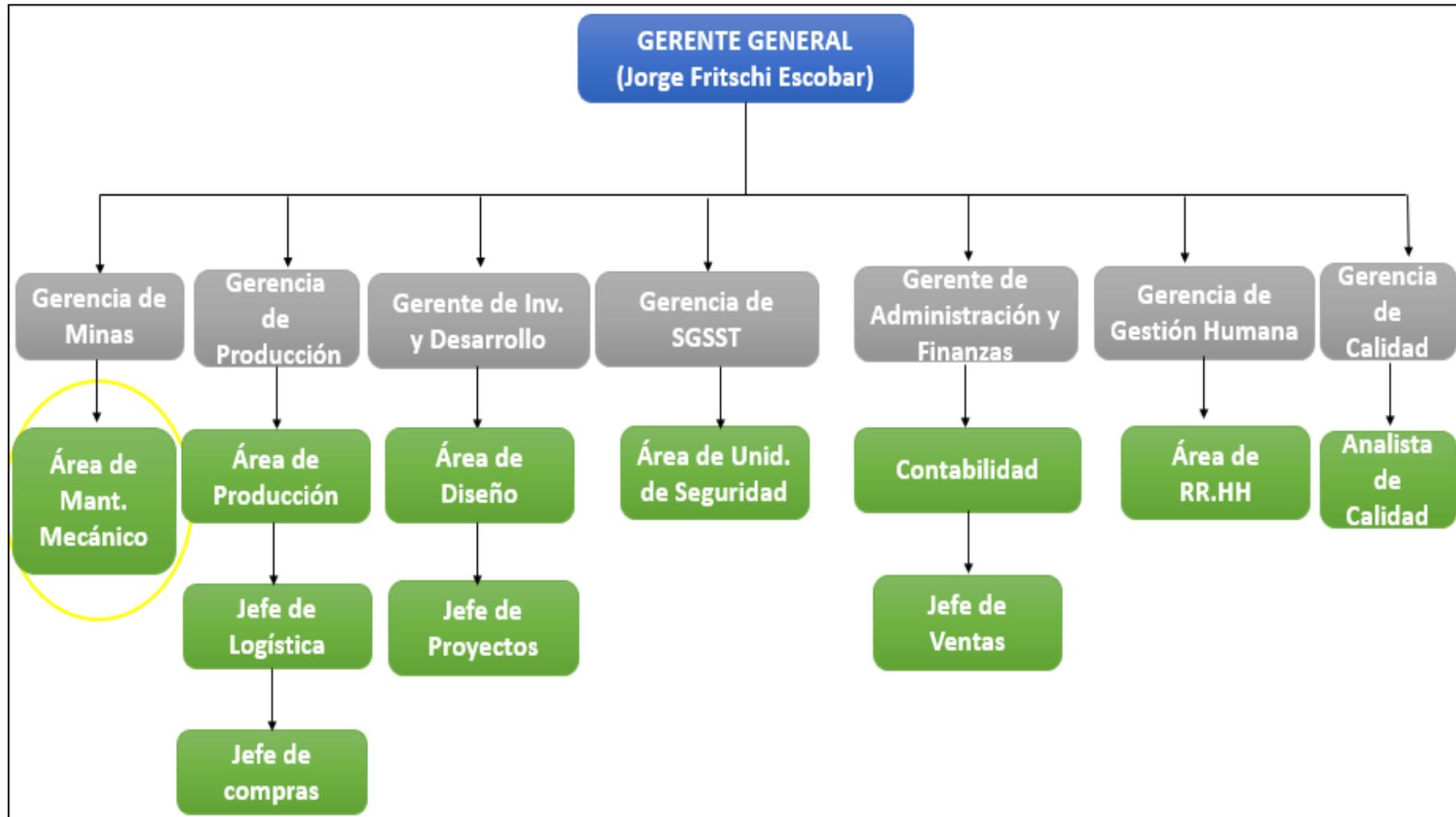
Todos los integrantes de la entidad saben de la importancia de realizar un trabajo justo a tiempo.

- **Perseverancia**

Son firmes y persistentes a la visión planteada.

Organigrama

Figura 10. Organigrama de la empresa COMACSA.

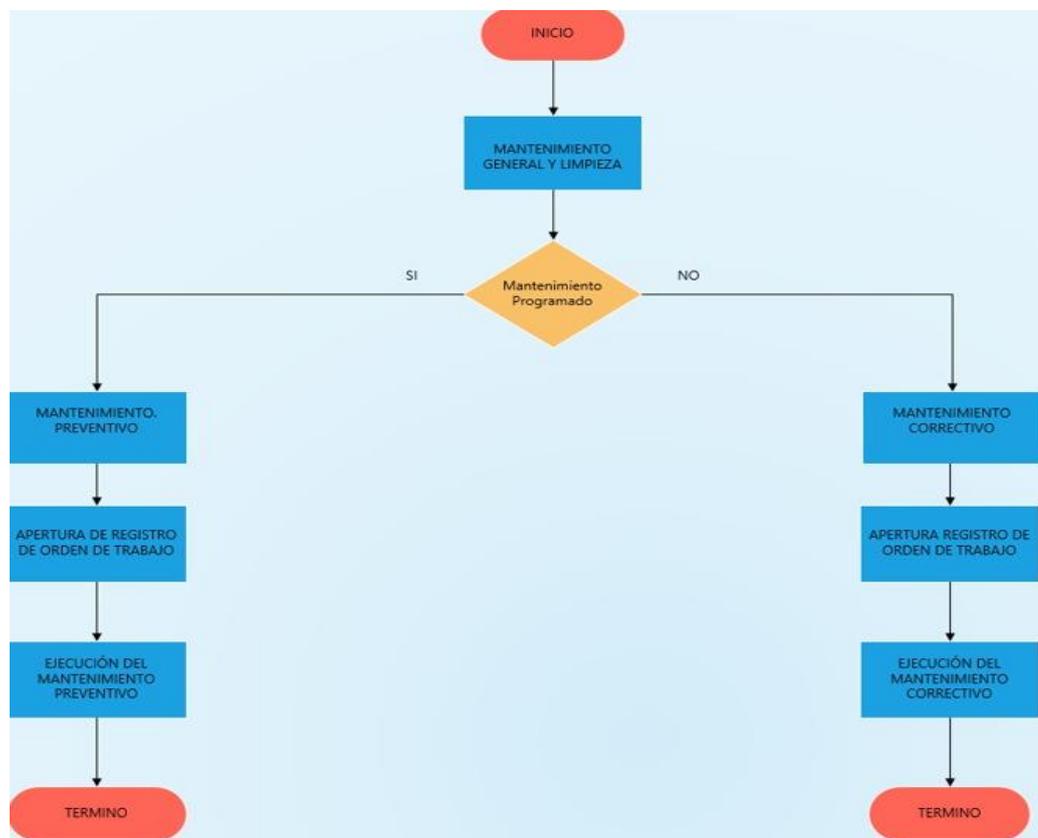


Fuente: Elaboración Propia

Descripción del área

La empresa COMACSA cuenta con la Gerencia de minas en donde se ubica el área de mantenimiento mecánico y se realiza las actividades de reparación, ajuste y acondicionamiento de las diferentes maquinarias y/o equipos que intervienen directamente en la extracción de minerales de las canteras, cuyas maquinarias principalmente vienen hacer las de línea amarilla. La ejecución de las actividades empieza por la limpieza y mantenimiento general de la máquina, a continuación, se decide si la maquina necesita un mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo. Si la maquina si está programado se realiza el mantenimiento preventivo donde se apertura el registro de una orden de trabajo y se lleva a cabo la ejecución del mantenimiento preventivo, por otro lado, si la maquina non tiene ninguna programación corresponde a realizarse el mantenimiento correctivo, donde se apertura un registro de orden de trabajo, así como la solicitud de compra de los repuestos necesarios para el mantenimiento, por último, se ejecuta el mantenimiento correctivo.

Figura 11: DOP del área de mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

Principales productos

COMACSA brinda productos de tres líneas diferentes: líneas minerales industriales, línea autoconstrucción (ACSA), línea agrícola (AGRANDO). Los cuales se comercializan en diferentes sectores productivos nacionales, así como internacionales.

Figura 12: Principales productos



Fuente: Comacsa

3.5.2 Aspectos administrativos

Recursos y Presupuestos

El presupuesto que involucra la implementación del TPM en la empresa COMACSA son los siguientes recursos materiales y humanos que se presentan a continuación.

Recursos humanos: Los recursos humanos involucrados en la siguiente investigación:

- 2 investigadores
- 1 asesor temático

Recursos materiales:

Tabla 2: Recursos materiales

Material	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo Total (S/)	Fuente Financiera
Lapicero Faber Castell Trilux C35 Fine	2	0.50	1.00	Autor
Laptop hp Intel Core i5	1	2,600.00	2,600.00	Autor
Laptop Lenovo Intel Core i7	1	3,100.00	3,100.00	Autor
Teléfono Móvil Samsung A20	1	690.00	690.00	Autor
Teléfono Movil Samsung A10	1	750.00	550.00	Autor
Audifono Sony Over Ear	1	49.90	49.90	Autor
COSTO TOTAL S/			6,990.90	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3: Resumen de Recursos y Presupuestos.

COSTO DEL PROYECTO	
Recursos materiales	S/ 8,721.00
Costo total	S/8,721.00

Fuente: Elaboración Propia

Financiamiento

Los recursos económicos para el financiamiento de la investigación son propios de los autores.

Tabla 4: Costos tangibles e intangibles

TANGIBLES	COSTO (S/)	INTANGIBLES	COSTO (S/)	Fuente Financiera
Lapicero Faber Castell Trilux C35 Fine	1.00	Servicio de energía eléctrica	100.00	Autor
Laptop hp Intel Core i5	2,600.00	Servicio de Internet hogar triple play Movistar	90.00	Autor
Laptop Lenovo Intel Core i7	3,100.00	Servicio de Internet claro	60.00	Autor
Teléfono Móvil Samsung A20	690.00			Autor
Teléfono Movil Samsung A10	550.00			Autor
Audífonos Sony Over Ear	49.00			Autor
TOTAL				
	S/ 2,615.50		S/ 250.00	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5: Resumen de costos tangibles e intangibles

COSTOS TANGIBLES E INTANGIBLES	
Costos tangibles	S/ 2,615.50
Costos intangibles	S/ 250.00
Costos Totales	S/ 2,865.5

Fuente: Elaboración Propia.

Para la implementación del TPM se han considerado dos pilares fundamentales los cuales son: el Mantenimiento Autónomo y el Mantenimiento Predictivo, cada una de estas deben seguir ciertos pasos para su adecuada aplicación en la empresa. **El mantenimiento autónomo** está comprendido por una serie de actividades que deben ser ejecutadas por los operarios de forma diaria tales como la inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambios de piezas o herramientas, entre otros con el objetivo de darle solución a los problemas que la máquina presente y de la misma forma garantizar su buen estado. Por ende, para su implementación es necesario seguir los siguientes 7 pasos propuestos por el doctor NAKAJIMA (1989).

Paso 1: Limpieza inicial

Para este primer paso, los operarios realizan la limpieza de las maquinarias, a la vez que se lleva a cabo la inspección donde se logra hallar algunas anomalías en el equipo. En este paso se usan todos los sentidos para descubrir las diferentes anomalías que se podrían presentar como las vibraciones, holguras, desgastes, ruidos extraños, calentamientos y/o fugas de aceite.

Los fundamentos para la base esta primera etapa es:

- La limpieza debe convertirse en una forma de hacer la inspección de esta forma descubrir cualquier tipo de situación fuera de lo normal.
- Encontrada una condición anormal en el equipo se deben corregirse de forma inmediata para mantener en buenas condiciones el equipo.
- Es de suma importancia que cada operario encargado realice su tarea de forma tal que pueda diferenciar y encontrar las anomalías y las causas de estas.

Para llevar a cabo este paso se debe desarrollar un documento denominado tabla de anomalías en donde se analice de forma detallada cada máquina documentando las anomalías producidas y las acciones correctivas, de esta contar con un plan de acción correctivo y de control de fallas.

Tabla 7: Formato de tabla de anomalías.

COMACSA DE MINAS AGREGADOS CALÁREOS S.A.		TABLA DE ANORMALIDADES			
N°	ÁREA: PRODUCCIÓN		MAQUINA: CARGADOR FRONTAL (CAT-005)		
	ANORMALIDAD	ACCIÓN CORRECTIVA	ENCARGADO	FECHA PREVISTA	N° OT
1	Fuga de aceite	Verificar filtro	Mantenimiento	5/05/2021	1501
2	No arranca con facilidad	Revisar batería y alternador	Mantenimiento	7/05/2021	1502
3	Botón de arranque flojo	Ajustar	Operador	15/05/2021	1513
4	Paros repentinos	Revisión	Operador	8/05/2021	1503
5	Parametros fuera de rango	Revisión	Mantenimiento	9/05/2021	1510
6	Presión excesiva del carter	Revisar válvula	Mantenimiento	10/05/2021	1511
7	Golpeteos internos	Revisión	Mantenimiento	11/05/2021	1510
8	Consumo excesivo de combustible	Cambio de bujías	Mantenimiento	6/05/2021	1507
9	Cables interiores sueltos	Revisión	Mantenimiento	6/05/2021	1508
10	Sobrecalentamiento	Revisión	Mantenimiento	9/05/2021	1509
11	No acelera de forma adecuada	Revisar bujías y alternador	Mantenimiento	12/05/2021	1512
12	Llantas reventadas	Cambiar llanta	Operador	11/05/2021	1511

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Eliminar fuentes de contaminación

Las acciones por realizarse en este paso consisten en la eliminación y control de las fuentes de contaminación. Se debe empezar por analizar el área de trabajo y observar, el qué, cómo, y cuándo se ensucian las piezas.

Algunas de las actividades para llevar a cabo este paso son:

- Eliminar o minimizar la dispersión las fuentes de contaminación.
- Facilitar la inspección mediante la implementación de ventanas de inspección.
- Ajustar las partes sueltas de equipo y buscar otros métodos de lubricación.

Es importante mencionar que para este paso es necesario aplicar la matriz de priorización para eliminación de difícil acceso y la Matriz de prioridades para la eliminación de fuentes de contaminación, ya que nos permitirá determinar las piezas de los equipos que requieren mayor prioridad, de esta forma llevar un mejor orden en el momento de realizar este paso.

Tabla 8: Matriz de prioridades para eliminación de difícil acceso.

COMACSA DE MINAS AGREGADOS CALÁREOS S.A.		MATRIZ DE PRIORIZACIÓN PARA ELIMINACIÓN DE DIFÍCIL ACCESO								
Mant. Autónomo									Nombre:	-----
									Fecha:	15/05/2021
N°	Área de difícil acceso	EFECTOS								
		Seguridad	Calidad	Averías	Paros menores	Preparación y ajuste	Tiempo de limpieza	Costo	Suma	Prioridad
1	Valvulas	3	0	3	3	3	3	1	16	1
2	Inyectores	2	0	3	2	1	3	0	11	4
3	Cigüeñales	2	1	3	3	2	3	1	15	2
4	Carter de aceite	1	0	1	1	3	2	0	8	5
5	Filtros de aceite	2	0	3	3	1	3	0	12	3

Fuente: Elaboración propia.

Paso 4: Inspección general.

Para esta etapa es necesario contar con un especialista que posee conocimientos altamente profundos sobre los diversos elementos, sistemas, partes y composición de la máquina, así como la capacidad de intervenir ante los diferentes problemas identificados. Estas inspecciones se deberán llevar a cabo inicialmente por el operador con la supervisión de un especialista.

Para la implementación de este paso es necesario seguir las siguientes tres etapas:

- Capacitar a los operarios por parte de un especialista para que adquieran conocimientos sobre el tema y puedan realizar la inspección de forma adecuada a cada máquina.
- La inspección debe realizarse de forma rutinaria, aplicando todos los conocimientos adquiridos del especialista, de tal forma que queden bien, este trabajo se debe hacer mediante rutinas de inspección.
- Finalmente, se debe medir y evaluar el resultado obtenido, el desarrollo de las actividades y la mejora del equipo.

Para este paso, es necesario elaborar un plan de formación y entrenamiento con el objetivo de lograr los conocimientos que el operario necesita para la ejecución de su trabajo.

Tabla 11: Plan de formación y entrenamiento.

 PLAN DE FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO			
MECANICA	DURACIÓN		
	Tería	Practica	Total
Conocimientos de construcción mecánica	60 min	60 min	120 min
Conocimiento sobre ajustes de emergencia	20 min	30 min	50 min
Fricción y lubricación	30 min	30 min	60 min
Rodamientos	20 min	40 min	60 min
HIDRAHULICA/ NEUMATICA			
Procedimientos, herramientas	20 min	20 min	40 min
Limpieza y sustitución de filtros	10 min	30 min	40 min
Lubricación y llenado de combustible	15 min	30 min	45 min
ELECTRICA			
Funcionamiento de detectores	30 min	30 min	60 min
Instalación de sensores con estándares	15 min	25 min	40 min
Test y funcionamiento de lámparas	10 min	15 min	25 min
OTROS			
Interpretación de documentos técnicos	20 min	40 min	60 min
Operatividad adecuada de los frenos	20 min	20 min	40 min
Cumplimiento de practicas de seguridad establecidas	15 min	20 min	35 min

Fuente: Elaboración propia.

Paso 5: Inspección Autónoma.

Si bien es cierto, cada elemento a inspeccionar se clasifica según el tipo de necesidad es decir se cuenta con dos listas: Elementos que necesitan ser inspeccionadas de forma autónoma por parte de los operarios y elemento que requieren ser inspeccionados por los mismos especialistas que pertenecen al área de mantenimiento. Por ello, en este paso se elabora una lista de verificación de mantenimiento autónomo, contiene diversos estándares como de la de inspección, lubricación y limpieza, en este documento se debe incluir las rutinas que el operador puede realizar sin la necesidad de incluir al área de mantenimiento.

Paso 6: Organización y Orden.

En este punto los operarios deben realizar el trabajo de limpieza y orden de aquellos elemento y piezas que se encuentran de forma innecesaria en el área de trabajo y que genera el desorden y por tanto dificulta el trabajo.

Para este paso se realizan las siguientes actividades de organización y estandarización:

- Decidir el destino de cada elemento, es decir verificar la calidad y cantidad de modo que se pueda seleccionar y darle determinar si el elemento es útil.
- Mantener el orden adecuado con el objetivo de lograr identificar el accesorio de forma más sencilla.
- Todas herramientas y materiales deben ser almacenadas según la frecuencia de su uso y logrando optimizar el espacio.
- Por último, designar al responsable para la adecuada gestión de estas tareas.

Para alcanzar este objetivo, es necesario realizar una lista de verificación de la 5's esta metodología aplicada en esta parte nos permitirá cumplir con el objetivo de mantener y realizar el trabajo de forma ordenada y limpia.

Tabla 12: Lista de verificación 5's.

 COMACSA <small>CONSEJO AGREGADO CALIQUENA S.A.</small>		LISTA DE VERIFICACIÓN 5'S					Acción correctiva en caso de normal, bajo o no aceptable.	Comprobación de la corrección
CONCEPTOS A VALORAR		óptimo	Alto	normal	bajo	No aceptabl		
¿Hay materiales innecesarios en los puestos de trabajo?								
¿Hay materiales innecesarios en el suelo, pasillos, zonas de paso?								
¿Hay herramientas innecesarias en mesas, cajones?								
¿Se conocen todos los materiales necesarios para desarrollar las actividades diarias?								
¿Hay materiales innecesarios en armarios, baldas y estanterías?								
SEITON (ORDEN)								
¿Existen herramientas o materiales sin clasificar?								
¿Hay lugares asignados para los necesarios?								
¿Hay elementos en el suelo fuera de su posición?								
¿Están los materiales necesarios próximos al lugar de su utilización?								
¿Están los materiales necesarios en lugares visibles?								
¿Se vuelven a dejar herramientas siempre en el mismo lugar donde estaban?								
SEISO (LIMPIAR)								
¿Existe suciedad en los puestos de trabajo?								
Las herramientas de uso frecuentes están limpias?								
¿Esta limpio el cuarto de baño?								
¿Existen restos de cajas y embalajes en el almacén?								
¿Hay manchas de aceite, grasas, agua u otros líquidos en el suelo?								
¿Se usa algún método de limpieza con cierta frecuencia?								
¿Hay papeleras o sitios donde depositar restos de motores innecesarios, viruta metálica, cartones, etc?								
¿Hay zonas que no están a la vista y por eso no hay consciencia de su suciedad?								
SEIKETSU/(ESTANDARIZACIÓN)								
¿Estado de carteles y etiquetas?								
¿Se cumple la estandarización implementada?								
¿Están correctamente planificadas las reuniones 5S?								
¿Esta actualizado el panel 5S?								
¿Se echa en falta señalizaciones sobre el funcionamiento de cada puesto de trabajo?								
SEIRI (DISCIPLINA)								
¿Se realiza el control diario de limpieza?								
¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?								
¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?								
¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (arnés, casco...)?								
¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?								

Fuente: Elaboración propia.

Paso 7: Auto Gestión

Este paso consiste en mantener el círculo de mejora continua de los equipos, logrando reconocer la capacidad que cada operador adquirió para la adecuada gestión y aplicación de este mantenimiento. Desde este punto el operario habrá logrado tomar sus propias decisiones en el desarrollo de su puesto trabajo y realizar sus actividades de forma más adecuada.

Asimismo, en este paso es necesario la participación de la auditoria de mantenimiento autónomo, quienes deben cumplir con las siguientes características:

- Buscar que el operario logre su propio autocontrol.
- Seguir aprendiendo más de los procesos seguidos.
- Evaluar la forma de lo que se hace y como se hace.

Tabla 13: Hoja de auditoria de Mantenimiento Autónomo.

N°	 COMACSA <small>UNIVERSIDAD CALABRÓN S.A.</small>		HOJA DE AUDITORIA PARA EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
	CONDICIONES			RESULTADOS	
1	¿Se logró el buen mantenimiento a las condiciones básicas?				
2	¿Fueron obsevados los estandares de lubricacion y limpieza?				
3	¿Se resolvieron los pendientes de la condición de la máquina?				
4	ACTIVIDADES DE GRUPO DE INSPECCIÓN				
5	¿Se entendieron adecuadamente los objetivos de la inspección?				
6	¿Esta avanzando el plaIn de actividades?				
7	¿Se realiza correctamente?				
8	¿Se estan entendiendo los modelos de los supervisores?				
9	¿Se utilizan adecuadamente las actividades del tablero?				
10	¿Los puntos de seguridad son respetados cuidadosamente?				
11	¿Son adecuados el tiempo y la frecuencia con que se realizan las actividades del TPM?				
12	¿Es mas eficiente continuar con las actividades TPM de esta forma?				
13	¿Se guardan tatos de las partes que se utilizan y de las que sobran?				
14	¿Se esta llevando acabo la junta después de las actividades y se entregan reportes?				
15	¿Estan participando todos los miembros en las actividades?				
16	¿Estan todos los miembros cooperando de igual manera?				
17	¿Se estan dando ideas a otros grupos de MA.?				

Fuente: Elaboración propia.

Por Otro lado, las alternativas de Mejora en el **Mantenimiento Predictivo** se llevarán a cabo mediante las siguientes actividades a realizar según Victoriano (2017, p.82) son las siguientes:

Paso 1: Este procedimiento se enfoca en el análisis de eliminación de averías mediante el uso de la herramienta AMEF ya que forma parte del mantenimiento predictivo pues esta se enfoca primeramente en la enumeración de las fallas de cada máquina según el conocimiento del operario motivo por el cual primeramente se hace uso del ckeck list, ya que esta permite analizar el contexto operativo y las condiciones iniciales de las máquinas de línea amarilla punto por punto.

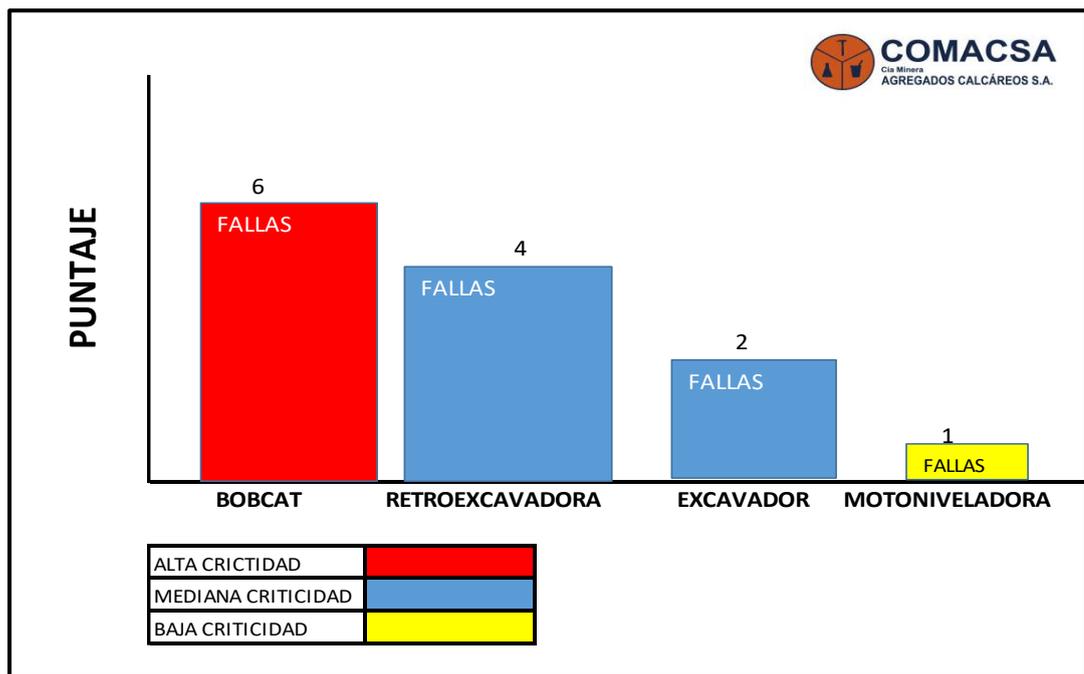
Tabla 14: Check list de inspección de maquinarias.

 COMACSA <small>CIA MINERA AGREGADOS CALCÁREOS S.A.</small>		CHECK LIST DE INSPECCION DE MAQUINAS		CODIGO		SIG-01	
				FECHA		02/04/2021	
				REVISION		APROBADO	
MAQUINARIA							
BOBCAT		RETROEXCAVADORA		EXCAVADORA		MOTONIVELADORA	
FALLAS		FALLAS		FALLAS		FALLAS	
ROTURAS DE MAGUERA	✓	CALENTAMIENTO EXCESIVO DEL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	✓	CALENTAMIENTO EXCESIVO DEL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA		LUBRICACION INADECUADA	✓
DESGASTE DE LOS SELLOS HIDRAULICOS	✓	RUIDOS ANORMALES EN LA BOMBA	✓	LLANTAS CON POCO AIRE		ENGRANAJES DEFECTUOSOS	
FALLAS DEL ARRANCADOR	✓	LLANTAS CON POCO AIRE	✓	ROTURAS, EN LOS BRAZOS HIDRAULICO	✓	FALLAS ELECTRICAS	
FALLAS DE FRENOS	✓	LUBRICANTES HIDRAULICOS CONTAMINADOS	✓	FILTROS SUCIOS DEL MOTOR	✓	CABLES EN MAL ESTADO	
CINTURON DE SEGURIDAD EN MAL ESTADO		CINTURON DE SEGURIDAD EN MAL ESTADO		CABLES EN MAL ESTADO		CINTURON DE SEGURIDAD EN MAL ESTADO	
CABLES EN MAL ESTADO	✓	LLANTAS PARCHADAS		CINTURON DE SEGURIDAD EN MAL ESTADO			
CINTURON DE SEGURIDAD DESGASTADO	✓	ENVEJECIMIENTO TERMICO DE MANGUERAS HIDRAULICAS		LLANTAS CON PARCHES			
BARRA DE ASIENTO EN MAL ESTADO							
BRAZO DE CUCHARA EN MAL ESTADO							
TOTAL DE FALLAS	6		3		2		0

Fuente: Elaboración propia.

Paso 2: En esta etapa una vez determinada las averías de cada máquina mediante el conocimiento de los mismos operarios de planta se establece un diagrama de barras de criticidad de fallas en el cual se clasifica según el nivel de importancia es decir la criticidad tiene parámetros definidos como alta, mediana y baja criticidad la cual permite determinar que maquinas son las que más fallas están presentando y necesitan con suma urgencia la aplicación de este mantenimiento.

Figura 15: Diagrama de barras de criticidad de fallas



Fuente: Elaboración propia.

Paso 3. una vez determinada cual es la máquina que más fallas presenta se procede a crear la matriz AMEF (Análisis del Modo y Efecto de fallas) la cual permitirá prepararse ante los efectos que la maquina pueda generar logrando obtener un método de información predictiva y a la vez una guía para el operario de la máquina. Es por ello, que para seguir detallando la propuesta de mejora se ejemplifica esta herramienta mediante la máquina o el equipo que más baja productividad viene presentando debido a la cantidad de averías cabe resaltar que la matriz AMEF será utilizada para el análisis de todas las maquinas en general, pero como ya se mencionó anteriormente esta tendrá como prioridad por aquellas máquinas que presenta más fallas mecánicas

como se observa en la tabla N°16.

Tabla 16: Matriz AMEF.

COMACSA													FECHA AMFE	07/04/2021	
MATRIZ AMEF -ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS													FECHA REVISION	08/04/2021	
NOMBRE DEL EQUIPO													BOBOCAT		
AREA													MANTENIMIENTO MECANICO		
													APROBADO POR	INGENIERO DE MANTENIMIENTO	
FUNCION O COMPONENTE DEL SERVICIO	MODO DE FALLO	EFECTO	CAUSA	METODO DE DETECCION	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR INICIAL	ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE	ACCION TOMADA	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR
MANGUERA: Estan diseñados para transportar fluidos de un lugar a otro, asimismo se usan para baja , mediana, alta y extrema presion	solo funciona la presion del nivel bajo	BAJA RESISTENCIA A LA PRESION DE TRABAJO	ROTURA	CAMARA TERMOGRAFICA	10	8	9	720	CAMBIO DE MANGUERA	OPERARIO	ACCION IMPLEMENTADA	8	6	7	336
SELLOS HIDRAULICOS: Impiden la salida o entrada del fluido de la maquina	solo impide en un 50% la entrada de fluido de la maquina	TRABAIA DE MANERA INEFICIENTE (FUGAS DE ACEITE O ACEITE EN MAL ESTADO RETENIDICI)	DESGASTE	MANOMETRO	6	7	9	378	VERIFICAR CONSTANTEMENTE LA SALIDA Y ENTRADA DEL FLUIDO	OPERARIO	ACCION IMPLEMENTADA	5	5	6	150
FRENOS: Diseñado para detener o disminuir la velocidad de la maquina	Perdida de presion del liquido de freno hidralico	PERDIDAS DE LOS RECURSO COMO ACCIDENTES LEVES, GRAVES O MORTALES	ROTURA EN LA CAÑERIA DEL LIQUIDO DE FRENO	MICROMETRO	10	5	10	500	CAMBIAR LA CAÑERIA DEL LIQUIDO	OPERARIO	ACCION IMPLEMENTADA	7	3	5	105
ARRANCADORES: Se basan en el apagado y encendido de motores electricos	El motor en en ciertas ocasiones no enciende y solo se escucha el sonido de encendido	PERDIDA DE HORAS HOMBRE Y HORAS MAQUINA	DESGASTE DEL BENDIX	VIBROMETROS PORTATILES	7	5	8	280	CAMBIAR EL BENDIX	OPERARIO	ACCION IMPLEMENTADA	5	3	5	75
CABLES DEL SISTEMA: diseñado para transportar energia dentro del sistema	baja energia electrica en el sistema	TIEMPO DE TRABAJO ALARGADO	CABLES DESGASTADOS	MULTIMETRO	4	5	4	80	CAMBIO DE CABLES DEL SISEMA	OPERARIO	ACCION IMPLEMENTADA	3	4	3	36
CINTURON DE SEGURIDAD: permite retener al operario en el asiento en caso de una colision	el cinturon suele soltarse al momento de la operacion	ACCIDENTES LABORALES	DESTRABE INERCIAL	CONTROL VISUAL	5	2	1	10	CAMBIO DE ENGACHE DEL CINTURON DE SEGURIDAD	OPERARIO	ACCION IMPLEMENTADA	4	1	7	28
INDICE					BAJA	MODERADA	ALTA								
GRAVEDAD					1-3	4-6	7-10								
OCURRENCIA					1-3	4-6	7-10								
DETECCION					1-3	4-6	7-10								

Fuente: Elaboración propia.

Paso 4: Generar la Orden De Trabajo

una vez analizada y aprobada la matriz AMEF se genera la orden de trabajo que será solicitada por el Ingeniero de mantenimiento con la finalidad de que el operario aplique todo lo que se determinó dentro la matriz como son los instrumentos a usar para cada falla, las acciones recomendadas y mediante ello poder llegar a disminuir el índice de gravedad ocurrencia y detección, cabe resaltar que el mantenimiento predictivo será aplicado según el orden que el diagrama de barras de criticidad arroje. En consecuencia, la orden de trabajo será generado por cada falla detectada dentro de la máquina para una mayor eficiencia y eficacia al momento de realizar el mantenimiento ya que esta permitirá detallar paso a paso la solución para la falla encontrada.

Tabla 17: Orden de trabajo.

	ORDEN TRABAJO	CODIGO	SIG-01
		FECHA	07/04/2021
		REVISION	ORIGINAL
FECHA	12/04/2021	INSTRUMENTOS A UTILIZAR	
SOLICITADO POR	ING DE MANTENIMIENTO	CAMARA TERMOGRAFICA	✓
		MANOMETRO	
AREA:	MANTENIMIENTO MECANICO	MICROMETRO	
		VIBROMETRO PORTATIL	
TIPO DE MANTENIMIENTO:	PREDICTIVO	MULTIMETRO	
PRIORIDAD	BOBCAT		
FALLA	Solo funciona a una presión de nivel bajo		
CAUSA	Rotura		
SOLUCION	Cambio de manguera		
DESCRIPCION DE LAS TAREAS A REALIZAR			
Comprar manguera según el modelo de la maquina			
Proceder a quitar la manguera antigua			
Una vez colocada la manguera medir con el instrumento correspondiente que funcione en los la resistencia funcione en los cuatro Anivel bajo, mediano, alto y muy alto			
HORA DE INICIO	8:00 AM	HORA DE FINALIZACION	11:00 PM
ENCARGADO DE MANTENIMIENTO			

Fuente: Elaboración propia.

PASO 5: Generar el reporte de averías

En este paso el operario luego de haber solucionado las fallas de la máquina según las ordenes de trabajo generar una reporte de averías en el cual detallara la fecha que se ha realizado el mantenimiento, nombre de la máquina, el nivel de frecuencia con el cual se debe de realizar el mantenimiento, la descripción detallada de las fallas el tipo de acción , los instrumentos utilizados entre otros parámetros que servirán como referencia para la programación del próximo mantenimiento predictivo a aplicar.

Tabla 18: Reporte de Averías.

	REPORTE DE AVERIAS		CODIGO	SIG-01
			FECHA	07/04/2021
			REVISION	ORIGINAL
FECHA: 12/04/2021		DIARIO		
MAQUINA: BOBCAT	NIVEL DE FRECUENCIA	SEMANAL		
CODIGO: BCTX-23		MENSUAL		✓
CANTIDAD DE FALLAS	SEIS	UBICACIÓN: AREA MECANICO		
ACCION	PREDICTIVA			
INSTRUMENTOS UTILIZADOS	CAMARA TERMOGRAFICA			
CONDICION GENERAL DE LA MAQUINA	OPERATIVA			✓
	EN REPARACION			
OBSERVACIONES	Tener en cuenta el nivel de frecuencia establecido para la revisión de la maquina			
FECHA Y HORA DE INICIO	8:00 AM	HORA DE FINALIZACION	5:00 PM	

Fuente: Elaboración propia

3.5.4 Resultados de la implementación

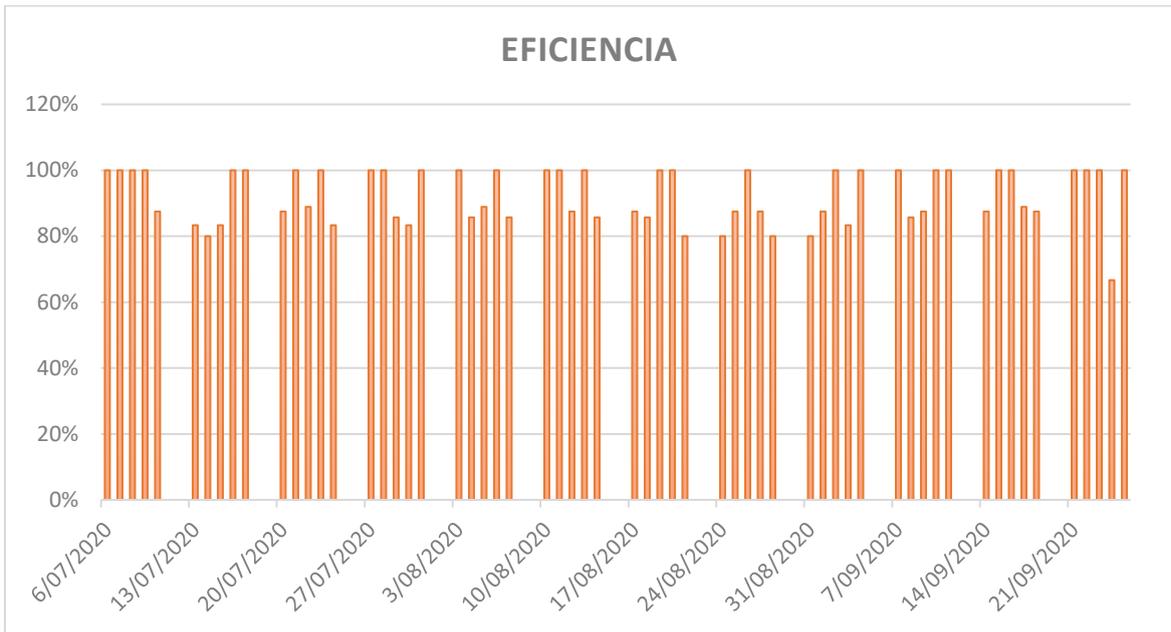
Luego de la implementación de la variable independiente TPM se recopilaron los datos correspondientes a la productividad después de la mejora, en donde se consideraron 12 semanas los cuales contienen 60 días laborales. Partiendo desde el 1 de febrero de 2021, obteniendo 92% de eficiencia y 98% eficacia, logrando así una productividad de 89.9% luego de aplicación de la mejora.

Tabla 19: Medición de la productividad después de la mejora.

COMACSA DE LOS MUNICIPIOS AGREGADOS CALIAREOS		PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO MECÁNICO DE LA EMPRESA COMACSA (POST-TEST)						
		INDICADOR						
EFICIENCIA		Tiempo programado de mantenimiento de maquinaria / Tiempo Empleado de Mantenimiento de Maquinaria						
EFICACIA		Mantenimiento Ejecutados de Maquinaria / Mantenimiento Programados de Maquinaria						
PRODUCTIVIDAD		Eficiencia x Eficacia						
FECHA	Tiempo Programado de Mantenimiento de Maquinaria	Tiempo Empleado de Mantenimiento de Maquinaria	EFICIENCIA	Mantenimientos Ejecutados de Maquinaria	Mantenimientos Programados de Maquinaria	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	
FEB- SEM 1	01/02/2021	6	6	100%	3	3	100%	100.0%
	02/02/2021	5	5	100%	4	4	100%	100.0%
	03/02/2021	8	8	100%	2	3	67%	66.7%
	04/02/2021	6	6	100%	2	2	100%	100.0%
	05/02/2021	7	8	88%	3	3	100%	87.5%
FEB- SEM 2	08/02/2021	5	6	83%	4	4	100%	83.3%
	09/02/2021	4	5	80%	3	3	100%	80.0%
	10/02/2021	5	6	83%	2	2	100%	83.3%
	11/02/2021	4	4	100%	3	3	100%	100.0%
	12/02/2021	6	6	100%	2	2	100%	100.0%
FEB- SEM 3	15/02/2021	7	8	88%	1	1	100%	87.5%
	16/02/2021	7	7	100%	2	2	100%	100.0%
	17/02/2021	8	9	89%	4	4	100%	88.9%
	18/02/2021	5	5	100%	3	3	100%	100.0%
	19/02/2021	5	6	83%	2	2	100%	83.3%
FEB- SEM 4	22/02/2021	8	8	100%	3	4	75%	75.0%
	23/02/2021	5	5	100%	1	1	100%	100.0%
	24/02/2021	6	7	86%	3	3	100%	85.7%
	25/02/2021	5	6	83%	2	2	100%	83.3%
	26/02/2021	7	7	100%	3	3	100%	100.0%
MAR- SEM 1	01/03/2021	7	7	100%	3	4	75%	75.0%
	02/03/2021	6	7	86%	1	1	100%	85.7%
	03/03/2021	8	9	89%	2	2	100%	88.9%
	04/03/2021	5	5	100%	1	1	100%	100.0%
	05/03/2021	6	7	86%	1	1	100%	85.7%
MAR- SEM 2	08/03/2021	8	8	100%	2	3	67%	66.7%
	09/03/2021	7	7	100%	3	3	100%	100.0%
	10/03/2021	7	8	88%	4	4	100%	87.5%
	11/03/2021	6	6	100%	1	1	100%	100.0%
	12/03/2021	6	7	86%	2	2	100%	85.7%
MAR- SEM 3	15/03/2021	7	8	88%	2	2	100%	87.5%
	16/03/2021	6	7	86%	2	2	100%	85.7%
	17/03/2021	8	8	100%	3	3	100%	100.0%
	18/03/2021	6	6	100%	1	1	100%	100.0%
	19/03/2021	4	5	80%	2	2	100%	80.0%
MAR- SEM 4	22/03/2021	4	5	80%	4	4	100%	80.0%
	23/03/2021	7	8	88%	2	2	100%	87.5%
	24/03/2021	6	6	100%	3	3	100%	100.0%
	25/03/2021	7	8	88%	4	4	100%	87.5%
	26/03/2021	4	5	80%	3	3	100%	80.0%
ABR- SEM 1	03/04/2021	4	5	80%	2	2	100%	80.0%
	04/04/2021	7	8	88%	1	1	100%	87.5%
	05/04/2021	8	8	100%	2	2	100%	100.0%
	06/04/2021	5	6	83%	2	2	100%	83.3%
	07/04/2021	7	7	100%	2	2	100%	100.0%
ABR- SEM 2	10/04/2021	6	6	100%	3	3	100%	100.0%
	11/04/2021	6	7	86%	4	4	100%	85.7%
	12/04/2021	7	8	88%	3	3	100%	87.5%
	13/04/2021	7	7	100%	2	2	100%	100.0%
	14/04/2021	5	5	100%	1	1	100%	100.0%
ABR- SEM 3	17/04/2021	7	8	88%	2	2	100%	87.5%
	18/04/2021	6	6	100%	3	3	100%	100.0%
	19/04/2021	7	7	100%	4	4	100%	100.0%
	20/04/2021	8	9	89%	2	2	100%	88.9%
	21/04/2021	7	8	88%	4	4	100%	87.5%
ABR- SEM 4	24/04/2021	9	9	100%	1	1	100%	100.0%
	24/04/2021	7	7	100%	3	3	100%	100.0%
	25/04/2021	8	8	100%	2	3	67%	66.7%
	26/04/2021	4	6	67%	2	2	100%	66.7%
	27/04/2021	4	4	100%	3	3	100%	100.0%
PROMEDIO		373	404	92%	146	151	98%	89.8%

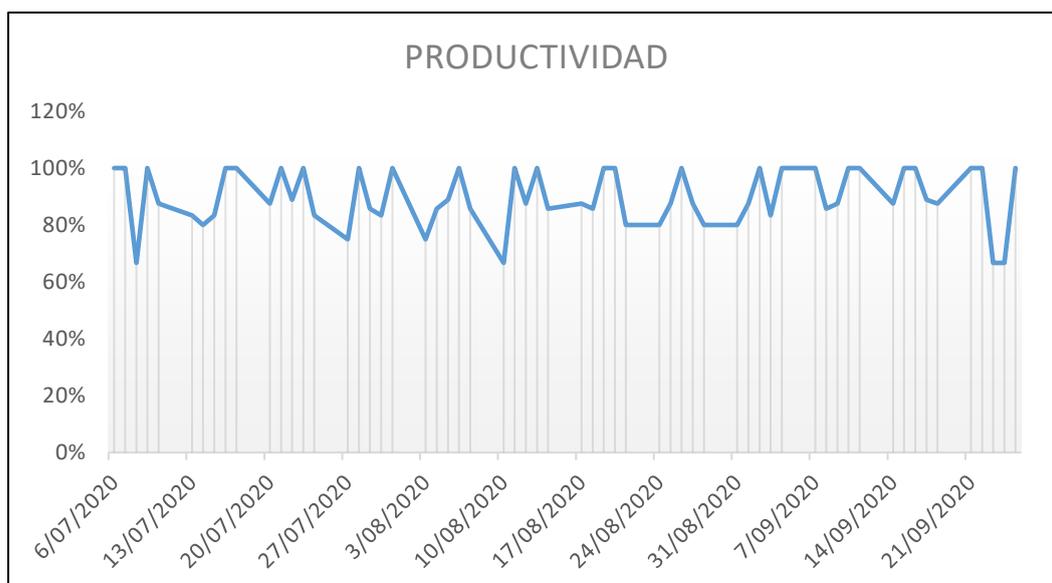
Fuente: Elaboración propia

Figura 14: Eficiencia después de la mejora.



En la figura 15 se observa que la eficacia después de la mejoran durante el periodo de post implementación, muestra un porcentaje que varia entre los 80% a 100%.

Figura 16: Productividad después de la mejora.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 16 se observa que la productividad después de las 12 semanas después de la implementación, se mantiene en un rango entre 70% a 100%.

Tabla 20: Resumen de datos pre y post test.

RESUMEN DE DATOS PRE Y POST TEST			
	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
PRE TEST	81%	88%	71%
POST TEST	92%	98%	90%
AUMENTO	14%	11%	27%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 20 se compara los resultados obtenidos de la variable productividad antes y después de la implementación los cuales se midieron en un plazo de 12 semanas (60 días laborales), donde el pre test de la productividad presenta un porcentaje de 71% mientras el post test de 90%, lo cual refleja un aumento significativo de 27%. Asimismo, la eficiencia logro un aumento en la mejora de 14% y la eficiencia en un 11%.

3.5.5 Análisis económico financiero

El análisis económico financiero que se llevó a cabo para la implementación de la mejora fueron clasificados e identificados en base a las dos dimensiones desarrolladas en la investigación (Mantenimiento autónomo y mantenimiento predictivo) donde se pudo identificar los costos que fueron necesarios invertir para obtener como resultado una mejora.

Tabla 21: Inversión de recursos y materiales para la implementación del TPM.

COMACSA COMPAÑÍA AGREGADOS CALCIÁRIOS S.A.	INVERSIÓN DE LA MEJORA			
	RECURSOS	CANTIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	PASO 01 : LIMPIEZA INICIAL			
	Mantenimiento de aspiradora para polvo	1	S/ 150.00	S/ 150.00
	Cañerías	5	S/ 10.00	S/ 50.00
	Forrado de repuestos	10	S/ 20.00	S/ 200.00
	Capacitación del personal de limpieza	1	S/ -	S/ -
	PASO 02 : ELIMINAR FUENTES DE CONTAMINACIÓN			
	Instalación de ventanas de inspección	1	S/ 100.00	S/ 100.00
	Set de llaves de acero	1	S/ 210.00	S/ 210.00
	PASO 03: ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			
	Caja de herramientas	2	S/ 70.00	S/ 140.00
	Lavado de protector de maquina	4	S/ 20.00	S/ 80.00
	PASO 04: INSPECCIÓN GENERAL			
	Entrenamiento y capacitación por un especialista	1	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
	PASO 05: INSPECCIÓN AUTONOMA			
	Elaboración de una lista de verificación de mantenimiento autónomo por un especialista	1	S/ 800.00	S/ 800.00
	PASO 06: ORGANIZACIÓN Y ORDEN			
	Señalización de punto de acopio	4	S/ 20.00	S/ 80.00
Señalización para cada herramienta y material	4	S/ 30.00	S/ 120.00	
SUB TOTAL			S/ 3,930.00	
MANTENIMIENTO PREDICTIVO	RECURSOS	CANTIDADES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	PASO 01: CHECK LIST			
	Operario con conocimiento de mantenimiento predictivo	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
	PASO 02: DIAGRAMA DE BARRAS DE CRITICIDAD DE FALLAS			
	PASO 03: ANALISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLAS			
	Mantenimiento de la camara termográfica	1	S/ 150.00	S/ 150.00
	Mantenimiento del marómetro	1	S/ 150.00	S/ 150.00
	Mantenimiento del micrómetro	1	S/ 200.00	S/ 200.00
	Multímetro	1	S/ 200.00	S/ 200.00
	Operario con conocimiento de mantenimiento predictivo	1	S/ -	S/ -
	PASO 04: ORDEN DE TRABAJO			
	Operario con conocimiento de mantenimiento predictivo	1	S/ -	S/ -
PASO 5: REPORTE DE AVERIAS				
SUB TOTAL			S/ 2,200.00	
TOTAL				S/ 6,130.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se logra apreciar el monto invertido tanto en recurso materiales como en la mano de obra que fueron necesarios para la implementación del TPM como mejora en el área de mantenimiento mecánico, donde los costos sub totales se dividieron de acuerdo a las dimensiones de la investigación, por ende, en cuanto a la aplicación del mantenimiento autónomo se obtuvo un costo de S/ 3,930.00 mientras los costos de la inversión en la aplicación del mantenimiento predictivo sumaron la cantidad de S/ 2,200.00, dichos montos nos dan como resultado total de costo de inversión de S/ 6,130.00.

Tabla 22: Beneficios de la implementación del TPM.

ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN						
	CANTIDAD	HORAS TRABAJADAS AL DIA	DIAS	TOTAL DE HORAS	COSTO DE TIEMPO EN SOLES	COSTO TOTAL
ESPECIALISTAS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO	3	8	30	240	S/8.33	S/6,000.00
DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN						
	CANTIDAD	HORAS TRABAJADAS AL DIA	DIAS	TOTAL DE HORAS	COSTO DE TIEMPO EN SOLES	COSTO TOTAL
ESPECIALISTAS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO	2	8	30	240	S/8.33	S/4,000.00
BENEFICIO	S/ 2,000.00					
ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN						
	CANTIDAD	HORAS TRABAJADAS AL DIA	DIAS	TOTAL DE HORAS	COSTO DE TIEMPO EN SOLES	COSTO TOTAL
OPERARIOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO	8	8	30	240	S/6.25	S/12,000.00
DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN						
	CANTIDAD	HORAS TRABAJADAS AL DIA	DIAS	TOTAL DE HORAS	COSTO DE TIEMPO EN SOLES	COSTO TOTAL
OPERARIOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO	4	8	30	240	S/6.25	S/6,000.00
BENEFICIO	S/ 6,000.00					
ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN						
	CANTIDAD	PIEZAS A CAMBIAR	MES	TOTAL DE PIEZAS	COSTO DE PIEZAS EN SOLES	COSTO TOTAL
CAMBIO DE PIEZAS DE MAQUINARIA	4	15	1	15	S/100.00	S/1,500.00
DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN						
	CANTIDAD	PIEZAS A CAMBIAR	MES	TOTAL DE PIEZAS	COSTO DE PIEZAS EN SOLES	COSTO TOTAL
CAMBIO DE PIEZAS DE MAQUINARIA	4	7	1	7	S/100.00	S/700.00
BENEFICIO	S/ 800.00					
ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN						
	CANTIDAD	CANTIDAD DE ACCIDENTES	MES	TOTAL DE ACCIDENTES	COSTO POR ACCIDENTE	COSTO TOTAL
ACCIDENTES LABORALES	8	3	1	3	S/300.00	S/900.00
DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN						
	CANTIDAD	CANTIDAD DE ACCIDENTES	MES	TOTAL DE ACCIDENTES	COSTO POR ACCIDENTE	COSTO TOTAL
ACCIDENTES LABORALES	4	1	1	1	S/300.00	S/300.00
BENEFICIO	S/ 600.00					
ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN						
	CANTIDAD	CANTIDAD DE GALONES AL DIA	DIAS	CONSUMO TOTAL DE GALONES POR MES	COSTO DE GALON	COSTO TOTAL
AHORRO DE COMBUSTIBLE	4	35	30	1050	S/15.00	S/63,000.00
DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN						
	CANTIDAD	CANTIDAD DE GALONES AL DIA	DIAS	CONSUMO TOTAL DE GALONES POR MES	COSTO DE GALON	COSTO TOTAL
AHORRO DE COMBUSTIBLE	4	30.4	30	912	S/15.00	S/54,720.00
BENEFICIO	S/ 8,280.00					
TOTAL AHORRO						S/ 17,680.00

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, la tabla 22 nos muestra la comparación de costos del antes y después de la aplicación, mostrando como resultado un beneficio y ahorro en relación con la mano de obra de especialista y operarios del área de mantenimiento, la disminución del costo en repuestos y materiales de las maquinarias, así como también el costo en la disminución de accidentes laborales suscitados en esta área.

A partir de las tablas anteriores se desarrolló un flujo de caja donde se muestran los ingresos y egresos que se originan como resultado de los beneficios obtenidos desde la implementación y los costos de inversión que fueron necesarios para su aplicación.

Tabla 23: Flujo de caja.

FLUJO DE CAJA													
MESES													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INGRESOS													
BENEFICIO		S/ 17,680.00											
EGRESOS													
INVERSIÓN		S/ 6,130.00											
INVERSIÓN/BENEFICIO	-S/ 17,680.00	S/ 11,550.00											
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-S/ 17,680.00	-S/ 6,130.00	S/ 23,100.00										

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23 se observa el diagrama de flujo correspondiente a los ingresos y egresos generados en la implementación de la mejora en un periodo de 12 meses, donde se establece que el beneficio durante ese lapso será de S/ 17,680.00 lo que corresponde a un ingreso para la empresa, mientras que la inversión generada es de S/ 6,130.00 siendo este una salida de liquidez de efectivo. La relación inversión y beneficio permite determinar el acumulado de estos costos donde se determina que en el mes 1 la empresa genera una liquidez negativa, sin embargo, a partir del segundo mes ya se obtienen flujos de caja acumulados en cantidades positivas.

Asimismo, a partir del flujo de caja acumulado se obtiene el valor neto actual (VAN) que es un indicador que nos permite conocer si el proyecto en estudio es viable, asimismo se determina la tasa interna de retorno (TIR) el cual nos mide la rentabilidad de la inversión, estos cálculos se realizan teniendo en cuenta una tasa mínima aceptable de rendimiento de 10% cuyo porcentaje se calculó tomando como referencia la inflación de los últimos años y la tasa de interés que la empresa requiere para realizar la inversión del proyecto.

Tabla 24: Calculo del VAN y TIR del proyecto.

VAN Y TIR	
TASA	10%
VAN	S/ 113,143.55
TIR	65.1%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 24 nos muestra que el VAN de la inversión realizada para implementación de la mejora es de S/ 113, 143.55 soles, siendo esta positiva, asimismo el TIR se presenta con 65.1%, siendo mayor al TMAR lo que indica que el proyecto en estudio es viable y nos genera una rentabilidad. Por último, se determinó la relación costo beneficio del proyecto en donde se busca encontrar la rentabilidad del proyecto.

Tabla 25: Relación costo - beneficio

RELACIÓN BENEFICIO / COSTO	
BENEFICIO	S/113,143.55
COSTO DE INVERSIÓN	S/73,560.00
B/C	1.54

Fuente: Elaboración propia

En tabla 25 se halló, la relación costo/beneficio mediante la suma total de ingresos divididos entre la inversión total, dando como índice B/C 1.54 lo que

significa que por cada sol invertido se obtiene un beneficio de 1.54, siendo este número mayor a 1 lo cual indica que la inversión para el plan de mejora es rentable.

3.6 Métodos de análisis de datos

Para el análisis de datos de la investigación, se realizará mediante la técnica de análisis cuantitativo de los datos obtenidos del registro de recolección de datos. Los cuales se ejecutarán mediante el uso del programa SPSS versión 25, en el cual se tabularán los datos para obtener la tabla y gráficos según las variables y dimensiones.

El análisis descriptivo

Se clasificará datos estadísticos de tal forma que puedan ser analizados e interpretados de una manera más eficiente.

El análisis inferencial

Se busca deducir los resultados que se esperan de una población en base a los datos que se obtienen de la muestra de dicha población.

Contrastación de hipótesis.

Se llevará a cabo un proceso de verificación de la hipótesis mediante la prueba estadígrafo de Wilcoxon que permitirá determinar la diferencia existente entre las medias de las variables cuantitativas. Se determinará el nivel de la significancia aceptable, donde dicho nivel debe ser menor a 0.05.

3.7 Aspectos éticos.

Esta investigación se sustenta conforme a los lineamientos de la ética, por ello, se respetará las creencias tanto religiosas, morales, políticas y medio ambiente; así como, las responsabilidades sociales, jurídicos, éticos y políticos sobre la privacidad y autoría, ya que se afirma la veracidad de nuestro trabajo de investigación, las cuales se rigen mediante las normativas nacionales y la institución de educación superior Cesar Vallejo.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis Estadístico Descriptivo

Productividad

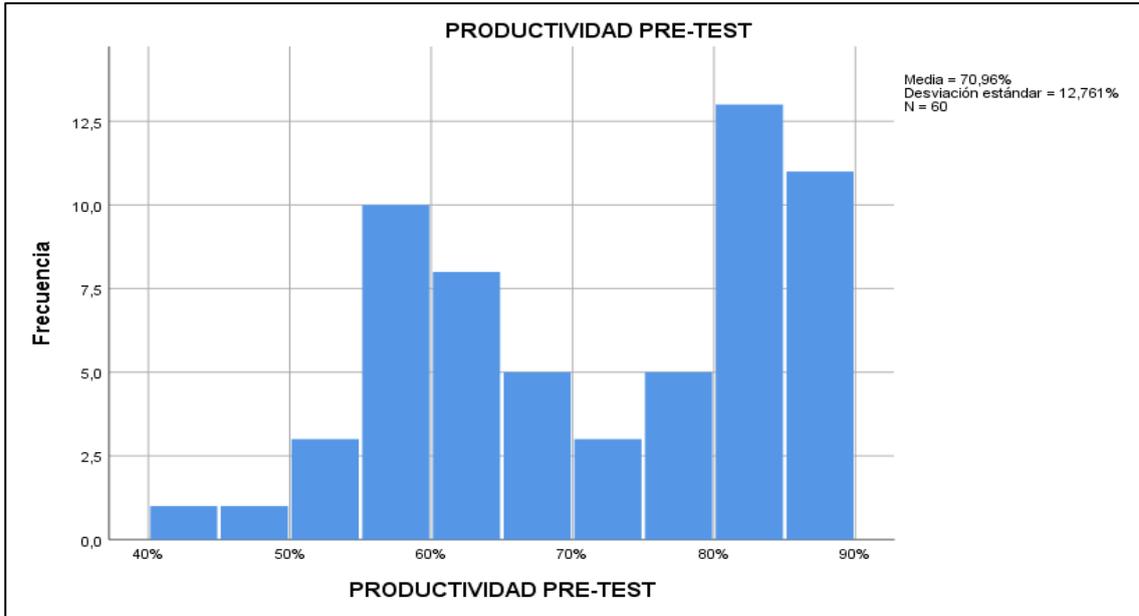
Tabla 26: Estadístico Descriptivo Productividad

Estadísticos		PRODUCTIVIDAD PRE-TEST	PRODUCTIVIDAD POST-TEST
N	Válido	60	60
	Perdidos	0	0
Media		70,96%	89,82%
Error estándar de la media		1,647%	1,305%
Mediana		71,43%	87,50%
Moda		83%	100%
Desv. Desviación		12,761%	10,105%
Varianza		162,850	102,110
Asimetría		-,230	-,619
Error estándar de asimetría		,309	,309
Curtosis		-1,263	-,330
Error estándar de curtosis		,608	,608
Rango		46%	33%
Mínimo		43%	67%
Máximo		89%	100%
Suma		4257%	5389%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 26 muestra los resultados de la estadística descriptiva correspondientes a la Productividad mediante el uso del SPSS, donde la media antes de la implementación representa un 70.96% y después es de la implementación tiene un resultado de 89.82%. Así mismo, la desviación estándar para el Pre test es de 12.761% y en el Post test es de 10.105%.

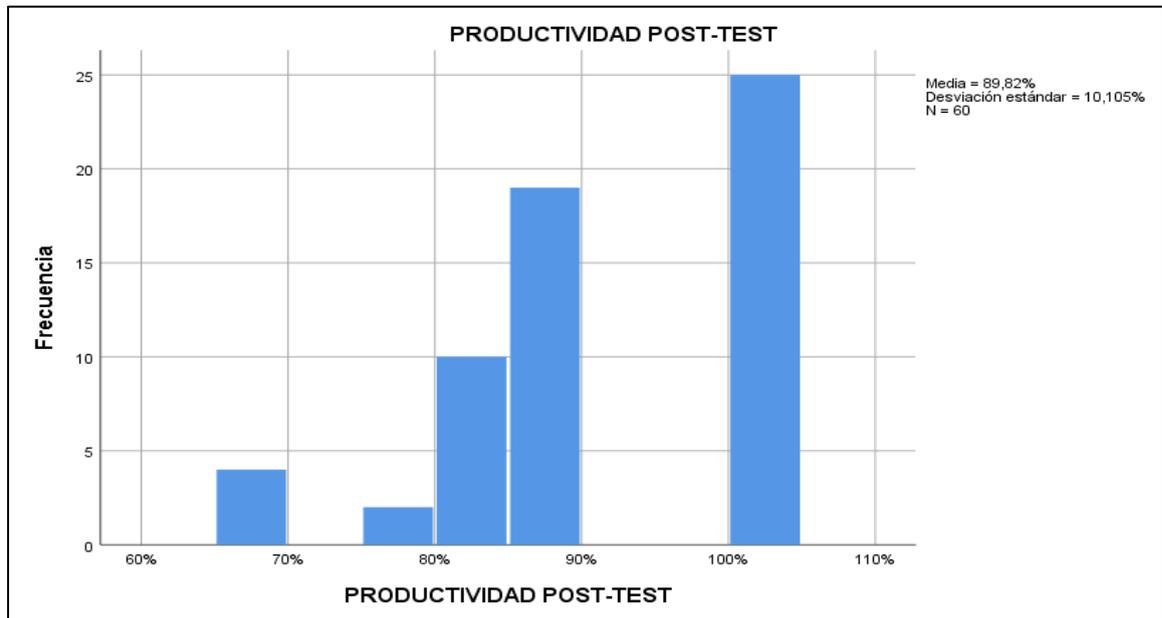
Figura 17: Productividad Pre-Test



Fuente: Elaboración propia

La figura 17 se observa que el valor mínimo de la productividad antes de la implementación es de 43% y el máximo es de 89%. Así como la media con un 70.96% y la desviación estándar 12.761%.

Figura 18: Productividad Post-Test



Fuente: Elaboración propia

La figura 18 se observa que el valor mínimo de la productividad después de la implementación es de 67% y el máximo es de 100%. Así como la media con

un 89.82% y la desviación estándar 10.105%.

Eficiencia

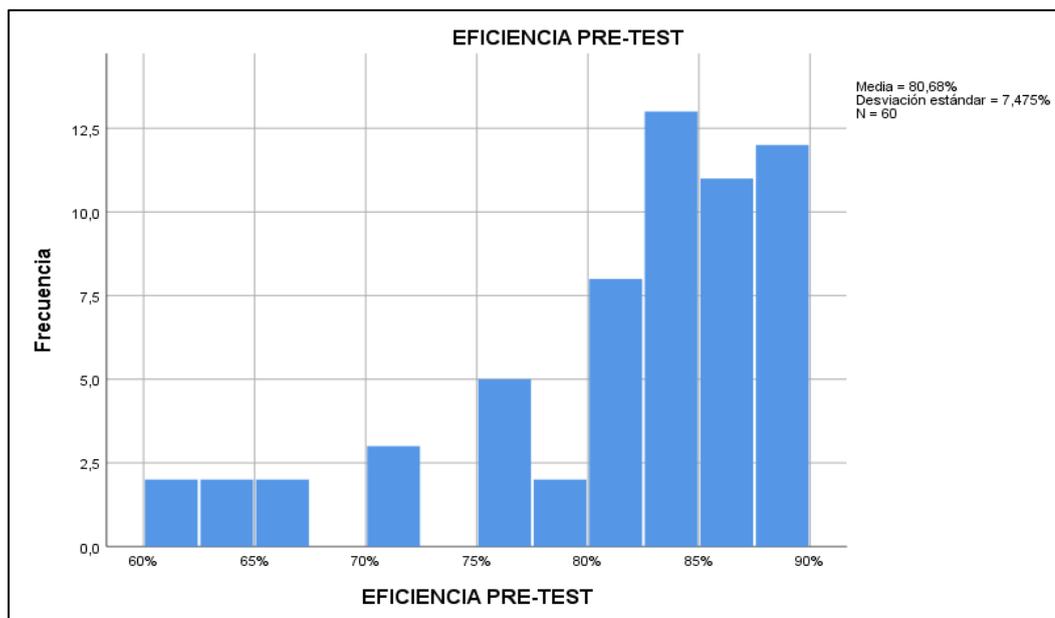
Tabla 27: Estadístico Descriptivo Eficiencia

		Estadísticos	
		EFICIENCIA PRE-TEST	EFICIENCIA POST-TEST
N	Válido	60	60
	Perdidos	0	0
Media		80,68%	92,32%
Error estándar de la media		0,965%	1,079%
Mediana		83,33%	94,44%
Moda		83%	100%
Desv. Desviación		7,475%	8,356%
Varianza		55,882	69,826
Asimetría		-1,379	-,579
Error estándar de asimetría		,309	,309
Curtosis		1,195	-,455
Error estándar de curtosis		,608	,608
Rango		29%	33%
Mínimo		60%	67%
Máximo		89%	100%
Suma		4841%	5539%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 27 muestra los resultados de la estadística descriptiva correspondientes a la eficiencia mediante el SPSS, donde la media antes de la implementación representa un 80.68% y después es de la implementación tiene un resultado de 92.32%. Así mismo, la desviación estándar para el Pre test es de 7.475% y en el Post test es de 8.356%.

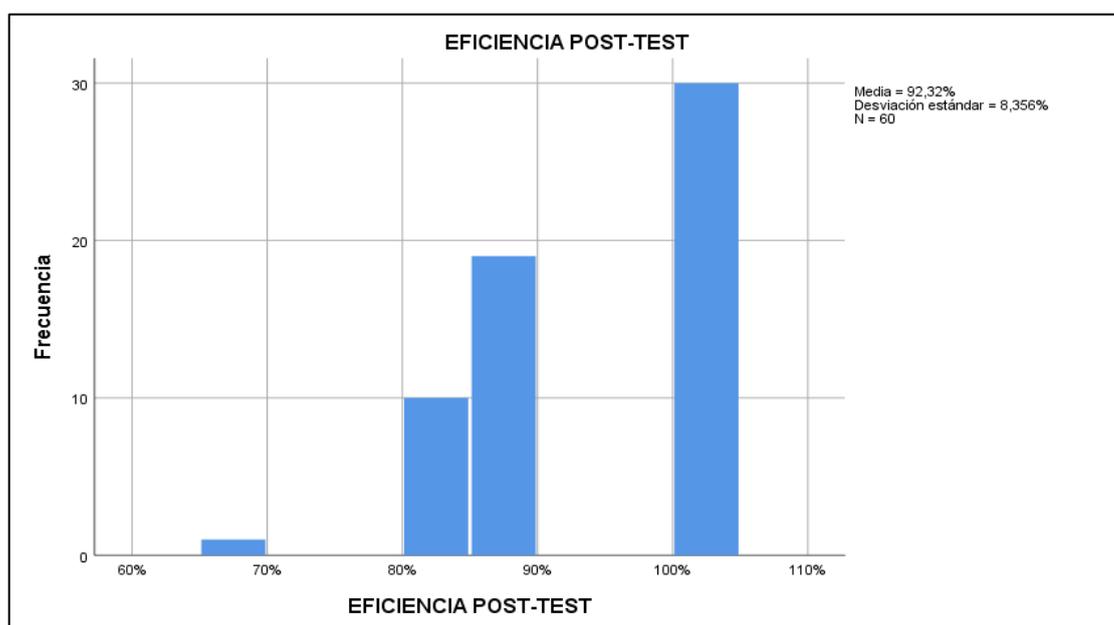
Figura 19: Eficiencia Pre-Test



Fuente: Elaboración propia

La figura 19 se observa que el valor mínimo de la eficiencia antes de la implementación es de 60% y el máximo es de 89%. Así como la media con un 80.68% y la desviación estándar 7.475%.

Figura 20: Eficiencia Post-Test



Fuente: Elaboración propia

La figura 20 se observa que el valor mínimo de la eficiencia después de la implementación es de 67% y el máximo es de 100%. Así como la media con

un 92.32% y la desviación estándar 8.356%.

Eficacia

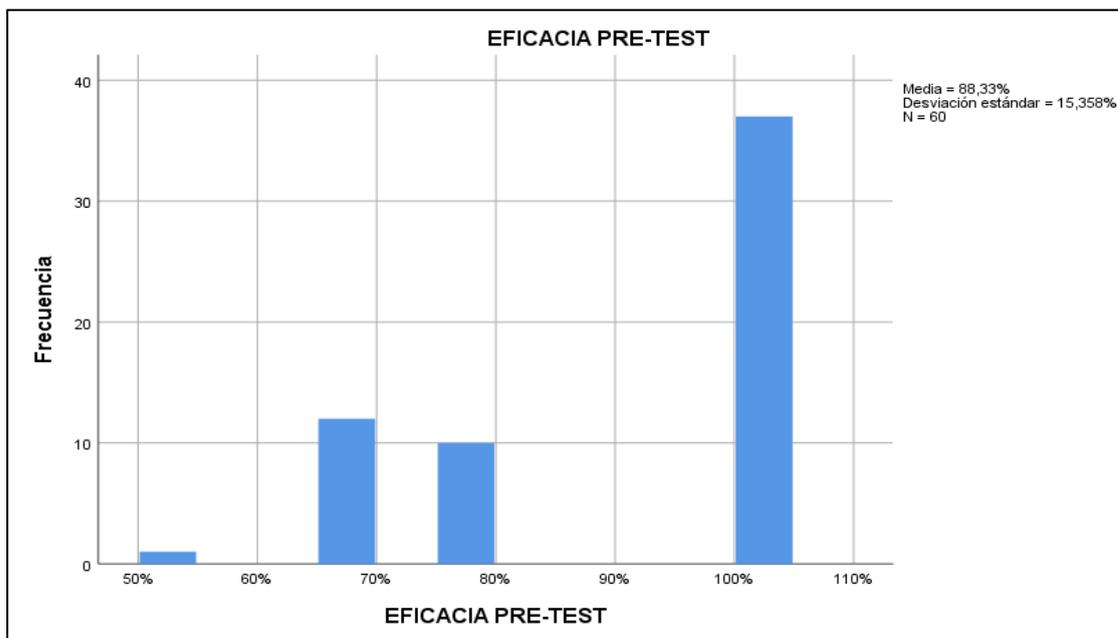
Tabla 28: Estadístico Descriptivo Eficacia

		Estadísticos	
		EFICACIA PRE-TEST	EFICACIA POST-TEST
N	Válido	60	60
	Perdidos	0	0
Media		88,33%	97,50%
Error estándar de la media		1,983%	1,090%
Mediana		100,00%	100,00%
Moda		100%	100%
Desv. Desviación		15,358%	8,446%
Varianza		235,876	71,328
Asimetría		-,694	-3,198
Error estándar de asimetría		,309	,309
Curtosis		-1,201	8,740
Error estándar de curtosis		,608	,608
Rango		50%	33%
Mínimo		50%	67%
Máximo		100%	100%
Suma		5300%	5850%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 28 muestra los resultados de la estadística descriptiva correspondientes a la eficacia mediante el SPSS, donde la media antes de la implementación representa un 88.33% y después es de la implementación tiene un resultado de 97.50%. Así mismo, la desviación estándar para el Pre test es de 15.358% y en el Post test es de 8.446%.

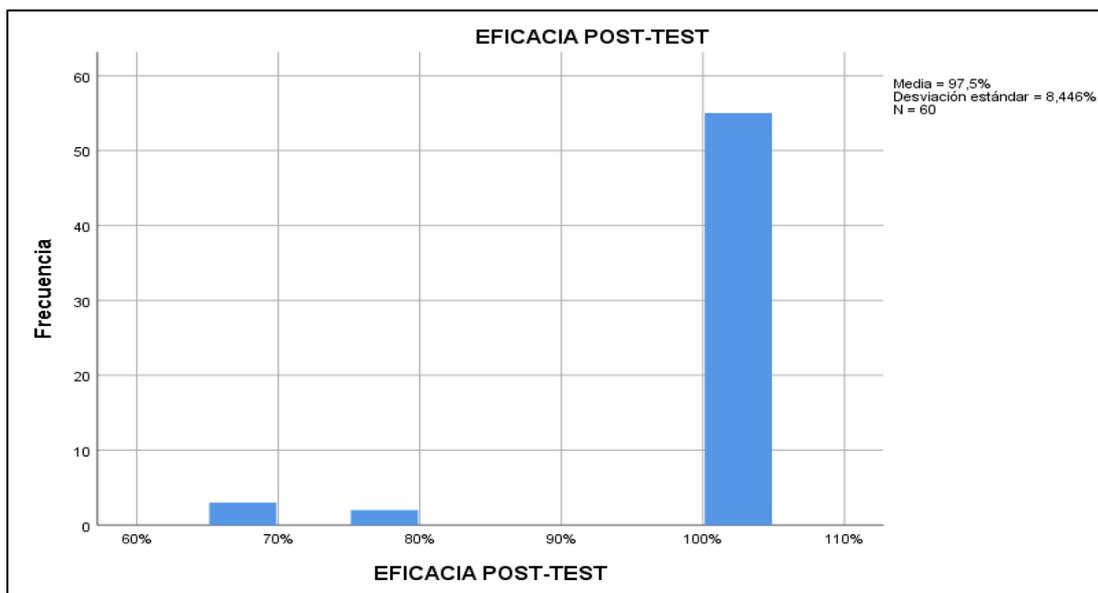
Figura 21: Eficacia Pre-Test



Fuente: Elaboración propia

La figura 21 se observa que el valor mínimo de la eficiencia antes de la implementación es de 50% y el máximo es de 100%. Así como la media con un 88.33% y la desviación estándar 15.358%.

Figura 22: Eficacia Post-Test



Fuente: Elaboración propia

La figura 22 se observa que el valor mínimo de la eficiencia después de la implementación es de 50% y el máximo es de 100%. Así como la media con un 88.33% y la desviación estándar 15.358%.

4.2 Análisis Estadístico Inferencial

Luego de analizar los resultados estadísticos descriptivos del capítulo anterior, se procederá a verificar los resultados de análisis inferencial por medio del programa SPSS, para la contratación de hipótesis del estudio.

Se determina la prueba de normalidad para establecer la prueba a utilizar.

Tabla 29: Prueba de normalidad.

MUESTRA	EXPLICACIÓN	PRUEBA A UTILIZAR
Muestra grande	Cantidad de datos mayores a 30	KOLMOGOROV SMIRNOV
Muestra pequeña	Cantidad de datos menores a 30	SHAPIRO WILK

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, para determinar la utilización del estadígrafo T Student o Wilcoxon. Se llevará a cabo mediante la siguiente tabla de decisión.

Tabla 30: Estadígrafo.

ANTES	DESPUÉS	ESTADÍGRAFO
Paramétrico	Paramétrico	T-Student
Paramétrico	No Paramétrico	Wilcoxon
No Paramétrico	No Paramétrico	Wilcoxon

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de la Hipótesis General

Ha: La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Mediante el análisis de la muestra seleccionada para la contratación de la hipótesis general se necesita identificar la productividad antes y después, de esta manera determinar el comportamiento paramétrico y no paramétrico, usando como prueba el de Kolmogorov Smirlov ya que se cuenta con una muestra de 60 datos.

Tomando como referencia la siguiente regla de decisión:

Si $P_{valor} \leq 0.05$, no paramétrico

Si $P_{valor} \geq 0.05$, paramétrico

Tabla 31: Prueba de normalidad – productividad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD PRE-TEST	,167	60	,000	,916	60	,001
PRODUCTIVIDAD POST-TEST	,260	60	,000	,841	60	,000

Fuente: Elaboración propia

La tabla 31, muestra que la significancia de la productividad antes y después representan una cantidad menor a 0.05 lo que indica según la regla de decisión que el comportamiento para este indicador es no probabilístico.

Contrastación de hipótesis general

A partir del resultado anterior, se determina realiza el análisis de las medias y el análisis de significancia mediante el uso del estadígrafo Wilcoxon, con el propósito de contrastar la hipótesis nula y la hipótesis alterna de indicador productividad. Teniendo en cuenta las siguientes reglas de decisión:

H₀: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

H_a: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

H₀: La implementación del Mantenimiento Productivo Total no mejora la productividad del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

H_a: La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Tabla 32: Análisis de medias – productividad.

	PRODUCTIVIDAD PRE-TEST	PRODUCTIVIDAD POST-TEST
Media	70,9573%	89,8214%
N	60	60
Desv. Desviación	12,76126%	10,10495%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32 se identifica que la media de la productividad antes es de 70.96%, siendo menor comparado con la media de la productividad después con 89.82%, lo cual demuestra que no cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Concluyendo que, La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Así mismo, se realiza el análisis de significancia o Pvalor de cada resultado mediante la prueba de Wilcoxon. Donde se tomará como base la siguiente regla de decisión, ya que se cuenta con resultados bilaterales.

Si $Pvalor \leq 0.025$, se rechaza la hipótesis nula

Si $Pvalor > 0.025$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 33: Análisis de significancia Wilcoxon – productividad

Estadísticos de prueba^a	
	PRODUCTIVIDAD POST-TEST - PRODUCTIVIDAD PRE-TEST
Z	-5,972 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33, se puede determinar que en base al análisis de significancia de Wilcoxon de la productividad antes y después es de 0.00 siendo este un valor menor a 0.025, lo que demuestra el rechazo a la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, estableciendo que La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Análisis de la primera Hipótesis Específica – Eficiencia.

Ha: La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Mediante el análisis de la muestra seleccionada para la contratación de la primera hipótesis específica, se necesita identificar la eficiencia antes y después, de esta manera determinar el comportamiento paramétrico y no paramétrico, usando como prueba el de Kolmogorov Smirlov ya que se cuenta con una muestra de 60 datos.

Tomando como referencia la siguiente regla de decisión:

Si Pvalor \leq 0.05, no paramétrico

Si Pvalor \geq 0.05, paramétrico

Tabla 34: Prueba de normalidad – eficiencia

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA PRE-TEST	,239	60	,000	,825	60	,000
EFICIENCIA POST-TEST	,321	60	,000	,791	60	,000

Fuente: Elaboración propia

La tabla 34, muestra que el valor de significancia de la eficiencia antes y después representan una cantidad menor a 0.05 lo que indica según la regla de decisión que el comportamiento para este indicador es no probabilístico.

Contrastación de primera hipótesis específica - Eficiencia

A partir del resultado anterior, se determina realiza el análisis de las medias y el análisis de significancia mediante el uso del estadígrafo Wilcoxon, con el propósito de contrastar la hipótesis nula y la hipótesis alterna de indicador productividad. Teniendo en cuenta las siguientes reglas de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

H₀: La implementación del Mantenimiento Productivo Total no mejora la eficiencia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

H_a: La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Tabla 35: Análisis de medias – Eficiencia.

	EFICIENCIA PRE-TEST	EFICIENCIA POST-TEST
Media	80,6792%	92,3214%
N	60	60
Desv. Desviación	7,47544%	8,35619%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 35 se identifica que la media de la eficiencia antes es de 80.68%, siendo menor comparado con la media de la eficiencia después con 92.32%, lo cual demuestra que no cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Concluyendo que, La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Así mismo, se realiza el análisis de significancia o Pvalor de cada resultado mediante la prueba de Wilcoxon. Donde se tomará como base la siguiente regla de decisión, ya que se cuenta con resultados bilaterales.

Si Pvalor ≤ 0.025 , se rechaza la hipótesis nula

Si Pvalor > 0.025 , se acepta la hipótesis nula

Tabla 36: Análisis de significancia Wilcoxon – Eficiencia

Estadísticos de prueba^a	
	EFICIENCIA POST-TEST - EFICIENCIA PRE-TEST
Z	-5,465 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 36, se puede determinar que en base al análisis de significancia de Wilcoxon de la productividad antes y después es de 0.00 siendo este un valor menor a 0.025, lo que demuestra el rechazo a la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, estableciendo que La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Análisis de la segunda Hipótesis Específica – Eficacia

Ha: La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Mediante el análisis de la muestra seleccionada para la contratación de la segunda hipótesis específica, se necesita identificar la eficacia antes y después, de esta manera determinar el comportamiento paramétrico y no paramétrico, usando como prueba el de Kolmogorov Smirlov ya que se cuenta con una muestra de 60 datos.

Tomando como referencia la siguiente regla de decisión:

Si Pvalor ≤ 0.05 , no paramétrico

Si Pvalor ≥ 0.05 , paramétrico

Tabla 37: Prueba de normalidad – eficacia.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA PRE-TEST	,393	60	,000	,695	60	,000
EFICACIA POST-TEST	,533	60	,000	,316	60	,000

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 37, muestra que la significancia de la eficacia antes y después representan una cantidad menor a 0.05 lo que indica según la regla de decisión que el comportamiento para este indicador es no probabilístico.

Contrastación de segunda hipótesis específica - Eficacia

A partir del resultado anterior, se determina realiza el análisis de las medias y el análisis de significancia mediante el uso del estadígrafo Wilcoxon, con el propósito de contrastar la hipótesis nula y la hipótesis alterna de indicador productividad. Teniendo en cuenta las siguientes reglas de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

H₀: La implementación del Mantenimiento Productivo Total no mejora la eficacia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

H_a: La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Tabla 38: Análisis de medias – Eficacia.

	EFICACIA PRE-TEST	EFICACIA POST-TEST
Media	88,3333%	97,5000%
N	60	60
Desv. Desviación	15,35825%	8,44557%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 38 se identifica que la media de la eficacia antes es de 88.33%, siendo menor comparado con la media de la eficacia después con 97.5%, lo cual demuestra que no cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Concluyendo que, La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

Así mismo, se realiza el análisis de significancia o Pvalor de cada resultado mediante la prueba de Wilcoxon. Donde se tomará como base la siguiente regla de decisión, ya que se cuenta con resultados bilaterales.

Si $Pvalor \leq 0.025$, se rechaza la hipótesis nula

Si $Pvalor > 0.025$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 39: Análisis de significancia Wilcoxon – Eficacia.

Estadísticos de prueba^a	
	EFICACIA POST-TEST - EFICACIA PRE-TEST
Z	-3,817 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 39, se puede determinar que en base al análisis de significancia de Wilcoxon de la eficiencia antes y después es de 0.00 siendo este un valor menor a 0.025, lo que demuestra el rechazo a la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, estableciendo que La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020.

V. DISCUSIÓN

Se pudo determinar que la productividad en la presente investigación obtuvo un aumento en un 27% cuyo resultado concuerda en comparación con el estudio realizado por el autor Córdova en el año 2018 donde, realizó una investigación referente a la Aplicación de TPM para mejorar la productividad de las máquinas cortadoras de papel en el área de Producción de la empresa Convertidora del Pacífico E.I.R.L, Ate, Donde el objetivo general planteado fue establecer de qué manera la aplicación del TPM contribuye a mejorar la productividad de las máquinas cortadoras de papel en el área de producción, obteniendo luego de su aplicación de esta herramienta una mejora en la productividad de 19%. A partir de estos dos resultados se puede inferir que en ambas investigaciones se cumplió con los objetivos planteados; sin embargo, la diferencia que existe entre los dos resultados se debe básicamente a los diferentes indicadores utilizados en cada una de las investigaciones.

Otro hallazgo encontrado en cuanto a la hipótesis general es que se aceptó la hipótesis alterna y se rechazó la hipótesis nula, ya que se obtuvo una significancia de 0.000 y un incremento de la media de 11.6%, concluyéndose que se logró determinar que el Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad del área de mantenimiento mecánico de la empresa Comacsa, Los Olivos. Este resultado se contrasta con la investigación realizada por el autor Aponte en su tesis, Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de los vehículos de carga en una empresa de transporte, Lima 2017, donde también obtuvo un resultado similar ya que su nivel de significancia fue de 0.000 y un aumento en la media de 11.8% logrando determinar que mediante la aplicación del TPM se logró mejorar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa en estudio. En base a estos resultados se deduce que ambas investigaciones muestran un resultado semejante; sin embargo, se utilizaron diferentes análisis estadísticos ya que para el primer caso empleó el de Wilcoxon, mientras que el autor Aponte utilizó el T-student.

En base a los resultados obtenidos de nuestro indicador eficiencia se logró determinar que media de la eficiencia antes es de 80.68%, siendo menor comparado con la media de la eficiencia después con 92.32%, lo cual demuestra que no cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Concluyendo que, La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020. Donde se obtuvo un aumento en un 14%. Por otro lado, los autores Maldonado e Ysique, en su tesis sistema de mejora continua basado en el Mantenimiento Productivo Total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa Induamerica S.A.C. - Lambayeque 2016, lograron un aumento de 54% en su indicador de la eficiencia, los resultados de ambas investigaciones muestran una gran diferencia en cuanto a los valores; sin embargo, se deduce que se debe a los diferentes contextos en la que se encuentran ambas entidades.

En base a los resultados obtenidos de nuestro indicador eficiencia se logró determinar que la media de la eficacia antes es de 88.33%, siendo menor comparado con la media de la eficacia después con 97.5%, lo cual demuestra que no cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Concluyendo que, La implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020. Donde se obtuvo un aumento en un 11%. Mientras tanto el autor Pérez en su tesis, aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el área de Mantenimiento de la empresa Tritón Trading S.A, Villa el Salvador 2017, obtuvo un aumento de 12% en su indicador de la eficacia, de esta manera el resultado de ambas investigaciones evidencia una gran similitud en sus valores y la mejora encontrada en la dimensión eficacia.

VI. CONCLUSIONES

En relación con la hipótesis general planteada, la implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la productividad en el área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020. Se realizó un análisis de significancia mediante la prueba de Wilcoxon basada en la productividad del antes y el después de la mejora concluyendo que su resultado fue de 0.00, por lo que se determinó que rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación; además, se logró incrementar la media de (70.96%) a (89.82%).

En relación con la hipótesis primera hipótesis específica planteada, la implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficiencia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020. Se realizó un análisis de significancia mediante la prueba de Wilcoxon basada en la eficiencia del antes y el después de la mejora concluyendo que su resultado fue de 0.00, por lo que se determinó que rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, además se logró incrementar la media de (80.68%,) a (92.32%).

En relación con la hipótesis segunda hipótesis específica planteada, la implementación del Mantenimiento Productivo Total mejora la eficacia del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los olivos, 2020. realizó un análisis de significancia mediante la prueba de Wilcoxon basada en la eficacia del antes y el después de la mejora concluyendo que su resultado fue de 0.00, por lo que se determinó que rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, además se logró incrementar la media de (88.33%) a (97.5%).

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda mejorar en los procesos operativos al momento de aplicar los mantenimientos a las máquinas, es decir realizar controles de una manera muy minuciosa y a la vez aplicar correctamente cada formato implementado en el área, realizando consigo múltiples seguimientos para la mejora continua de la empresa.

Se recomienda ir mejorando en la parte metodológica con la finalidad de lograr a futuro investigaciones que permitan profundizar aún más los conocimientos con respecto al tema de TPM con la finalidad de generar mejoras en las empresas en las cuales en algún momento deseen implementar esta importante herramienta.

Se recomienda ampliar la investigación mediante la aplicación de los demás mantenimientos que son parte del mantenimiento productivo total y que hasta el momento no se hayan investigado tan a profundidad, todo ello con la finalidad de dar a conocer no solo dos o tres mantenimientos si no todos los que pertenezcan a esta herramienta.

Por último, se recomienda seguir difundiendo la aplicación adecuada del mantenimiento productivo total, es decir compartir con las demás áreas con la finalidad de lograr grandes cambios no solo en un área si no a nivel de toda la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA Y GONZÁLEZ. Propuesta de mantenimiento productivo total (TPM), en el proceso de sacrificio de equinos en la empresa finca los cristales Ltda. ubicada en Mosquera. Tesis (Titulo de ingeniería Industrial), Bogotá: Universidad Agustina ,2017. 194 p
- APONTE Chumacero, Carlos. Aplicación del mantenimiento productivo total para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de los vehículos de carga en una empresa de transporte, Lima 2017. Tesis (Título de ingeniero industrial), Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017, 123 pp.
- BIN Adnan. Total productive maintenance framework for automotive companies in Malaysia. Thesis (Doctor of Mechanical Engineering). Malaysia: University Technology Malaysia, 2015. 54 pp.
- CAMPOS Guillermo y LULA Emma [en línea]. La observación, un método para el estudio de la realidad. México: Revista Xihmai, 2012. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2020].
Disponible en: <http://Dialnet-LaOcionUnMetodoP-3979972.pdf>
ISSN: 1870-6703
- CARRO Roberto y GONZALES Daniel. Productividad y Competividad. Argentina: Universidad Nacional De Mar Del Plata, 2015. 18 pp.
Disponible en: http://du.a2_productivid_competitividad.pdf
- CORDOVA García, Leonel. Aplicación de un Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad de las maquinas cortadoras de papel en el área de Producción de la empresa Convertidora del Pacifico E.I.R.L, Ate, 2018. Tesis (Título de ingeniero industrial), Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018, 136 pp.
- CORNETERO Y ROJAS. Sistema colaborativo para mejorar el proceso de planificación operativa de eventos. Tesis (licenciado en ingeniería sistemas y computación). Chiclayo: Universidad Católica Santo Mogrovejo,2015.
Disponible http://tesisstream/28/_CorneteroMendozaMherine.pdf
- DIAZ, José, GARCIA, Jorge y MARTINEZ, Valeria. Impact Analysis of Total

Productive Maintenance [on line]. 2.a ed. Alemania: SpringerLink, Inc., 2019
[consultation date: 2 of December of 2020]

Disponible en:

<https://btsec=frontcover&dqENANCE++2019&hl=es&sa=X&ved>

ISBN: 978-3-030-01725-5

FERNANDEZ Ponte, Omar. Implementación del Mantenimiento Productivo Total para optimizar la Productividad en una empresa fabricante de transformadores, Lima 2017. Tesis (Título de ingeniero industrial), Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018, 125 pp.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN. (ICONTEC). Sistema de Gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. NTC-ISO 9000: 2015. Bogotá: EL instituto, 2015. P 13. Disponible en:
https://repository.uamerica.edu.co/bitstream8706150_9389-2016-II-GC.pdf

KIRAN Chandra. Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in a machine shop. Thesis (Master of Science in Engineering). Estonia: Tallin university OF Technology, 2017. 74 pp.

KOLLENBURG, Ton Van. The future of continuous improvement. Revista europea de Continuous Improvement [on line].vol 8. May 2019, [consultation date: 2 of december of 2020]. available in
https://www.researchgate.net/publication/332974315_The_future_of_continuous_improvement

ISSN:2383-2401

LOAYZA, Norman. La productividad crecimiento y en el Perú y el mundo. Revista económicos: Banco CentraldeReservadelPerú,2016.

Disponible en: <https://www.bcrp.gobs/Publicas/Revista-loayza.pdf>

GESTIÓN Estratégica de Mantenimiento [en línea]. Lima: TECSUP, 2020. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020].

Disponible en: https://www.tecsup_estrategica-de-mantenimiento-511

LLONTOP, Lucio. Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total

(TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria POMALCA SAA. Tesis (Magister en ingeniería industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Disponible en: http://tesis.usat.edu.pe/biream/12M_LlontopMendoz

MALDONADO, Ana; YSIQUE, Samner. Sistema de mejora continúa basado en el Mantenimiento Productivo Total para reducir los desperdicios en el área de producción de la empresa Indoamérica S.A.C. - Lambayeque 2016. Tesis (Título de ingeniero industrial), Lambayeque: Universidad Señor de Sipán, 2017, 141 pp.

MALLIA Johnny. Propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la planta de producción de agua potable de guayaquil identificando la criticidad de los equipos del proceso productivo y enfocado en la técnica T.P.M. Tesis (licenciado en ingeniería industrial). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2019.

Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.stream/ITUON%0MALLIA.pdf>

MARIAN De Aguiar. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, 15 de febrero de 2016.

Disponible en: <https://sabermetodologia-de-recoleccion-de-datos>

MODELO para Medición de Eficiencia Real de Producción y Administración Integrada de Información en Planta de Beneficio por José Montero Vega [et al.]. Bogotá: Cenipalma, 2014. 72 pp.

ISBN: 978-958-8360-43-0.

MOHANAD Sahib. Studying the Requirements of (TPM) Total Productive Maintenance in Production System. Thesis (Master of Science in Industrial Engineering). Iraq: University of Technology Production Engineering and Metallurgy Department, 2016. 119 pp.

NUMAN M, DURAKBASA, M y GUNES Gencyilmaz. Proceedings of the

International Symposium for Production Research 2018[on line].2.a ed.Alemania: Springer Link, Inc, 2018[consultation date: 2 of December of 2020]

Disponible en: [https://books.google.com.pe/books &es&sa=X&ved=2ahU](https://books.google.com.pe/books&es&sa=X&ved=2ahU)

SBN: 978-3-319-92267-6

OFICINA NACIONAL DEL TRABAJO. Mejore su negocio: El recurso humano y la productividad [en línea]. Ginebra: OIT, 2016. [fecha de consulta: 18 de setiembrede2020].

Disponible en: https://www.ilo.org/---emp_ent/---5.pdf

ISBN: 9789223311384

PAPROCKA, Iwona.The model of maintenance planning and production scheduling for maximising robustness.[on line]. vol 57. July 2018, [consultation date: 2 of December of 2020].

available in file:///C:/Umaintenanceplanningandprness-Article.pdf

ISSN:0020-7543

PEREZ Solís, Raúl.” Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el área de Mantenimiento de la empresa Tritón Trading S.A, Villa el Salvador 2017. Tesis (Título de ingeniero industrial), Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017, 153 pp.

PEREZ, José y FOL, Raymundo. PractiaLaboral 2018 [en línea]. TaxEditores 29 de enero 2018. México: Editores, 2018. [Fecha de consulta: 18 de setiembre de 2020].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/bookses>

ISBN: 9786076292020

PRODUCTIVIDAD [en línea]. MEXICO ¿Cómo vamos?, 2015 [fecha de consulta: 18 de setiembre de 2020].

Disponible en: <https://scholar.harvard.mexico.pdf>

RESTREPO, Juan. Implementación de Primeros pasos de los pilares de

Mantenimiento Autónomo (Paso 0) Y Mantenimiento Planeado (Elemento 1) de TPM (Mantenimiento Productivo Total) en el Área de Prensas de C.I. COLAUTO. S.A.S., Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Medellín: Universidad de Antioquia, 2019. 5 pp.

SIGCHO, Christian. Elaboración de un manual de mantenimiento predictivo y preventivo para las bombas de un sistema de supresión de incendios de acuerdo a la norma NFPA 25-2011. Tesis (licenciado en ingeniería industrial). Quito: Escuela politécnica nacional. 2018.

Disponible <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/18973.pdf>

SUNIL Luthra, DIXIT Garg, ASHISH Agarwal, y SACHIN Mangla. Total Quality Management (TQM) [on line] 1.a ed. Alemania: CRC Press, Inc, 2015 [consultation date: 2 of December of 2020]

available in <https://books.google.com.pe/hl=esq&f=false>

ISBN: 978-0-367-51283-5

SUZUKI, Tokutaro .TPM en industrias de procesos [en línea].1ra ed. Madrid: Japan institute of plant, 2017[fecha de consulta: 29 de septiembre de 2020].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/bprintsec=frontcov>

TACILLO, Elvis. Metodología de investigación Lima: Universidad Jaime Meza,2016.

Disponible <http://reposit.pe/Meto> Allowed=y

T"ADESTA, Yulian, AGUNG, Herry y AGUSMAN, Delvis. Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. [on line]. January 2018, n.o 9. [consultation date: 2 of December of 2020].

available in 10.1088/1757-899X/290/1/012024

TELLES, Reynaldo. Implementación de un programa de mantenimiento productivo total para el taller de Mecánica de producción de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica- Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Groghmann,2017,6.pp.

Disponible en: file:///C:/Users/milla/Downloads/proin_082_2016.pdf

TECNICAS e instrumentos de recolección de datos. [Mensaje en blog]. Sabino, C., (11 de marzo de 2010). [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020]. Recuperado de <https://bloquemetodologicodwordpress.com/tecnicas>

XIAOMENG Sun. Implementing a Total Productive Maintenance Approach into an Improvement At S Company. Thesis (Master of Science). Western: Universidad de western Kentucky Green ,2018.115 pp.

WILSON Magnus, WNUK SILVANDER Johan y GORSCHER. Software Journal, Volume 12, Issue 1, 2018.

Disponible en:<https://www.diva-portal.org/1.pdf>

ANEXOS

Matriz de operacionalización

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES		ESCALA
Variable independiente Mantenimiento Productivo Total	El TPM se define como un sistema de gestión en una organización que evite todo tipo de pérdidas (asegurando los ceros accidentes y averías) en la vida entera del sistema de producción. (SUSUKI, 2017)	La variable Mantenimiento Productivo Total se evalúa a través de las dimensiones: Mantenimiento autónomo y Mantenimiento predictivo cuyos indicadores miden el Nivel de inspección de maquinaria y el porcentaje de ejecución de diagnósticos de averías, respectivamente.	Mantenimiento autónomo	Nivel de Inspección de Maquinaria (NIM)	$NIM = \frac{CIR}{CTIP} \times 100\%$ CIR: Cantidad de Inspecciones Realizadas CTIP: Cantidad Total de Inspecciones Programadas	RAZÓN
			Mantenimiento Predictivo	Porcentaje de Ejecución de Diagnósticos de Averías de Maquinarias (PEDAM)	$PEDAM = \frac{CDAE}{CDAP} \times 100\%$ DAE: Cantidad de Diagnósticos de Averías Ejecutadas DAP: Cantidad de Diagnósticos de Averías Programadas	RAZÓN
Variable dependiente Productividad	Es el resultado de optimizar todos los recursos que intervienen en la empresa, incrementando beneficios, a todos los miembros que conforman una organización. (PEREZ, 2018)	La productividad será evaluada a través de sus dimensiones eficiencia y eficacia los cuales se medirán a través de sus fórmulas.	Eficiencia	Índice de Eficiencia (IE)	$IE = \frac{TPMm}{TEMm} \times 100\%$ TPMm: Tiempo Programado de Mantenimiento de Maquinaria. TEMm: Tiempo Empleado de Mantenimiento de Maquinaria	RAZÓN
			Eficacia	Índice de Eficacia (IEf)	$IEf = \frac{MEm}{MPm} \times 100\%$ MEm: Mantenimiento Ejecutados de Maquinaria MPm: Mantenimientos Programados de Maquinaria	RAZÓN

Validación por juicio de expertos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL TPM Y LA PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Productivo Total	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1 Mantenimiento Autónomo	Si	No	Si	No	Si	No	
1	NIM: Nivel de Inspección de Maquinaria CIR: Cantidad de Inspecciones Realizadas CTIP: Cantidad Total de Inspecciones programadas $NIM = \frac{CIR}{CTIP} \times 100\%$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 Mantenimiento Predictivo	Si	No	Si	No	Si	No	
2	PEDAM: Porcentaje de Ejecución de Diagnósticos de Averías de Maquinarias CDAE: Cantidad de Diagnósticos de Averías Ejecutadas CDAP: Cantidad de Diagnósticos de Averías Programadas $PEDAM = \frac{CDAE}{CDAP} \times 100\%$	✓		✓		✓		
N°	VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD							
3	DIMENSIÓN 3 Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	IE: Índice de Eficiencia TPMm: Tiempo Programado de Mantenimiento de Maquinaria. TEMm: Tiempo Empleado de Mantenimiento de Maquinaria $IE = \frac{TPMm}{TEMm} \times 100\%$	✓		✓		✓		
4	DIMENSIÓN 4 Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	IE: Índice de Eficacia MEm: Mantenimiento Ejecutados de Maquinaria MPm: Mantenimientos Programados de Maquinaria $IEf = \frac{MEm}{MPm} \times 100\%$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. MSc Delgado Montes, Mary Laura

DNI: 42917804

Especialidad del validador: Gestión de procesos y operaciones

30 de Octubre del 2020

- ¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.
- ²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

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



 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL TPM Y LA PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Productivo Total	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1 Mantenimiento Autónomo								
1	NIM: Nivel de Inspección de Maquinaria CIR: Cantidad de Inspecciones Realizadas CTIP: Cantidad Total de Inspecciones programadas $NIM = \frac{CIR}{CTIP} \times 100\%$	X		X		X		
DIMENSIÓN 2 Mantenimiento Predictivo								
2	PEDAM: Porcentaje de Ejecución de Diagnósticos de Averías de Maquinarias CDAE: Cantidad de Diagnósticos de Averías Ejecutadas CDAP: Cantidad de Diagnósticos de Averías Programadas $PEDAM = \frac{CDAE}{CDAP} \times 100\%$	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE : PRODUCTIVIDAD								
DIMENSIÓN 3 Eficiencia								
3	IE: Índice de Eficiencia TPMm: Tiempo Programado de Mantenimiento de Maquinaria. TEMm: Tiempo Empleado de Mantenimiento de Maquinaria $IE = \frac{TPMm}{TEMm} \times 100\%$	X		X		X		
DIMENSIÓN 4 Eficacia								
4	IE: Índice de Eficacia MEM: Mantenimiento Ejecutados de Maquinaria MPm: Mantenimientos Programados de Maquinaria $IE = \frac{MEM}{MPm} \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____ SUFICIENCIA _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: Jorge Rafael Díaz Dumont

DNI: 08698815

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

27 de octubre del 2020

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



Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (ING)
INGENIERO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
SPECIALIDAD: INGENIERÍA INDUSTRIAL

Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL TPM Y LA PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento Productivo Total	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1 Mantenimiento Autónomo							
1	NIM: Nivel de Inspección de Maquinaria IR: N° de Inspecciones Realizadas TIP: N° Total de Inspecciones programadas $NIM = \frac{IR}{TIP} \times 100$	X		X		X		
	DIMENSION 2 Mantenimiento Predictivo							
2	PEDAM: Ejecución de Diagnósticos de Averías de Maquinarias CDAE: Cantidad de Diagnósticos de Averías Ejecutadas CDAP: Cantidad de Diagnósticos de Averías Programadas $PEDAM = \frac{CDAE}{CDAP} \times 100\%$	X		X		X		
N°	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
3	DIMENSION 3 Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	IE: índice de eficiencia TPMm: Tiempo Programado de Mantenimiento de Maquinaria. TEMm: Tiempo Empleado de Mantenimiento de maquinaria $IE = \frac{TPMm}{TEMm} \times 100\%$	X		X		X		
4	DIMENSION 4 Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	IEf: índice de Eficacia MEm: Mantenimiento Ejecutados de Maquinaria MPm: Mantenimientos Programados de maquinaria $IE = \frac{MEm}{MPm} \times 100\%$	X		X		X		

Observaciones (Precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: **Jorge Nelson Malpartida Gutiérrez**

No aplicable
DNI: 10400346

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

27 de octubre del 2020

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

Carta de autorización



CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO DE DATOS EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Lima, 23 de Junio de 2021

Yo, Russbel Santos Príncipe Mena identificado con DNI N° 43391272 Jefe de Planeamiento Estratégico, encargado del Taller de Maquinaria Pesada en COMACSA, con RUC N° 20100037689, autorizo a los estudiantes, Milla Tarazona Talía Lizet y Ramos Albarran Gillian Gianella, utilizar el nombre y los datos de la organización necesarios para desarrollar su trabajo de investigación titulado, Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad del área de Mantenimiento Mecánico de la empresa COMACSA, Los Olivos, 2021.

CIA. MINERA AGREGADOS CALCÁREOS S.A.

RUSSBEL S. PRÍNCIPE MENA

Firma y sello Representante de Empresa