



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Programa mantenimiento productivo total basado en el iso 14224
para maximizar la productividad en el área de mantenimiento
eléctrico.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Hoyos Menor, Moises Daniel (orcid.org/0000-0003-1162-1649)
Tocto Roman, Mariluz (orcid.org/0000-0002-7266-2527)

ASESOR:

Mg. Purihuaman Leonardo, Celso Nazario (orcid.org/0000-0003-1270-0402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productividad

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente trabajo lo dedico a Dios quien me da la vida, salud y me fortalece, a mi madre que es mi motivación e inspiración de seguir adelante, a mi familia que ha estado presente en mis días difíciles brindándome su apoyo para cumplir con mis sueños y metas.

Mariluz Tocto Román.

El presente trabajo lo dedico a Dios quien me da la vida y fortaleza, a mi esposa e hijo que son mi fuente de inspiración para superarme cada día, por su apoyo y comprensión en este camino universitario. A mis padres que me han enseñado a ser constante en cada una de mis metas y a mis hermanas que me alientan a seguir adelante.

M Daniel Hoyos Menor.

Agradecimiento

Agradecemos a nuestro padre celestial Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Agradecemos a nuestra familia por el valor importante que cumplieron en nuestra formación personal y profesional. Agradecemos a nuestra escuela UCV por brindarnos los mejores aportes académicos y enseñanzas para nuestro éxito profesional. Agradecimiento a nuestro tutor y asesor de nuestro proyecto de investigación el Dr. Celso Nazario, Purihuan Leonardo quien nos ha guiado con su paciencia, y su rectitud por su valioso aporte para nuestra investigación.

M. Daniel y Mariluz

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	3
III.METODOLOGÍA	12
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2 Variables y operacionalización.	12
3.3 Población, Muestra y Muestreo.	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos.....	16
3.6 Método de análisis de datos:	16
3.7 Aspectos éticos:	17
IV.RESULTADOS	18
V.DISCUSIÓN.....	55
VI.CONCLUSIONES	56
VII.RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS	59
ANEXOS.....	65

Índice de tablas

Tabla 1. Fiabilidad del instrumento Gestión de mantenimiento eléctrico.....	16
Tabla 2. Productividad de Mantenimiento preventivo del año 2022.	18
Tabla 3. Resultados de solución a las 11 causas que presenta el Diagrama Ishikawa, del área de mantenimiento eléctrico.	21
Tabla 4. Criticidad actual de los equipos.	23
Tabla 5. Dimensión1: análisis de la situación inicial	24
Tabla 6. Gestión de mantenimiento eléctrico, Dimensión: alcance de su desarrollo personal.....	25
Tabla 7. Gestión de mantenimiento eléctrico, Dimensión: alcance de sus conocimientos.....	26
Tabla 8. Actividades para la aplicación del TPM.....	27
Tabla 9. Lista de representantes y sus funciones para tratar en dicha reunión.....	28
Tabla 10. Reporte de Mantenimiento REP – ME – 01, basado en el ISO 14224 ..	37
Tabla 11. Actividad del mantenimiento.....	40
Tabla 12. Capacitaciones del TPM a los supervisores responsables	41
Tabla 13. Registro de variable dependiente del 01/09/2022 al 30/09/2022	43
Tabla 14. Registro de variable dependiente del 03/10/2022 al 28/10/2022	43
Tabla 15. Registro de variable dependiente del 01/11/2022 al 30/11/2022	44
Tabla 16. Consolidación de datos después de la implementación.	45
Tabla 17. Cuadro comparativo con los resultados hallados en el pre y pos- implementación del TPM.....	45
Tabla 18 Variable MPT del mes de setiembre.....	46
Tabla 19. Variable MPT del mes de octubre.	47
Tabla 20. Variable MPT del mes de noviembre.	48
Tabla 21. Consolidación de Datos obtenidos de la variable Independiente.	49
Tabla 22. Costos de inversión de materiales.	49
Tabla 23. Costos por mano de obra.	50
Tabla 24. Costo por servicios	50
Tabla 25. Resultados generales del costo beneficios del TPM.....	51
Tabla 26. Costos asumidos por el área de mantenimiento eléctrico.	52
Tabla 27. Beneficio obtenido al aplicar la metodología TPM.....	52
Tabla 28. Programa de TPM basado en el ISO 14224:2016 aumenta la productividad en el área de mantenimiento eléctrico.....	54
Tabla 29. Fiabilidad del instrumento Gestión de mantenimiento eléctrico.....	69
Tabla 30. Formato de acta de reunión sobre la implementación del TPM.....	74
Tabla 31. A continuación, se detalla el formato de asistencia de capacitación. ...	75

Tabla 32. Acta de formación del comité del TPM.....	76
---	----

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Línea de Tendencia.....	19
Figura 2. Diagrama Ishikawa, del área de mantenimiento eléctrico.	20
Figura 3 criticidad de motores eléctricos	24
Figura 4. Propaganda visual. Afiche del TPM.....	29
Figura 5. Organigrama de delegación responsable del TPM.	30
Figura 6. Plan maestro del TPM	34
Figura 7. Resultado de evaluación del TPM a los técnicos y operadores.	35
Figura 8. Modo de falla para motores eléctricos.	39
Figura 9. Gráfico comparativo de pre y pos-implementación del TPM.	46

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general implementar el programa de mantenimiento productivo total (TPM), basado en la norma ISO14224:2016 para mejorar la productividad en el área de mantenimiento eléctrico, el desarrollo de nuestra investigación se basa en un estudio tipo aplicada, de enfoque cuantitativa, por su nivel es descriptivo y explicativo, su diseño es preexperimental, está dirigido a una población de 15 trabajadores técnicos electricistas encargados del área de mantenimiento y 5 operadores de campo, se aplicó una encuesta de 15 interrogantes tipo Likert, una Hoja de datos adquirimos los registros del índice de productividad que alcanzo la empresa y además fichas de observación, se analizaron los tiempos de la ejecución de trabajos específicos de mantenimiento eléctrico, como resultados se obtuvieron un aumento de la productividad de 59.40% a 86.03%, se concluye que la aplicación del TPM mejoro el aumento de la productividad en un 26.63% siendo rentable y beneficioso para la empresa.

Palabras clave: TPM, procesos, productividad, mantenimiento eléctrico.

ABSTRACT

The general objective of this research was to implement the total productive maintenance (TPM) program, based on the ISO14224:2016 standard to improve productivity in the area of electrical maintenance, the development of our research is based on an applied type study, focused on quantitative, due to its level it is descriptive and explanatory, its design is pre-experimental, it is aimed at a population and sample of 20 electrician technical workers in charge of the maintenance area, a survey of 15 Likert-type questions was applied, a Data Sheet we acquired the records of the productivity index that the company reached and also observation sheets, the execution times of specific electrical maintenance works were analyzed, as results an increase in productivity from 59.40% to 86.03% was obtained, it is concluded that the application of the TPM I improve the increase in productivity by 26.63%, being profitable and beneficial for the company.

Keywords: TPM, processes, productivity, electrical maintenance.

I. INTRODUCCIÓN

La producción es un factor que indica que uso se le está dando a los bienes de una organización en la elaboración de productos y servicios; se entiende como la paridad entre materiales utilizados y resultado de productos, indicando la eficacia con la cual los recursos (capital, conocimientos, energía, humano, etc.). Son utilizados para alcanzar resultados positivos en la economía de la organización (Martínez, 2007). La productividad es el resultado de la inversión correcta de la organización en la unión que fomenta con recursos de calidad, este es el objetivo que aspira en alcanzar toda empresa.

En el ámbito internacional, hay una exigencia muy alta para que una empresa se consolide, es necesario tener una alta productividad. El bajo desempeño de corporaciones referente a otras se debe a cómo se organiza los distintos departamentos del sector, indica que las empresas que llegan a tener bajos resultados son porque invierten sus recursos en departamentos que no generan ganancias. Examinando esta problemática se encontró que, en cada área de producción, hay una entrega mal efectuada de bienes productivos, desperdiciando la materia en sectores de baja producción, este problema se presenta con mayor índice en empresas de fabricación. No obstante, si se dirigiera más capital a los departamentos más productivos de la empresa no se alcanzaría a llegar a los niveles de empresas con economías más resaltantes. Si se desea lograr llegar a niveles desarrollados económicamente, se tiene que analizar y unir en un solo fin a todos los sectores de la empresa (Allub, 2019)

MEF (Ministerio de economía y finanzas) del Perú, indico los siguientes alcances logrados en la economía. Un crecimiento de 20% logrado en el año 2006 referente al 2001. Si se desea mejores resultados en producción laboral, se requiere que el estado, las empresas invierta en la educación, mejor tecnología y capacitación. Si esto no se pone en marcha el índice positivo de la productividad laboral solo será resultado de las buenas etapas económicas (IPE, 2007). En el Perú solo 30 de cada 100 escolares egresados de la secundaria siguen estudios superiores. Los restantes entran a trabajar a empresas informales. es necesario que los colegios secundarios en conjunto con las instituciones técnicas desarrollen habilidades demandadas en el mercado laboral (Lavado, 2018).

La empresa en estudio realiza servicios en el sector Hidrocarburos, cuenta con un aproximado de 700 trabajadores. El desarrollo de este proyecto va enfocado al departamento de mantenimiento eléctrico que se encuentra conformado por 15 técnicos electricistas quienes tienen la función de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos de las 10 áreas que se encuentran en funcionamiento. Nos centraremos en el área de bombeo de combustible donde se encuentra 05 operadores de campo quienes son responsables del proceso de la planta, en esta área se operan 12 motores eléctricos que son fundamentales para cumplir con el proceso de la planta. La problemática que se tiene es que el área de mantenimiento eléctrico no cumple con la programación de mantenimientos preventivos, esto genera baja productividad en sus índices mensuales, generando la indisponibilidad de los motores eléctricos. Esta investigación se justifica, porque el tener indicadores bajos de productividad, refleja que no se están cumpliendo con los mantenimientos preventivos ocasionando paradas inesperadas de equipos eléctricos afectando el proceso y por ende pérdidas económicas para la empresa. Consideramos aplicar la metodología del TPM basada en la ISO14224, para dar solución a la baja productividad, mejorar la disponibilidad de los equipos eléctricos y estandarizar según norma iso los reportes ejecutados.

El desarrollo de esta problemática encontrada en la empresa nos lleva hacer nos la interrogante general, ¿Cómo podemos aumentar la productividad en el área de mantenimiento eléctrico?, como interrogante específica tenemos, ¿Qué metodología se puede aplicar al problema de la baja productividad?

Se establece como objetivo general de nuestro proyecto, aplicar el programa de mantenimiento productivo total (TPM), basado en la ISO14224:2016 para mejorar los indicadores de productividad en el área de mantenimiento eléctrico. Como objetivos específicos tenemos, realizar una valoración actual de la variable productividad en el área de electricidad; Diseñar el programa de MPT, basado en la ISO14224:2016; aumentar la productividad en el área de mantenimiento eléctrico; Calcular la relación costo beneficio de la implementación del TPM.

La hipótesis planteada en esta investigación es: La aplicación del programa de TPM basado en el ISO 14224:2016 aumentara la productividad en el área de mantenimiento eléctrico.

II. MARCO TEÓRICO

Barros et al.(2018), en su investigación científica elaborada en la ciudad de Colombia, su objetivo es implementar un modelo para la detección y simulación de fallas en los sistemas productivos con la finalidad de instruir al trabajador para evitar posibles falencias en la operación de actividades, su estudio es tipo aplicada su diseño experimental, se desarrolló un análisis de enfoque cuantitativo y descriptivo, se aplicó tablas de datos de evaluación donde hace descripción de los sistemas de diferentes especialidades para obtener información se realizó encuestas y entrevistas de 22 preguntas que colaboraron 20 empresas, fue aplicada a 121 colaboradores de diferentes áreas de mantenimiento a si mismo esto permitió concluir con 4 variables para mejorar las fallas de gestión de proyectos.

García et al. (2019), en su investigación científica elaborada en México aplicado en una industria textil, cuyo objetivo es proponer una reestructuración del método de mantenimiento que resalte la mejora en sus procesos, se basó en un estudio aplicado y de diseño experimental de enfoque cuantitativo, se aplicó hojas de cálculo para realizar el estudio de mantenimiento haciendo comparaciones de datos reales, se empleó una muestra a 94 máquinas tejedoras que se obtuvo una operación de rendimiento media rotativo semejante. A inicios del 2018 adquirió la cantidad de 9521m de tela, que al clasificarla y evaluarla el rendimiento de avance contemplativo de ropa y en caso de que toda la planta estuviera operativa su producción diaria sería de 3.6 veces más que las otras producciones, en conclusión, este diseño permitió aumentar la producción con el remplazo de unos equipos más competentes.

Carrillo et al. (2019), presentaron en su investigación científica realizada en Colombia, su objetivo consiste en la implementación de lean manufacturing al mantenimiento productivo total para el beneficio de mejores oportunidades de progreso, el estudio es de tipo aplicada de diseño experimental por lo tanto se realizó un análisis descriptivo utilizando la herramienta de lean manufacturing de las(5s), se realizaron encuesta y hoja de proceso para describir los pasos de fabricación de los productos como resultado obtuvieron el 55 % de eliminación de procesos innecesarios liberando un área de 2.89 m² y acortando el traslado del

trabajador en 9.65 m, recomendando instruir periódicamente a los trabajadores en el proceso de mantenimiento de operaciones. Se concluye que la implementación en los últimos 4 meses para el área piloto escogida (lavado), obtuvo un total de material eliminado de 37,1 kg; espacio despejado correspondiente a un 22 % del total del área intervenida con la metodología.

Zaldívar et al. (2020), presentaron el artículo científico desarrollado en Cuba, cuyo objetivo fue implementar un sistema de mantenimiento para minimizar los costos de los grupos electrógenos, de enfoque cuantitativo realizaron actividades y comparación de datos que obtuvieron con el programa de mantenimiento planificado que les permitió comparar los presupuestos que actualmente se realizan en obra, el estudio se aplicó a 25 equipos electrógenos asimismo como resultado obtuvieron una ampliación de las etapas en horas de mantenimiento de 2000 h a 3000 h, se llevó a cabo una medición cada 1500 h, siendo este la mejor opción de presupuesto de mantenimiento más económico y rentable.

Larrea et al. (2018), presentaron en su investigación científica desarrollada en la ciudad de México, cuyo objetivo es dar a conocer el proceso de mantenimiento en el entorno industrial, es de enfoque cuantitativo de diseño experimental además se realizó una hoja de datos de estudio documental que comenzó con la definición y delimitación del mantenimiento, tuvo una muestra de 33 equipos. Como resultado se obtuvo 15 procesos, la cual 5 de ellos fueron designados como principales abastecedores para los equipos de mantenimiento, en conclusión, reconocieron que con este estudio lograron maximizar su producción generando buenos ingresos y oportunidades con la seguridad de entregar un producto de calidad en menos tiempo.

Casana et al. (2021), presentaron en su artículo científico realizado en la ciudad de Colombia, su objetivo es reconocer la calidad del mantenimiento técnico propuesto a las máquinas mediante el estudio de los índices de producción, por lo tanto, es de diseño experimental se realizó un análisis descriptivo aplicado a comparaciones de diferentes talleres de mantenimiento, como resultado obtuvieron un esquema de barras, valores alcanzados del tiempo relevante entre desbalances de rendimiento

productivo. Además, los compresores con código de registro, 32 759 y 326 005 son los que alcanzaron con mejor ventaja de aprovechamiento sin que ocurriera el desbalance técnico, con el alcance de 79,63 h y 82,47 h respectivamente de tiempo medio entre fallas. Se concluyó que la calidad de los mantenimientos técnicos durante el período observado es eficiente y rentable.

Marrero et al. (2021), presentaron en su investigación científica realizada en la ciudad de Cuba, es proponer el diseño de un estudio incorporado para el proceso del mantenimiento, de enfoque cuantitativo diseño experimental tipo aplicada se realizó encuesta la cual implementaron técnicas de multicriterio para facilitar la toma de decisiones empresariales esto permite crecer periódicamente calculando, detectar y analizar los bienes necesarios, así mismo los resultados fueron un 9 % más que los costos de operación aumentando en un 56% el plan de venta con respecto al método actual de planificación como conclusión el balance de carga y capacidad, permitirá abastecer con mayor frecuencia en el rendimiento de equipos.

Canahua (2021), en su investigación científica realizada en Perú, su principal objetivo consistió en probar la rentabilidad del estudio del MPT, para perfeccionar la eficacia general de los equipos, se pretende mejorar el entendimiento del proceso de aplicación en el área de metalmecánica con la finalidad de disminuir el desecho que genera la fábrica, su enfoque es cuantitativo de diseño experimental de estudio aplicada, su muestra se basó a 18 equipos electrógenos así mismo se realizó un análisis de datos de producción, como resultado obtuvieron un 13 % de eliminación de desecho de máquinas defectuosas que les brindó un ahorro a la empresa de un 65.2%, esto les permitió llegar a la conclusión de que siempre hay que optar por implementar mejores soluciones al proceso de las máquinas para alcanzar una buena producción eficaz.

Maldonado y Ysique (2017), en su investigación realizada en Perú, su objetivo es proponer la filosofía de Mantenimiento Productivo Total, tipo de investigación aplicada y descriptiva de diseño no experimental, la muestra es de tipo no probabilístico la cual, para reducir los desperdicios dentro del sistema de mejora, se logró aumentar el indicador de eficiencia a un 54 % y la calidad a 93.2%, se

estima incrementar un beneficio / costo del 1,42 sol. Se concluyó que el TPM permite aumentar la productividad y reduce costos innecesarios.

Navarro y Delgado. (2019), en su investigación realizada en Perú, su objetivo es determinar la mejora de la productividad en el área de mantenimiento de flota con la aplicación del TPM, la cual fue de estudio aplicada de enfoque cuantitativa de nivel descriptivo diseño cuasi experimental con una muestra realizada a 50 tractos aplicado en 3 meses, los resultados obtenidos fueron 71.43%, la eficiencia en un 48.92% y la eficacia en un 48.92%. mejoró significativamente la productividad en el área de mantenimiento.

Se menciona en la teoría de las variables, el Mantenimiento productivo total (TPM), Gómez (2019), desglosa las iniciales del TPM indicando que: La letra M, refiere a la administración y mantenimiento, como punto a tratar para la transformación de la empresa. P, indica que se debe considerar como perfeccionamiento de la productividad. La letra T, de la palabra total, que indica las actividades de todos los colaboradores dentro de la compañía. Cabe indicar que el JIPM (Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas) ha registrado como marca al termino TPM, poseyendo en Europa y América los derechos de autor.

El TPM es un instrumento eficaz para aumentar la producción y la calidad (Tavares; 2000), con relación a los equipos de la línea de producción, el autor refiere incorporar la ruptura cero, defecto cero y accidente cero.

El Mantenimiento productivo total, es una responsabilidad del personal de mantenimiento, personal involucrado en la operación de la planta, e incluyendo la alta dirección. Todos tienen que formar parte del equipo del desarrollo de la metodología. (Cuatrecasas, Torrell. 2010).

Variable dependiente, Productividad.

Cuatrecasas, Torrell. (2012). Se refiere a la productividad como actividad económica de una empresa, cuyo objetivo es lograr servicios o bienes. Un sistema

productivo siempre va a depender de la economía financiera de las empresas porque depende de ellas que inviertan en buenas estrategias de mercado cuyos servicios sean rentables y eficaces que ofrezcan crecimiento en la productividad de sus actividades en las que se desempeñan (Cuatrecasas 2012). Otro autor se refiere a la productividad como resultado relevante que se obtiene por medio de los ingresos y salidas de los procesos que están en actividad (García 2011)

La productividad se puede calcular de tres formas, (Cruelles 2012).

Productividad general (PG):

$$PG = \frac{\textit{Produccion}}{\text{Mano de obra} + \text{materiales} + \text{tecnologia} + \text{otros}}$$

Producción general factorial (PFG):

$$PFG = \frac{\textit{Produccion}}{\text{Mano de obra} + \text{materiales}}$$

Produccion de Mano de Obra (PMO):

$$PMO = \frac{\textit{Produccion}}{\text{Mano de obra}}$$

La productividad se mide mediante dos variables:

Eficiencia: Gutierrez (2019), refiere que la eficiencia es la relacion entre resultado logrados y los materiales usados.

$$EFICIENCIA = \frac{\textit{Resultado logrado}}{\text{Mateiales utilizados}}$$

Eficacia: Gutierrez (2019), indica que la eficacia es la relacion de trbajos programados y los resultados planificados.

$$EFICACIA = \frac{\textit{Trabajos Programados}}{\text{Resultados Planificados}}$$

Variable Independiente, TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Cuatrecasas y Torrell (2010), mencionan que el TPM cumplen con las definiciones del involucramiento de los colaboradores, obteniendo la optimización total de los equipos conllevando a resultados eficientes en todos sus procesos con la correcta inspección a tiempo de los equipos. Esta definición se complementa con la teoría que refiere, al TPM como una herramienta que busca obtener como resultado cero errores, cero accidentes, cero pérdidas, para ello se debe dar soluciones antes de ocurran con una persuasiva inspección de los equipos y procesos encontrando las deficiencias. (kiran, 2017).

Pilares para implementación del TPM, según el libro “TPM en un entorno Lean Management” de los escritores Cuatrecasas y Francesca Torrell. Nos proporcionan los pasos para lograr resultados favorables en el área que se desee implementar.

A continuación, se detalla las fases que cuenta cada una con sus respectivas etapas de la aplicación del TPM, estas son:

Fase 1: Preparación

Etapa 1: comunicar a la alta dirección de la decisión de aplicar el TPM.

La alta dirección tiene la tarea de realizar una reunión para dar a conocer de la aplicación del TPM en la organización y el compromiso que requiere de cada uno de los colaboradores que se comprometan en las participaciones constantes por la nueva mejora (Cuatrecasas, Torrell 2010).

Etapa 2: Información del TPM

Por consiguiente, se debe informar del TPM a todo el personal de la organización para detallar de manera minuciosa y persuasiva la importancia de la aplicación del TPM y el beneficio que se obtendrá con el desarrollo si antes recalcar que se debe trabajar en equipo y en constante orden y limpieza (Cuatrecasas y Torrell 2010).

Etapa 3: estructura promocional del TPM.

Se lleva a cabo la organización de grupos encargados que exista un líder para guiar a los trabajadores a la meta alcanzada con la finalidad de que haya mejor comunicación y participación. (Cuatrecasas y Torrell 2010).

Etapa 4: Establecer políticas básicas TPM y fijar objetivos

La alta dirección será persuasiva en aplicar al TPM una política y objetivos que acorde con la estrategia del TPM (Cuatrecasas y Torrell 2010).

Etapa 5: Desarrollo de un plan maestro

Se debe establecer de manera secuencial todas las metas planteadas en la aplicación del TPM (Cuatrecasas y Torrell 2010).

Fase 2: Introducción

Etapa 6: Arranque del TPM

Para esta etapa se debe poner en marcha todo lo establecido al TPM con la finalidad de involucrar al personal en participar en cada capacitación que se le realice (Cuatrecasas y Torrell 2010).

Fase 3: Implantación

Etapa 7: Mejorar la efectividad del equipo

Se elabora y efectuar la aplicación del TPM que conlleva a realizar los trabajos óptimos en los equipos según el tiempo indicado para mejorar la productividad y eliminar pérdidas (Cuatrecasas y Torrell 2010).

Etapa 8: Establecer un programa de mantenimiento Autónomo

Participación diaria de los operarios a los equipos para evitar las falencias a tiempo evitando pérdidas económicas (Cuatrecasas y Torrell 2010).

Etapa 9: Establecimiento de un programa de mantenimiento preventivo

Efectuar correctamente las a varias de los equipos estos mantenimientos deben ser constantes utilizando estrategias que mejoren su optimización (Cuatrecasas y Torrell 2010).

Etapa 10: Formación para elevar capacidades de mantenimiento

Para ello se debe haber capacitado e instruido al operario constantemente para que cumplan con una buena destreza en sus funciones de esta manera sean evaluados su nivel de conocimientos (Cuatrecasas y Torrell 2010).

Etapa 11: Creación de un programa de gestión temprana de equipos

Se conlleva a cumplir con las etapas que se establecieron para la aplicación del

TPM que debe tener como resultado la mejora de los equipos y el correcto funcionamiento (Cuatrecasas y Torrell 2010).

Fase 4: Consolidación

Etapa 12: consolidación del TPM y la elevación de objetivos}

En esta etapa final se debe consolidar todos los resultados de las etapas anteriores que se realizaron con la finalidad de aumentar la productividad del área de mantenimiento eléctrico (Cuatrecasas y Torrell 29010).

Dimensiones del TPM:

Las dimensiones del TPM se efectúan con el desarrollo de los mantenimientos preventivo y autónomo para alcanzar la maximización de la productividad de los equipos (Aponte, 2017).

Mantenimiento preventivo

Se basa en la intervención previa de los equipos para detectar las anomalías que puedan existir en los equipos actuando de inmediato con su proceso de mantenimiento correspondiente para evitar pérdidas futuras en la producción (Alavedra, 2016).

$$MANTENIMIENTO PREVENTIVO = \frac{\textit{Mantenimiento ejecutado}}{\textit{Mantenimiento programado}}$$

Mantenimiento autónomo

Consiste en instruir persuasivamente a los trabajadores en optar las estrategias y pasos correctos de un buen desarrollo del mantenimiento a los equipos asimismo crear una cultura de mantener un ambiente seguro y adecuado para que realicen sus actividades de manera eficiente (Hohmann, 2017).

$$MANTENIMIENTO AUTONOMO = \frac{\textit{Mantenimiento realizado}}{\textit{Mantenimiento programado}}$$

Norma ISO 14224:2016.

Esta norma es un estandar britanico, ingreso en vigencia el 31 de octubre de 2016, derogando a la norma ISO14224:2006. La norma tiene como titulo "industrias de petroleo, petroquimica y gas natural-recoleccion e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos". El estandar aplica para nuestra tesis ya que la empresa donde se realiza la aplicacion del TPM esta dedicada al rubro petrolero y el desarrollo de las actividades son realizadas en el area de mantenimiento electrico. Segun ISO14224:2016, refiere que la aplicar este estandar ayuda a la empresa a intercambiar datos estadisticos con otras empresas, fabricantes, contratistas, etc. logrando una comunicacion efectiva ayudando a mejorar la calidad de los mantenimientos y confiabilidad de los equipos. Ejecutamos esta norma en nuestro proyecto para estandarizar y simplificar en un unico formato de mantenimiento de equipos electricos con el lenguaje de confiabilidad que nos brinda la norma.

III. METODOLOGÍA

3.1 . Tipo y diseño de investigación.

El desarrollo de nuestra investigación se basa en un estudio tipo aplicada, da solución a una deficiencia en un tema preciso donde se aplican conocimientos adquiridos (Ortega, 2017). Siguiendo esta teoría nuestra investigación busca mejorar los índices de productividad en el área de mantenimiento eléctrico.

Diseño de investigación: Nos hemos enfocado en un diseño preexperimental. (Hernández et al, 2018) indica que el diseño preexperimental, tiene un grado de control mínimo. Por qué se realiza una medición antes de la aplicación del estímulo y una segunda medición después de aplicar el estímulo.



Leyenda

C: Empresa.

P1: productividad (pretest)

X: Mantenimiento productivo total.

P2: productividad (pos-test)

El alcance de nuestra investigación es descriptivo y explicativo, descriptivo, porque su objetivo es señalar atributos y cualidades de conceptos, fenómenos, variables o acontecimientos en un entorno determinado. (Hernández et al, 2018).

Explicativo, porque busca establecer las razones de los acontecimientos y fenómenos de cualquier índole. (Hernández, 2018).

Nuestro enfoque es cuantitativo, tiene una sola conjetura y se realiza la búsqueda de información para posteriormente ser examinados estadísticamente. (Hernández et al, 2018).

3.2 Variables y operacionalización.

Variable Independiente: TPM (Mantenimiento Productivo Total)

Definición conceptual:

Variable independiente, Mantenimiento productivo total (TPM), se enfoca a

relacionar a todos los colaboradores en el desarrollo de las actividades de mantenimiento para el cuidado y preservación de los activos de la empresa. (Fernández, 2018). Asimismo, el TPM es una herramienta que busca obtener como resultado cero errores, cero accidentes, cero pérdidas, para ello se debe dar soluciones antes de ocurran con una persuasiva inspección de los equipos y procesos encontrando las deficiencias. (kiran, 2017).

Definición Operacional:

Asimismo, el TPM busca el involucramiento de los colaboradores de una empresa ponerse en acción para lograr la mejora continua con los resultados de la herramienta del TPM, desechando los desperdicios innecesarios de las falencias que ocasionan en la productividad, el mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo son indicadores que ayudan a mejorar la productividad en el área d mantenimiento eléctrico.

Dimensión 1:

Mantenimiento Autónomo, Consiste en instruir persuasivamente a los trabajadores en optar las estrategias y pasos correctos de un buen desarrollo del mantenimiento a los equipos asimismo crear una cultura de mantener un ambiente seguro y adecuado para que realicen sus actividades de manera eficiente (Hohmann, 2017).

Indicador: Esta actividad la realizaran los operadores de campo y está dirigida a limpiar y lubricar los motores eléctrico.

$$CMA = \frac{LLR}{LLP} \times 100\%$$

CMA: Cumplimiento del mantenimiento autónomo.

LLR: Limpieza y lubricación de realizadas.

LLP: Limpieza y lubricación programados.

Dimensión 2:

Mantenimiento Preventivo, Se basa en la intervención previa de los equipos para detectar las anomalías que puedan existir en los equipos actuando de inmediato con su proceso de mantenimiento correspondiente para evitar pérdidas futuras en la producción (Alavedra, 2016).

Indicador: Esta actividad será responsabilidad de los técnicos del área de

mantenimiento eléctrico, se tendrá que reportar los trabajos ejecutados y los trabajos planificados.

$$CMP = \frac{OMR}{OMP} \times 100\%$$

CMP: Cumplimiento del mantenimiento preventivo.

OMR: Ordenes de mantenimiento realizadas.

OMP: Ordenes de mantenimiento programadas.

Variable dependiente : Productividad.

Definición conceptual: La productividad consiste en maximizar los recursos de tal manera que se obtienen de los procesos empleados o métodos para el aumento de la productividad de los procesos obteniendo resultados óptimos y eficientes para la mejora de la organización (Gutiérrez, 2010).

Definición Operacional: Se logrará aumentar la productividad en el área de mantenimiento eléctrico reduciendo los tiempos muertos obteniendo una producción más eficiente y eficaz.

Dimensión 1: Eficiencia, es obtener resultados óptimos de los procesos o métodos, desechando desperdicios innecesarios con el beneficio de los recursos aplicados y resultado alcanzados.

$$MBT = \frac{THME}{THMP} \times 100\%$$

MBT = Mantenimiento basado en el tiempo.

THMP = Total de horas de mantenimiento programado.

THME = Total de horas de mantenimiento ejecutado.

Dimensión 2: Eficacia, cuantifica los resultados obtenidos del desarrollo de los objetivos aplicados de manera persuasiva (Fleitman, 2007).

$$CPM = \frac{TME}{TMP} \times 100\%$$

CPM= Cumplimiento del plan de mantenimiento.

TME = Total de mantenimiento ejecutado.

TMP = Total de mantenimiento programados

3.3 Población, Muestra y Muestreo.

En el estudio se consideró como población a los 20 trabajadores, quienes son encargados del área de mantenimiento eléctrico, en trabajos preventivos y correctivos; se consideró 5 equipos eléctricos considerados críticos.

La muestra, está conformada por el mismo número de la población, 20 trabajadores y 5 equipos eléctricos.

Aplicaremos muestreo aleatorio.

Para la unidad de análisis: se toma en cuenta a los colaboradores de la empresa ubicada en Talara y los equipos eléctricos considerados críticos, quienes cumplen con las características de inclusión indicados en el presente estudio.

Criterios de inclusión: equipos considerados críticos para la operación.

Criterios de exclusión: equipos no críticos en la operación y equipos nuevos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se utilizaron tres técnicas para el desarrollo de la investigación. Encuesta, se desarrolló con el apoyo de los colaboradores del área mantenimiento eléctrico, por medio de esta técnica recabamos información para analizar y poder sugerir las mejoras a la empresa.

Observación, se midió los tiempos en el desarrollo de los trabajos de mantenimiento, finalizando con un análisis cuantitativo.

Análisis documental, adquirimos información de indicadores de productividad en el área de mantenimiento eléctrico de la empresa en estudio, conocimos la situación en la que se encuentra la gestión de mantenimiento, esta información nos sirve para realizar un comparativo en nuestros resultados finales y concluir con la con la viabilidad del proyecto.

Los instrumentos que utilizamos fueron:

El cuestionario, se conformó por 15 interrogantes tipo Likert, aplicado a los trabajadores de la empresa del área de mantenimiento eléctrico.

Hoja de datos, adquirimos los registros del índice de productividad que alcanzo la empresa.

Fichas de observación: Analizamos los tiempos de la ejecución de trabajos específicos de mantenimiento eléctrico.

Valides: El cuestionario será avalado por tres ingenieros expertos en gestión del mantenimiento, quienes darán conformidad a las interrogantes expuestas en el cuestionario.

Confiabilidad: Se realizó el análisis de consistencia interna por la covariación entre ítems a cargo del analista Juan Martin Miñope Mio.

Tabla 1

Fiabilidad del instrumento Gestión de mantenimiento eléctrico

Instrumento	alfa (α) de Cronbach	Elementos (ítems)
Todo el instrumento	0.726	15

Fuente: Elaboración propia

3.5 Procedimientos.

Iniciamos con un permiso oficial, autorizado por el supervisor del área, continuaremos con un diagnóstico al departamento de electricidad de la empresa con el objetivo de conocer cuál es su índice actual en la gestión del mantenimiento. Haremos de conocimiento a los técnicos del área el trabajo de investigación que se está realizando, en este espacio pediremos la autorización de cada uno para poderles alcanzar virtualmente la encuesta que cuenta con 15 interrogantes tipo Likert, también se les comunica que se estarán analizando los trabajos que ejecutan con una ficha de observación. Finalmente analizaremos los resultados obtenidos y los compararemos con los datos facilitados por la empresa.

3.6 Método de análisis de datos:

La información que se adquiera por medio de los instrumentos de recolección de datos será analizada por herramientas de mejora continua, metodología del TPM,

diagrama Ishikawa, diagrama Pareto, también utilizaremos el programa de base de datos, Microsoft Excel y Spss.

3.7 Aspectos éticos:

Respetaremos el derecho de autor, citando todas las fuentes que han sido de gran aporte para esta investigación, se cumplirá con el estándar de la norma internacional APA y la ISO 690-2. La información entregada por la empresa y los resultados que obtengamos de la investigación, serán confidenciales, también la identidad de los encuestado. Originalidad del proyecto de investigación, evaluado por el programa turniting.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de la productividad actual de la empresa en estudio.

El análisis de los indicadores de productividad se realizó con la información que nos brinda la empresa, datan de enero hasta agosto del presente año, se consideran los días laborables de lunes a viernes no contando los feriados. Realizamos este análisis del estado actual de los indicadores de productividad para poder comparar como influye la propuesta de aplicar el TPM en la variable dependiente.

Tabla 2

Productividad de Mantenimiento preventivo del año 2022.

MES	EFICIENCIA			EFICACIA			PRODUCTIVIDAD
	THME	THMP	%MBT	TME	TMP	%CPM	
ENERO	3078	3931	78.3%	74	95	78.3%	61.3%
FEBRERO	2925.1	3744.5	78.1%	70	90	78.1%	61.0%
MARZO	3156.3	4090.3	77.2%	76	98	77.2%	59.5%
ABRIL	2870.8	3734	76.9%	69	90	76.9%	59.1%
MAYO	3188.1	4118.4	77.4%	68	88	77.4%	59.9%
JUNIO	3059.7	3912.8	78.2%	73	93	78.2%	61.1%
JULIO	2636.2	3556.8	74.1%	63	85	74.1%	54.9%
AGOSTO	3291	4305.6	76.4%	69	90	76.4%	58.4%
TOTAL			77.1%			77.1%	59.4%

Fuente: Elaboración propia

Donde:

MBT: Mantenimiento Basado en el Tiempo

THME: Total de Horas de Mantenimiento Ejecutado.

THMP: Total de Horas de Mantenimiento Programado.

CPM: Cumplimiento del Plan de Mantenimiento.

TME: Total de Mantenimiento Ejecutado.

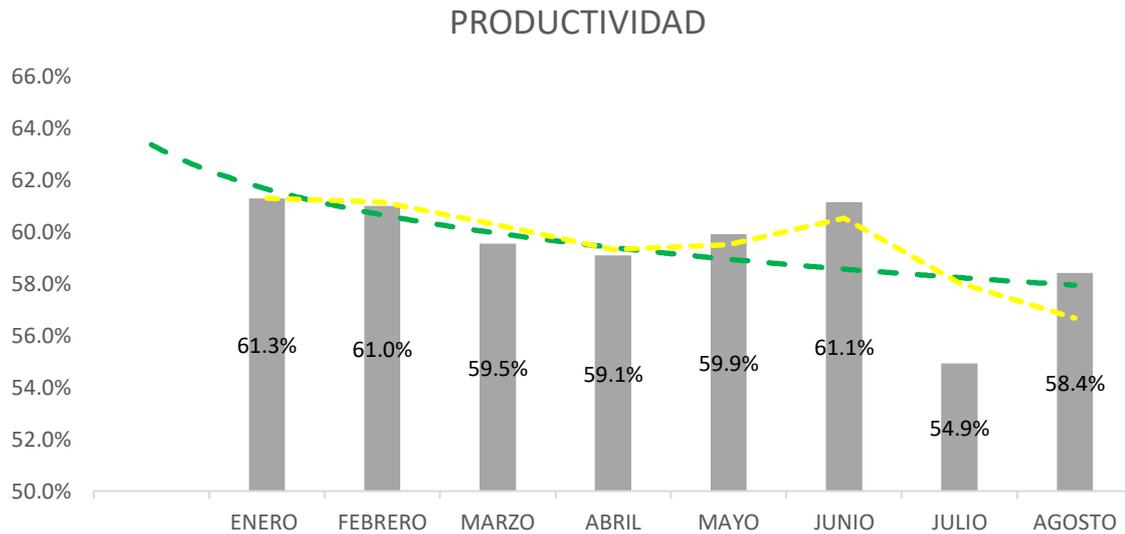
TMP: Total de Mantenimiento Programado.

En la tabla 2, en el historial de productividad de la empresa encontramos como el indicador de productividad varia constantemente en los meses de enero a agosto, obteniendo el punto máximo en enero con 61.3%, después de este mes comienza a disminuir la ejecución de los mantenimientos programados, la reducción es visible

hasta el mes de mayo, ya en el mes de junio se recupera el porcentaje logrando un 61.1% pero en el siguiente mes vuelve a recaer el indicador de los trabajos ejecutados; Es por ello que urge una solución a esta problemática, esperamos que al aplicar el TPM se alcance indicador alto de productividad, mayor a 75%.

Figura 1

Línea de Tendencia.



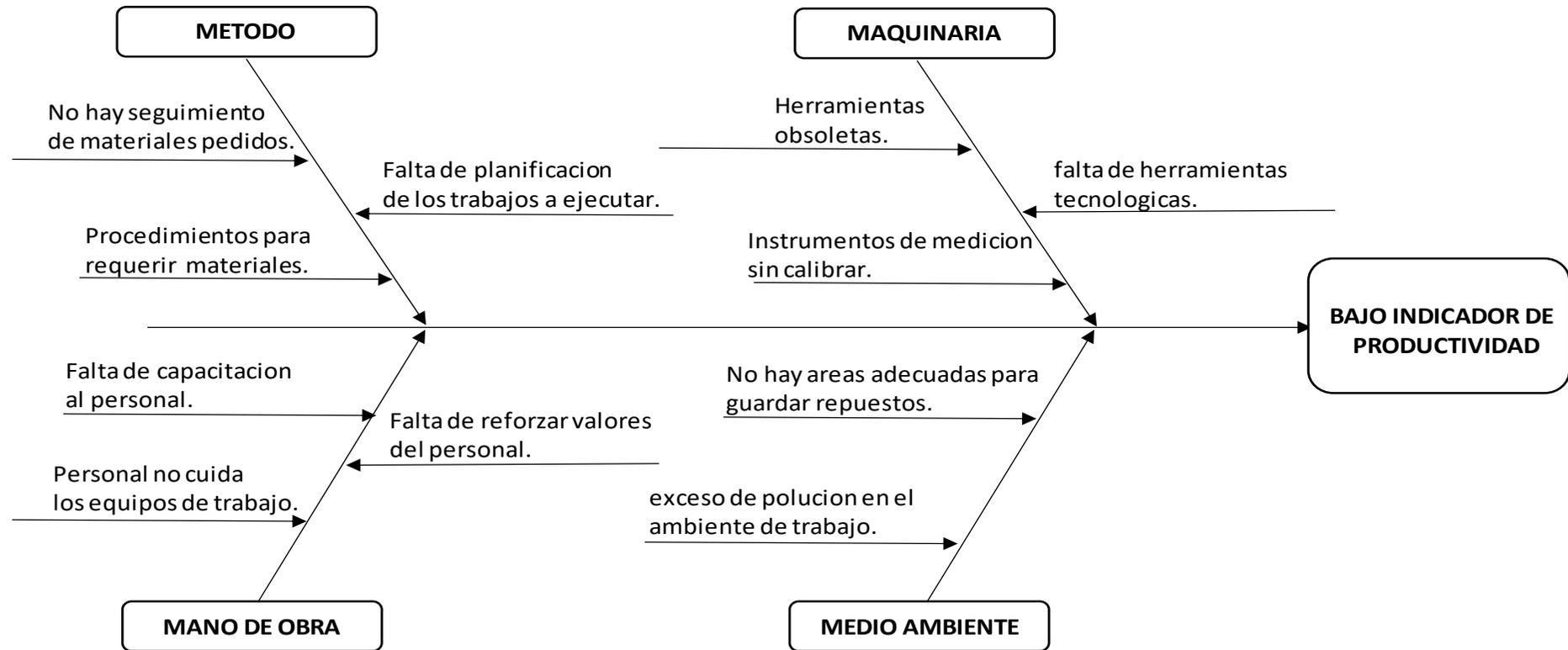
Fuente: Elaboración propia

En la figura 1 se muestra la productividad por mes, la línea verde hace referencia a la tendencia indicando que si se continua con la gestión de mantenimiento actual el indicador de productividad seguirá en descenso. La expectativa es que la instauración del TPM nos dé resultados positivos en la ejecución del total de los mantenimientos programados, logrando como resultado final indicador alto de productividad.

En busca la mejora iniciamos el análisis del problema principal con la ayuda de la herramienta de Ishikawa, para encontrar las causas de la problemática de baja productividad que presenta la organización.

Figura 2

Diagrama Ishikawa, del área de mantenimiento eléctrico.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 2, se identificaron 11 causas que ocasionarian la baja productividad del area de mantenimiento eléctrico.

Tabla 3

Resultados de solución a las 11 causas que presenta el Diagrama Ishikawa, del área de mantenimiento eléctrico.

Causas	soluciones	critérios						Totales
		factor	Causa directa	Solucion	Factible	Medible	Bajo costo	
Metodo								
Falta de planificacion	Capacitar al personal	2	2	3	3	2	2	14
Seguimiento de materiales	Curso herramientas de supervicion	3	3	3	3	1	2	15
Procedimiento para pedir materiales	Capacitar en redaccion de procedimientos	2	2	2	1	1	2	10
Maquinaria								
Herramientas obsoletas	Adquirir nuevas herramientas	2	2	1	2	3	1	11
herramientas tecnologicas	Adquirir herramientas	2	3	3	1	2	1	12
Instrumentos descalibrados	Enviar a Calibrar instrumentos	3	2	2	1	2	2	12

Mano de Obra				factor	Causa directa	Solucion	Factible	Medible	Bajo costo	
Brindar capacitaciones tecnicas	Capacitar al personal.			2	2	1	2	1	2	10
Reforzar valores.	Capacitar al personal.			1	1	2	2	1	3	12
Capacitacion en cuidado de equipos.	Capacitar al personal.			1	1	2	1	1	2	10
Medio Ambiente				factor	Causa directa	Solucion	Factible	Medible	Bajo costo	
No hay area de almacen	Definir area de almacen			3	2	2	2	1	1	11
<i>Falta area para equipos sensibles</i>	<i>Acondicionar area hermetica.</i>			1	1	1	2	2	2	9

Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Evaluación de los equipos considerados críticos.

Se evalúa la información de la criticidad de los motores eléctricos, para poder tomar la decisión de ser intervenidos en la etapa de la aplicación del TPM,

La criticidad es referida por la fórmula:

Criticidad = Frecuencia x Consecuencia

Frecuencia: está dado por las veces que falla el motor eléctrico.

Consecuencia: se da por el impacto que ocasiona la parada del equipo al proceso donde trabaja, el costo por su reparación y también por el impacto a la seguridad de las personas y medio ambiente.

Tabla 4

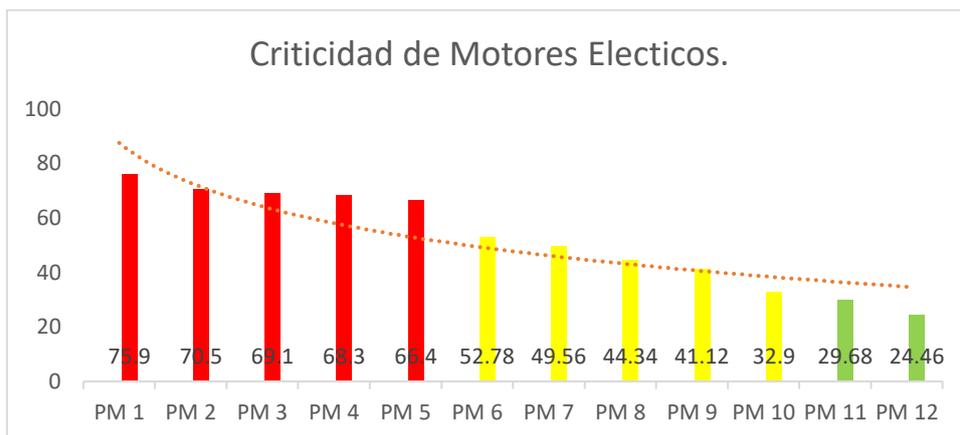
Criticidad actual de los equipos.

MOTORES ELECTRICOS	CRITICIDAD	INDICE DE CRITICIDAD
M 1	75.9	ALTA
M 2	70.5	ALTA
M 3	69.1	ALTA
M 4	68.3	ALTA
M 5	66.4	ALTA
M 6	52.78	MEDIA
M 7	49.56	MEDIA
M 8	44.34	MEDIA
M 9	41.12	MEDIA
M 10	32.9	MEDIA
M 11	29.68	BAJO
M 12	24.46	BAJO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4, se muestra los indicadores de 12 motores eléctricos, los datos indican que los motores M1 al M5, están en un nivel alto de criticidad por su importancia en el proceso y sus constantes fallas que están ocasionando paradas de tiempos largos en el proceso de producción, es por ello que se consideraran en la aplicación del TPM, para lograr un mantenimiento preventivo programado, un mantenimiento autónomo por parte de los operadores de la planta y se logre 0% de paradas imprevistas que ocasionan pérdidas económicas a la empresa.

Figura 3 criticidad de motores eléctricos



Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Análisis de la Encuesta.

Se realizó una encuesta dirigida a 20 trabajadores encargados del área de mantenimiento eléctrico. Por lo tanto, la encuesta consta de 15 interrogantes tipo Likert donde cada trabajador marcara la respuesta que crea conveniente de acuerdo con su capacidad y habilidades profesionales. Así mismo cuenta con tres dimensiones que se reparte en cinco preguntas cada dimensión.

Tabla 5

Dimensión1: análisis de la situación inicial

	Totalmente en desacuerdo		En desacuerdo		Ni de acuerdo ni en desacuerdo		De acuerdo		Totalmente de acuerdo		Total	
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
La empresa me capacita sobre temas de mantenimiento eléctrico.	-	-	-	-	3	15,0	9	45,0	8	40,0	20	100,0
La empresa me brinda las herramientas necesarias para realizar mi trabajo.	-	-	1	5,0	8	40,0	8	40,0	3	15,0	20	100,0
La empresa me incentiva a cumplir mi meta y a cambio tendré un bono.	1	5,0	-	-	6	30,0	11	55,0	2	10,0	20	100,0
La empresa me proporciona un ambiente seguro y saludable.	1	5,0	-	-	5	25,0	13	65,0	1	5,0	20	100,0
La empresa me brinda equipos de protección personal.	-	-	-	-	-	-	12	60,0	8	40,0	20	100,0
Total, Dimensión	2	2,0	1	1,0	22	22,0	53	53,0	22	22,0	100	100,0

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5, nos brinda el análisis de la primera dimensión: situación inicial. Como resultado obtenemos que el 100% de los encuestados respondieron las 5 preguntas de la dimensión 1. En esta dimensión el 25% de los encuestados ponderaron del punto neutro (ni de acuerdo ni en desacuerdo) hacia bajo, esto nos da referencia de la deficiencia actual que tiene la empresa. Se debe mejorar los puntos:

- Proporciona un ambiente seguro y saludable a los trabajadores, esto generara motivación al personal en el desarrollo de sus actividades.
- Brindar al trabajador herramientas de trabajo que faciliten la ejecución de las labores encomendadas, esto permitirá que el trabajador desarrolle en menos tiempo su trabajo.
- Incentivar al trabajador a cumplir las metas de mantenimientos programados con beneficios que se podrían acordar con la empresa.

Tabla 6

Gestión de mantenimiento eléctrico, Dimensión: alcance de su desarrollo personal

	Totalmente en desacuerdo		En desacuerdo		Ni de acuerdo ni en desacuerdo		De acuerdo		Totalmente de acuerdo		Total	
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
Tus experiencias laborales son resaltantes en tu trabajo.	1	5,0	-	-	-	-	9	45,0	10	50,0	20	100,0
Crees que el que tiene más experiencia laboral tiene siempre la razón.	1	5,0	2	10,0	3	15,0	7	35,0	7	35,0	20	100,0
Sientes que se te hace difícil competir con tus compañeros con años más de experiencia.	1	5,0	1	5,0	5	25,0	11	55,0	2	10,0	20	100,0
En tu área de trabajo hay unión y compañerismo.	-	-	1	5,0	4	20,0	7	35,0	8	40,0	20	100,0
Te sientes motivado realizando tu trabajo.	1	5,0	-	-	-	-	11	55,0	8	40,0	20	100,0
Total, Dimensión	4	4,0	4	4,0	12	12,0	45	45,0	35	35,0	100	100,0

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6, nos brinda el análisis de la segunda dimensión: Alcance de su desarrollo personal. Se obtuvo la participación en todas las preguntas de la dimensión 2 del 100% de los encuestados. En esta dimensión el 20% de los encuestados ponderaron del punto neutro (ni de acuerdo ni en desacuerdo) hacia bajo, esto

resultado atenúa la problemática que se viene evidenciando en la empresa. La organización debe mejorar este sentir del trabajador.

- Fomentar y fortalecer el trabajo en equipo, es muy importante reforzar las interrelaciones de los colaboradores esto ayuda a generar mayor ambiente de trabajo.
- Capacitar en habilidades blandas para lograr un ambiente de trabajo de más unión, logrando un beneficio colateral que es el fortalecimiento de la seguridad industrial, los trabajadores logran interesarse en el cuidado de la integridad de sus compañeros.
- Brindar capacitaciones técnicas referidas a la labor que cumple el trabajador, esto ayuda que el trabajador se sienta más seguro cuando realice su trabajo, aumentando su autoestima logrando considerarse en el mismo nivel de conocimientos que los más antiguos del trabajo.

Tabla 7

Gestión de mantenimiento eléctrico, Dimensión: alcance de sus conocimientos

	Totalmente en desacuerdo		En desacuerdo		Ni de acuerdo ni en desacuerdo		De acuerdo		Totalmente de acuerdo		Total	
	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%	fi	%
Estás de acuerdo que el transformador eléctrico es un dispositivo que permite elevar o disminuir el voltaje.	-	-	1	5,0	-	-	6	30,0	13	65,0	20	100,0
Consideras que la corriente aumenta y el voltaje disminuye en un transformador reductor.	1	5,0	-	-	-	-	7	35,0	12	60,0	20	100,0
El mantenimiento correctivo es aquel que realiza las intervenciones al momento que el equipo queda fuera de servicio.	-	-	-	-	1	5,0	6	30,0	13	65,0	20	100,0
El mantenimiento preventivo realiza tareas para reducir la probabilidad de falla.	-	-	1	5,0	1	5,0	7	35,0	11	55,0	20	100,0
Consideras que el mantenimiento predictivo es una técnica que se utiliza herramientas y técnicas de análisis de datos para detectar anomalías.	-	-	-	-	2	10,0	5	25,0	13	65,0	20	100,0
Total, Dimensión	1	1,0	2	2,0	4	4,0	31	31,0	62	62,0	100	100,0

Fuente: Elaboración propia

La tabla 7, nos brinda el análisis de la tercera dimensión: Alcance de sus

conocimientos. como resultado obtenemos que el 100% de los encuestados respondieron las 5 preguntas de la dimensión 3. En esta dimensión el 7% de los encuestados ponderaron del punto neutro (ni de acuerdo ni en desacuerdo) hacia abajo. Se evidencia bajo nivel de conocimientos técnicos y de conceptos que aplican a la metodología del TPM que se desarrollara juntamente con el apoyo de los trabajadores, es por ello por lo que la empresa debe capacitar en temas de gestión del mantenimiento, esto ayudara que el trabajador se sienta más comprometido en mejorar los indicadores.

4.2 Diseñar el programa de MPT, basado en el ISO 14224:2016

Se tomó el TPM (Mantenimiento Productivo Total), como la mejor alternativa para mejorar la productividad del área de mantenimiento eléctrico, ya que esta metodología permite el involucramiento de todas las áreas, permitiendo alcanzar una fuerza sinérgica para lograr el objetivo de este estudio. Garantiza también una mejor preservación de los equipos, reduciendo costos de mantenimientos correctivos.

A continuación, se detalla las actividades que se van a llevar a cabo para la implementación del TPM. Hemos considerados los pilares que recomienda el libro “TPM en un entorno Lean Management” de Luis Cuatrecasas y Francesca Torrell. pilares para alcanzar la filosofía.

Tabla 8

Actividades para la aplicación del TPM.

DISEÑO DEL TPM						
PILARES	Julio		Agosto			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Comunicación a gerencia la iniciativa de aplicar el TPM	■					
Ejecución de campaña educacional sobre TPM.	■					
Establece delegación responsable del TPM.		■				
Definición de política y objetivos del TPM.		■				
Plan maestro del TPM			■			
Comunicación formal de la implementación del TPM				■		
Inicio de la implementación del TPM.					■	
Desarrollo del programa MA (Mantenimiento Autónomo)						■
Desarrollo del programa MP (Mantenimiento Preventivo)						■
Consolidación del TPM						■

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, planificamos gráficamente los pasos propuestos para poder desarrollar la metodología del TPM.

Preparación:

Comunicamos a la Gerencia del Departamento de Mantenimiento Eléctrico la Iniciativa de Aplicar el TPM en la Dependencia.

Iniciamos con el primer paso con agendar una reunión con el gerente y líderes del departamento de Mantenimiento eléctrico para dar a conocer la importancia de la herramienta del TPM. Se presentó dicho acuerdo por medio de un documento de resolución de la implementación del TPM dirigida a los altos mandos de la gerencia. **(anexo 6).**

La reunión se lleva a cabo en la sala de la gerencia, se explicó la problemática encontrada, el propósito de aplicar el TPM para mejorar la productividad del área, los objetivos que alcanzaran y el compromiso de todos para poder tener éxito en la implementación del TPM. Así mismo se presentó un formato de acta de la reunión que se realizó **(anexo 7).**

En la siguiente tabla se detalla las funciones correspondientes de cada representante de la empresa.

Tabla 9

Lista de representantes y sus funciones para tratar en dicha reunión

CARGO	FUNCION
Gerente General	Encargado de efectuar el proceso del TPM al área de mantenimiento eléctrico.
Gerente Administrativo	Consolida un mutuo acuerdo con la gerencia para realizar el desarrollo del TPM al área de mantenimiento eléctrico.
Supervisor de Mantenimiento eléctrico	Organiza y pone en marcha las actividades que se realizaran del TPM al área de mantenimiento eléctrico.
Jefe de producción	Conlleva a efectuar lo propuesto sobre el desarrollo del TPM a sus trabajadores del área mantenimiento eléctrico.
Jefe Logística	Genera un alcance de presupuesto necesario para el desarrollo del TPM.

Fuente: Elaboración propia.

Ejecución campaña de propaganda visual del TPM.

Se procedió a la elaboración de afiches del TPM, con la finalidad de brindar conocimientos previos a los trabajadores acerca de la importancia de la herramienta del TPM, los afiches fueron repartidos a cada trabajador y publicado en el área de mantenimiento eléctrico.

Figura 4

Propaganda visual. Afiche del TPM.



Fuente: elaboración propia.

Se realizó una capacitación a los trabajadores en el tema TPM. La medida que se realiza en capacitar a los trabajadores es para brindar mejores conocimientos y concientizar al personal para efectuar un mejor trabajo de calidad, presentamos el formato de control de asistencia de capacitación (**anexo 8**).

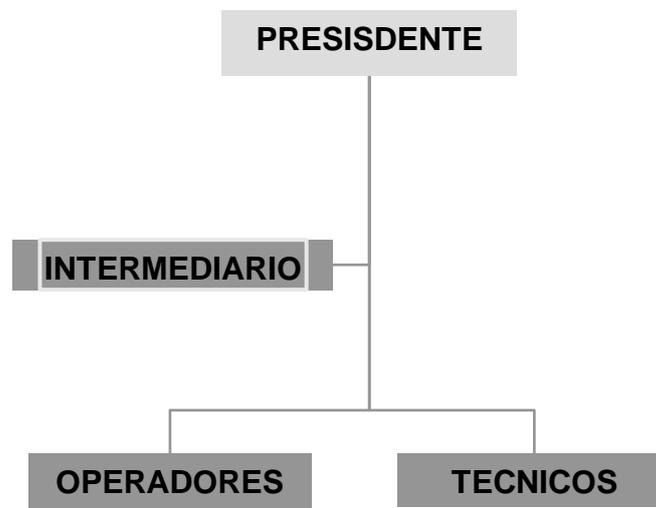
Se establece delegación responsable del TPM.

Se elaboró un organigrama para comprometer y asignar responsabilidades a los representantes que obtendrán a cargo la implementación del TPM. La cual está conformado con supervisores del área de mantenimiento que se encargaran de brindar información y capacitar a los técnicos electricistas.

- Presidente del comité de la implementación TPM: Supervisor del área de Mantenimiento eléctrico.
- Intermediario del comité de implementación TPM: supervisor de mantenimiento eléctrico de campo.
- Técnicos del área de mantenimiento:
 - 5 técnicos electricistas.
 - 5 operadores de campo.

Figura 5.

Organigrama de delegación responsable del TPM.



Fuente: Elaboración propia.

Se consolidó el acuerdo mediante la firma de los representantes del comité del TPM. **(anexo 9)**. La elaboración del comité tuvo una duración de 2 horas, de tal manera que se eligieron de manera voluntaria y por votación a los representantes que formarían parte de la delegación del TPM. También se anunció el rol de cada participante del comité, así como la fecha de la reunión mensual.

Las funciones encomendadas a cada integrante del comité fueron:

Presidente del comité TPM

- Detallar los procesos que se llevaran a cabo para la implementación del TPM.
- Efectuar el correcto manejo de los costos que incrementa la implementación del TPM.
- Llevar a cabo las capacitaciones del TPM, cumpliendo con los estándares de seguridad.
- Realizar reuniones donde asistan los participantes para dar el reconocimiento al mejor trabajador del mes por su cumplimiento a favor del TPM.
- Verificar que se lleve a realizar los pasos del TPM.
- Ordenar y organizar el correcto cumplimiento de las capacitaciones y reuniones.
- Impulsar de manera creativa el cumplimiento del desarrollo del TPM.
- Efectuar un chequeo de cómo se está realizando el mantenimiento preventivo.
- Realizar un control general de cómo se está llevando a cabo el desarrollo del mantenimiento autónomo.
- Inspeccionar los trabajos realizados por los operadores de campo si cumple con el correcto mantenimiento.
- Instruir de manera eficiente a los operadores de campo para que efectúen el correcto mantenimiento autónomo.
- Implantar estrategias para que se realice un trabajo óptimo del mantenimiento autónomo.
- Impulsar mejores normas de convivencia entre compañeros.

Intermediario TPM

- Realizar estrategias de motivación que ayude a los colaboradores a participar en las capacitaciones.
- Organizar correctamente las reuniones que se lleven a cabo todas las que son propuestas por el comité.
- Hacer seguimiento a las reuniones establecidas.
- Elaborar estrategias para el desarrollo MTP.
- Participar en las actividades del TPM.

Técnicos electricista:

- Realizar el mantenimiento de los motores eléctricos de manera persuasiva.
- Promover el desarrollo a la mejora del mantenimiento autónomo.
- Efectuar el desarrollo correcto para el mantenimiento preventivo.
- Mantener el ambiente de trabajo en óptimas condiciones.

Operadores de Campo

- Cumplir con lo establecido de los pasos para el buen mantenimiento autónomo.
- Asistir y participar en las capacitaciones del TPM.
- Realizar el llenado correcto del formato de reporte de los motores.
- Reportar a tiempo toda falla de los motores eléctricos.
- Involucrarse de manera constante en los procesos de mantenimiento de los motores eléctricos.

Definición de política y objetivos del TPM

En relación con la información obtenida del problema que atraviesa el área de mantenimiento eléctrico se establece la nueva política con sus objetivos del TPM, la cual se propuso cumplir con lo establecido y acordado del TPM.

Meta Principal del TPM

Aumentar la productividad del área de mantenimiento eléctrico, optimizando el proceso de los motores con el desarrollo del TPM, para ello se necesitará la colaboración y participación de los operarios electricistas logrando una mejora en los motores.

Se procedió a realizar una reunión que duró 2 horas donde que fue dirigida por los representantes del comité informaron los pasos de la política y los objetivos del TPM.

- Realizar una verificación para constatar que se esté cumpliendo con las correctas indicaciones a cerca del mantenimiento a los motores eléctricos.
- Nombrar a personas responsables para que sean encargados de guiar a los trabajadores en realizar un trabajo eficiente y eficaz en el área del mantenimiento eléctrico.

- Establecer un compromiso para cada operador de campo que realice el correcto mantenimiento autónomo de los motores.

Por lo tanto, los representantes del comité propusieron los siguientes objetivos del TPM, que duro 2 horas aproximadamente su reunión.

A continuación, se detalla los Objetivos del TPM:

- Impulsar a las buenas mejoras de concientización sobre el TPM al área de mantenimiento eléctrico.
- Realizar sucesivas charlas del TPM diarias al área de mantenimiento eléctrico.
- Instruir al personal eléctrico de tal manera que sean eficientes en dar solución a las deficiencias de los equipos.
- Involucrar con carácter de responsabilidad a los operadores de campo a desarrollar las etapas del mantenimiento autónomo.
- Constatar el rendimiento óptimo de los motores eléctricos.
- Trabajar en un ambiente limpio y ordenado.

Elaboración del plan maestro para el desarrollo del TPM.

El plan fue elaborado por el comité asignado del TPM, quienes fueron los responsables de establecer la programación del comienzo del TPM para el área de mantenimiento eléctrico; los integrantes del comité se reunieron 3 horas diarias por el tiempo de 4 días. De estas citas se logró planificar el cronograma de trabajos considerando los pilares del TPM como principales actividades. Se aplicó al área de Mantenimiento eléctrico ya que se identificó falencias en la productividad de sus actividades.

Figura 6

Plan maestro del TPM

		PLAN MAESTRO PARA APLICAR EL TPM																																						
DESCRIPCION	DURACION																																							
		19/07/2022	20/07/2022	21/07/2022	22/07/2022	23/07/2022	24/07/2022	25/07/2022	26/07/2022	27/07/2022	28/07/2022	29/07/2022	30/07/2022	31/07/2022	1/08/2022	2/08/2022	3/08/2022	4/08/2022	5/08/2022	6/08/2022	7/08/2022	8/08/2022	9/08/2022	10/08/2022	11/08/2022	12/08/2022	13/08/2022	14/08/2022	15/08/2022	16/08/2022	17/08/2022	18/08/2022	19/08/2022	20/08/2022	21/08/2022	22/08/2022	23/08/2022			
Comunicación a gerencia la iniciativa de aplicar el TPM	1 día	█																																						
Gerente comunica a los trabajadores del area la Implementacion.	1 día		█																																					
Ejecucion de campaña educacional sobre TPM.	3 día		█	█																																				
Difusion de Propaganda visual.	1 día		█																																					
Capacitacione al personal tecnico y operadores de campo.	1 día			█	█																																			
Establece delegacion responsable del TPM.	2 día				█	█																																		
Formacion del comité.	1 día				█																																			
Delegacion de Funciones.	1 día							█																																
Definicion de politica y objetivos del TPM.	2 día								█	█																														
Elaboracion de la politica	1 día								█																															
Elaboracion de los objetivos.	1 día								█																															
Difucion de la politica y objetivos.	1 día	█											█																											
Plan maestro del TPM	3 día		█																																					
Elaboracion de cronograma de la implemtacion.	1 día																█	█	█																					
Comunicacion formal de la implementacion del TPM	2 día																																							
capacitacion de los pasos ha ejecutar para implementar el TPM.	1 día																																							
Inicio de la implementacion del TPM.	1 día																																							
Evaluacion a los tecnicos y operadores	1 día																																							
Desarrollo del programa MA(Mantenimiento Autonomo)	4 días																																							
capacitacion a electricistas.	1 día																																							
Capacitacion a operadores de campo	1 día																																							
Realizacion de Formatos MA y MP.	1 día																																							
Desarrollo del programa MP(Mantenimiento Preventivo)	3 días																																							
capacitacion a electricistas.	1 día																																							
Capacitacion a operadores de campo	1 día																																							
Realizacion de Formatos MP.	1 día																																							
Consolidacion del TPM	3 días																																							
Elaboracion del Manual.	1 día																																							
Difucion del manual.	1 día																																							
Duracion de plan maestro	36 días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			

Fuente: elaboración propia.

En la figura 6, esta lista de pilares a ejecutar, se consolido en la reunion del 02/11/2022, donde participaron tos los miembros del comité del TPM.

Introducción

Inicio formal de la implementación del TPM.

En esta etapa se da por concluida la preparación del plan maestro para ello se hizo un llamado a los colaboradores del área de mantenimiento eléctrico para que estén presentes y darles a conocer sobre la aplicación del TPM, asimismo los representantes del comité expusieron lo siguiente:

- Las Falencias que se encontraron en el área de mantenimiento eléctrico.
- Las ventajas de implementar el TPM en el área.
- La necesidad del compromiso de los colaboradores del área.
- Procesos que se llevaron a cabo en la fase preliminar a la instauración.
- Actividades para efectuar lo acordado en el plan maestro.
- Objetivos del TPM.
- Como aplicar la norma ISO14224.

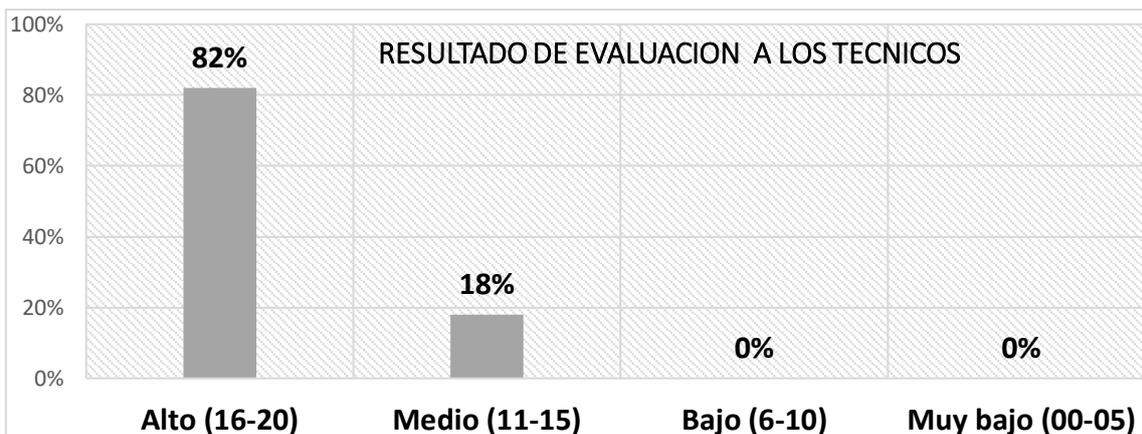
Implantación

Evaluación a los técnicos electricistas sobre conocimiento TPM

Se realizó una evaluación a 15 técnicos electricistas y 5 operadores de campo, que duro 2 horas dicha evaluación. Estuvo a cargo de la evaluación los representantes del comité del TPM, que dieron a conocer la importancia del TPM que nos brinda al implementarla en las diferentes actividades que se desee realizar. Así mismo se procedió efectuar una evaluación escrita a los participantes para conocer sus capacidades y conocimientos acerca del TPM.

Figura 7

Resultado de evaluación del TPM a los técnicos y operadores.



Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la figura 7, muestran que el 82% tubo una ponderación de nota alta de (16 a 20), como segundo nivel se encuentra con un 18% que obtuvieron la ponderación medio de (11 a 15), esto se llegó a la interpretación que todos los participantes tienen el conocimiento de la importancia del TPM.

Desarrollo del programa de mantenimiento autónomo.

La delegación encargada del TPM invita a los operadores de campo a una reunión para definir los trabajos de mantenimiento autónomo que serán de ahora en adelante responsabilidad del operador de turno. La delegación difunde que la base del mantenimiento autónomo será las 5S. Hace mención que este mantenimiento está enfocado a ser desarrollado por el operador de campo, esto permitió que se reduzcan las fallas en los equipos eléctricos, reduciendo los mantenimientos correctivos y permitiendo que el área de mantenimiento eléctrico ejecute los mantenimientos preventivos, logrando la mejora de la productividad del área de mantenimiento eléctrico.

A continuación, se detalla los 5 pasos para lograr el mantenimiento autónomo:

- Inspección y limpieza inicial.
- Aplicación de medidas correctivas.
- Desarrollar normas de inspección, limpieza y lubricación.
- Entrenar a los equipos.
- Establecimiento de inspecciones autónomas.

Inspección y limpieza inicial:

El operador de campo ejecuta la limpieza de los motores eléctricos que tiene a su cargo, eliminando los signos de deterioro del equipo, Manteniendo el equipo limpio y le permite detectar los puntos de fugas, verificar los puntos de fijación, reparar componentes de la máquina.

Aplicación de medidas correctivas:

El operador elimina las fuentes de suciedad y residuos; también se mejoró el acceso a los equipos para poder realizar la limpieza de los equipos teniendo más libertad de movimiento; se mejoró la iluminación de los equipos, mejorando la visibilidad del área.

Desarrollo de normas de inspección, limpieza y lubricación:

El comité estandarizo la limpieza, inspección y lubricación de los equipos eléctricos del área de mantenimiento eléctrico, apoyándose en la Norma ISO14224.

Entrenar a los equipos:

El representante del comité del TPM, capacita en dos turnos de dos horas al personal técnico con el propósito de aplicar los formatos de mantenimiento de acuerdo a la norma ISO14224.

Establecimiento de inspecciones autónomas

Gracias al paso anterior, se desarrolla en conjunto; técnicos, operadores y representantes de la delegación del TPM el formato de guía basado en la ISO14224, para ejecutar el mantenimiento que se planifiquen.

Tabla 10

Reporte de Mantenimiento REP – ME – 01, basado en el ISO 14224

NOMBRE DE LA EMPRESA	CODIGO DE FORMATO	REP - EM - 001
TIPO DE MANTENIMIENTO	<input type="text"/>	
CODIGO DEL EQUIPO	<input type="text"/>	
ID. DE LA FALLA	<input type="text"/>	
GRAVEDAD DE LA FALLA	<input type="text"/>	
ACTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO	<input type="text"/>	
FECHA DE MANTENIMIENTO	<input type="text"/>	
FECHA DE ENTREGA DEL EQUIPO	<input type="text"/>	

TRABAJOS REALIZADOS: _____			
OBSERVACIONES: _____			
SUGERENCIAS: _____			
EJECUTANTES		FIRMA	SUPERVISOR
			FIRMA

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10, muestra el diseño del formato que se elaboró para realizar los mantenimientos que se realizaran en el área de mantenimiento eléctrico, este formato fue desarrollado cumpliendo los lineamientos del estándar ISO14224, que permite registrar información de forma ordenada.

Códigos para el llenado del formato.

- Código de mantenimiento:
 - MP: Mantenimiento preventivo.
 - MC: Mantenimiento correctivo.
 - MA: Mantenimiento autónomo.
- Código del Equipo:
 - ME: Motor Eléctrico.
 - CO: Compresor.
 - MP: Bomba motorizada.
- ID de la falla:

se tabula según la tabla de la figura 8.

Figura 8

Modo de falla para motores eléctricos.

Tabla B.6 – Equipos Rotatorios – Modos de falla

		Código de clase de equipo								
Código de modo de falla	Descripción	Ejemplos	CE Motores de combustión	CO Compresores	EG Generadores eléctricos	EM Motores eléctricos	GT Turbinas de gas	PU Bombas	ST Turbinas de vapor	TE Turboexpansores
AIR	Lectura anormal en instrumento	Falsa alarma, indicación errónea en instrumento	X	X	X	X	X	X	X	X
BRD	Parada	Daños graves (agarrotamiento, rotura)	X	X	X	X	X	X	X	X
ERO	Producción errática	Oscilación, variación, inestabilidad	X	X		X	X	X	X	X
ELF	Fuga externa - combustible	Fuga externa de suministro de combustible/gas	X				X		X	
ELP	Fuga externa - medio del proceso	Aceite, gas, condensado, agua		X			X	X	X	X
ELU	Fuga externa - medio de suministro	Lubricante, aceite de enfriamiento	X	X	X	X	X	X	X	X
FTS	Falla en el arranque bajo	No arranca bajo demanda	X	X	X	X	X	X	X	X
HIO	Alta producción	Exceso de velocidad/ producción sobre nivel aceptado	X	X		X	X	X	X	X
INL	Fuga interna	Fuga interna de fluidos de proceso o suministro	X	X			X	X	X	X
LOO	Baja producción	Rendimiento/producción por debajo de nivel aceptado	X	X	X	X	X	X	X	X
NOI	Ruido	Ruido anormal	X	X	X	X	X	X	X	X
OHE	Sobrecalentamiento	Piezas del equipo, escape, agua de enfriamiento	X	X	X	X	X	X	X	X
PDE	Desviación de parámetros	Parámetro monitoreado excede los límites, p.ej. alarma alto/bajo	X	X	X	X	X	X	X	X
PLU	Taponamiento/ atascamiento	Restricción de flujo	X	X			X	X	X	X
SER	Problemas menores en servicio	Ítems sueltos, descoloración, suciedad	X	X	X	X	X	X	X	X
STD	Deficiencia estructural	Daños materiales (grietas, desgaste, fracturas, corrosión)	X	X	X	X	X	X	X	X
STP	Falla en detención bajo demanda	No se detiene bajo demanda	X	X	X	X				
OTH	Otro	Modos de falla no cubiertos anteriormente	X	X	X	X	X	X	X	X
UNK	Desconocido	Información insuficiente para definir modo de falla	X	X	X	X	X	X	X	X
UST	Parada espuria	Parada inesperada	X	X	X	X	X	X	X	X
VIB	Vibración	Vibración anormal	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Norma ISO 14224

- Gravedad de la falla:

2.5: Falla leve, afecta a una sola subunidad del equipo (puede seguir trabajando sin problemas).

5.0: Falla que afecta a más de una subunidad, pero el equipo puede seguir trabajando.

7.5: Falla grave pero el equipo sigue funcionando.

10: Falla grave que no permite la funcionalidad del equipo.

- Actividades del mantenimiento:

Se codificará en el formato de reporte según cuadro de la figura 8, estos pasos expuestos son datos difundidos por la norma ISO14224, que es aplicable a trabajos de mantenimiento industrial en empresas petroleras para lograr un buen control de confiabilidad y mantenimiento de los activos de las empresas.

Tabla 11. Actividad del mantenimiento

Actividad del mantenimiento:	
1: Reemplazar	7: Servicio.
2: Reparar.	8: Pruebas.
3: Modificar.	9: Inspección
4: Ajuste.	10: Revisión.
5: Readecuar.	11: Combinación.
6: Chequeo.	12: Otros

Fuente: Norma ISO14224

Desarrollo del programa mantenimiento Preventivo

El comité del TPM, realiza una reunión con los técnicos electricistas, con la finalidad de consolidar una lista de las actividades que ejecutara el técnico electricista cuando se programe mantenimiento preventivo del motor eléctrico. El formato que se utilizó para reportar el trabajo preventivo será el REP – ME – 01, se encuentra en la tabla 10.

Conclusiones de la reunión:

Duración de la reunión: 3 horas.

El mantenimiento preventivo se ejecutará mensualmente.

Ejecución de 12 actividades.

- Inspección visual de equipo.
- Comprobación de vibraciones y ruidos.
- Comprobación de bornes de conexión eléctrica (apriete y protección).
- Verificar del ajuste del acoplamiento y alineación.
- Comprobación de cojinetes (desgaste).

- Comprobar holguras anómalas en el eje.
- Comprobación del ventilador.
- Comprobar aislamiento eléctrico de motor (> 100 Mohm).
- Verificar la puesta a tierra.
- Estado de pintura.
- Lubricación y engrase de cojinetes.
- Comprobación de parámetros eléctricos (voltaje, corriente y frecuencia).

Capacitación a los supervisores

Las capacitaciones se realizaron los viernes con una duración de 3 horas por un mes a los supervisores responsables de cada área con la finalidad de instruirlos para que adopten conocimientos y habilidades blandas sobre la implementación del TPM, para que de esta manera ellos puedan guiar e instruir a su personal a cargo como los electricistas y operadores de campo.

Tabla 12. Capacitaciones del TPM a los supervisores responsables

CAPACITACION A LOS SUPERVISORES		Código:
		Versión:
		Fecha de elaboración:
FECHA:	RESPONSABLE:	
OBJETIVO GENERAL		
Capacitar a los supervisores para que sean líderes activos y con conocimientos que agreguen valor en el proceso de implantación del TPM.		
TEMAS	TIEMPO ESTIMADO (horas)	HERRAMIENTAS
Teoría del TPM	2	PPT y archivos varios
Beneficios de la herramienta TPM	2	PPT y archivos varios
Capacitación de los pilares TPM	1	PPT y archivos varios
Liderazgo y motivación	1	PPT y archivos varios
Aplicación de estándares y cumplimiento	2	PPT y archivos varios
Norma ISO14224	2	PPT y archivos varios.
OBSERVACIONES GENERALES		
APROBRACION		FIRMA
Gerente General.		
Superviso de Mantenimiento eléctrico.		

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 se muestra los temas que se tendrán en consideración en las capacitaciones de los técnicos y supervisores.

Consolidación

Es la etapa final la consolidación del TPM se da por finalizada la implementación, su tiempo para elaborarlo fue de 6 días en el cual se especifican las etapas que fueron concluidas. También se integraron las metas que se han logrado, la política y los objetivos. El propósito de la elaboración del manual conlleva a demostrar el incremento de la productividad que se alcanzó a través de la instauración, queda como evidencia que la herramienta del TPM puede ser implementado en diferentes áreas donde se requiera dar solución a distintos problemas.

4.3 Aumentar la productividad en el área de mantenimiento eléctrico.

Analizamos los resultados después de implementar la metodología del TPM en el área de mantenimiento eléctrico, realizamos un comparativo con los resultados proporcionados por la empresa para poder conocer las mejoras que nos ha traído el aplicar la metodología TPM. Se tomó un registro de tres meses después de finalizada la implementación, se tomaron datos de lunes a viernes sin contar feriados.

Datos de variable dependiente:

Los datos de eficiencia y eficacia para obtener la productividad fueron tomados en el periodo de tres meses solo se contabilizaron días hábiles (lunes a viernes), que es el horario del personal de mantenimiento eléctrico.

Iniciamos el registro el jueves 01 de setiembre del 2022 en horario 7:00 am hasta 16:36 pm se finalizó el día 30 de noviembre del 2022.

A continuación, presentamos las tablas 13, 14 y 15 de registro por mes de la variable dependiente.

En la tabla 13, se presenta el registro pos-implementación del mes de setiembre, donde ya se evidencia aumento de los indicadores eficiencia y eficacia.

Tabla 13**Registro de variable dependiente del 01/09/2022 al 30/09/2022**

FECHA	EFICIENCIA			EFICACIA			PRODUCTIVIDAD
	THME	THMP	%MBT	TME	TMP	%CPM	
jue 01 Set 2022	30	40	75.0%	3.0	4.0	75.0%	56.3%
vie 02 Set 2022	39.9	42	95.0%	3.8	4.0	95.0%	90.3%
lun 05 Set 2022	45.12	48	94.0%	4.7	5.0	94.0%	88.4%
mar 06 Set 2022	39.9	42	95.0%	3.8	4.0	95.0%	90.3%
mié 07 Set 2022	46.8	52	90.0%	5.4	6.0	90.0%	81.0%
jue 08 Set 2022	38.4	48	80.0%	4.0	5.0	80.0%	64.0%
vie 09 Set 2022	38.4	48	80.0%	4.0	5.0	80.0%	64.0%
lun 12 Set 2022	42.32	46	92.0%	4.6	5.0	92.0%	84.6%
mar 13 Set 2022	42.3	45	94.0%	4.7	5.0	94.0%	88.4%
mié 14 Set 2022	38	40	95.0%	3.8	4.0	95.0%	90.3%
jue 15 Set 2022	43	50	86.0%	4.3	5.0	86.0%	74.0%
vie 16 Set 2022	44.1	45	98.0%	4.9	5.0	98.0%	96.0%
lun 19 Set 2022	38.4	48	80.0%	4.0	5.0	80.0%	64.0%
mar 20 Set 2022	40	40	100.0%	4.0	4.0	100.0%	100.0%
mié 21 Set 2022	37.05	38	97.5%	3.9	4.0	97.5%	95.1%
jue 22 Set 2022	36.8	46	80.0%	4.0	5.0	80.0%	64.0%
vie 23 Set 2022	40	50	80.0%	4.0	5.0	80.0%	64.0%
lun 26 Set 2022	50	50	100.0%	5.0	5.0	100.0%	100.0%
mar 27 Set 2022	44.1	45	98.0%	4.9	5.0	98.0%	96.0%
mié 28 Set 2022	41.8	44	95.0%	3.8	4.0	95.0%	90.3%
jue 29 Set 2022	36.8	46	80.0%	4.0	5.0	80.0%	64.0%
vie 30 Set 2022	51.45	42	122.5%	4.9	4.0	122.5%	150.1%
TOTAL			91.2%			91.2%	84.3%

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 14, se evidencia el registro del mes de octubre donde también se observa que la productividad se mantiene en niveles positivos.

Tabla 14**Registro de variable dependiente del 03/10/2022 al 28/10/2022**

FECHA	EFICIENCIA			EFICACIA			PRODUCTIVIDAD
	THME	THMP	%MBT	TME	TMP	%CPM	
lun 03 Oct 2022	38.0	40	95.0%	3.8	4.0	95.0%	90.3%
mar 04 Oct 2022	38.9	42	92.5%	3.7	4.0	92.5%	85.6%
mié 05 Oct 2022	44.2	48	92.0%	4.6	5.0	92.0%	84.6%
jue 06 Oct 2022	39.9	42	95.0%	3.8	4.0	95.0%	90.3%
vie 07 Oct 2022	50.3	52	96.7%	5.8	6.0	96.7%	93.4%
lun 10 Oct 2022	46.1	48	96.0%	4.8	5.0	96.0%	92.2%
mar 11 Oct 2022	47.0	48	98.0%	4.9	5.0	98.0%	96.0%

mié 12 Oct 2022	43.2	46	94.0%	4.7	5.0	94.0%	88.4%
jue 13 Oct 2022	43.2	45	96.0%	4.8	5.0	96.0%	92.2%
vie 14 Oct 2022	36.0	40	90.0%	3.6	4.0	90.0%	81.0%
lun 17 Oct 2022	48.0	50	96.0%	4.8	5.0	96.0%	92.2%
mar 18 Oct 2022	44.1	45	98.0%	4.9	5.0	98.0%	96.0%
mié 19 Oct 2022	43.2	48	90.0%	4.5	5.0	90.0%	81.0%
jue 20 Oct 2022	38.0	40	95.0%	3.8	4.0	95.0%	90.3%
vie 21 Oct 2022	35.2	38	92.5%	3.7	4.0	92.5%	85.6%
lun 24 Oct 2022	36.8	46	80.0%	4.0	5.0	80.0%	64.0%
mar 25 Oct 2022	40.0	50	80.0%	4.0	5.0	80.0%	64.0%
mié 26 Oct 2022	48.0	50	96.0%	4.8	5.0	96.0%	92.2%
jue 27 Oct 2022	45.1	46	98.0%	4.9	5.0	98.0%	96.0%
vie 28 Oct 2022	40.7	44	92.5%	3.7	4.0	92.5%	85.6%
lun 31 Oct 2022	36.8	46	80.0%	4.0	5.0	80.0%	64.0%
TOTAL			92.5%			92.5%	85.9%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 15, detallamos el registro del mes de noviembre, donde se continuó manteniendo la productividad en valores aceptables.

Tabla 15

Registro de variable dependiente del 01/11/2022 al 30/11/2022

FECHA	EFICIENCIA			EFICACIA			PRODUCTIVIDAD
	THME	THMP	%MBT	TME	TMP	%CPM	
mar 01 Nov 2022	38.0	40	95.0%	3.8	4.0	95.0%	90.3%
mié 02 Nov 2022	38.9	42	92.5%	3.7	4.0	92.5%	85.6%
jue 03 Nov 2022	43.2	48	90.0%	4.5	5.0	90.0%	81.0%
vie 04 Nov 2022	41.0	42	97.5%	3.9	4.0	97.5%	95.1%
lun 07 Nov 2022	50.3	52	96.7%	5.8	6.0	96.7%	93.4%
mar 08 Nov 2022	46.1	48	96.0%	4.8	5.0	96.0%	92.2%
mié 09 Nov 2022	43.2	48	90.0%	4.5	5.0	90.0%	81.0%
jue 10 Nov 2022	43.2	46	94.0%	4.7	5.0	94.0%	88.4%
vie 11 Nov 2022	43.2	45	96.0%	4.8	5.0	96.0%	92.2%
lun 14 Nov 2022	39.0	40	97.5%	3.9	4.0	97.5%	95.1%
mar 15 Nov 2022	46.0	50	92.0%	4.6	5.0	92.0%	84.6%
mié 16 Nov 2022	42.3	45	94.0%	4.7	5.0	94.0%	88.4%
jue 17 Nov 2022	41.3	48	86.0%	4.3	5.0	86.0%	74.0%
vie 18 Nov 2022	38.0	40	95.0%	3.8	4.0	95.0%	90.3%
lun 21 Nov 2022	37.1	38	97.5%	3.9	4.0	97.5%	95.1%
mar 22 Nov 2022	45.1	46	98.0%	4.9	5.0	98.0%	96.0%
mié 23 Nov 2022	49.0	50	98.0%	4.9	5.0	98.0%	96.0%
jue 24 Nov 2022	48.0	50	96.0%	4.8	5.0	96.0%	92.2%
vie 25 Nov 2022	43.2	46	94.0%	4.7	5.0	94.0%	88.4%

lun 28 Nov 2022	39.6	44	90.0%	3.6	4.0	90.0%	81.0%
mar 29 Nov 2022	36.8	46	80.0%	4.0	5.0	80.0%	64.0%
mié 30 Nov 2022	39.9	42	95.0%	3.8	4.0	95.0%	90.3%
TOTAL			93.7%			93.7%	87.9%

Fuente: Elaboración Propia

En las tablas 13, 14 y 15 los datos que registramos son positivo, se evidencia que la productividad en los mantenimientos preventivos realizados a mejorado.

Consolidamos los resultados encontrados en la tabla 16.

Tabla 16

Consolidación de datos después de la implementación.

MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
	%MBT	%CPM	
SETIEMBRE	91.20%	91.20%	84.30%
Conclusión OCTUBRE	92.50%	92.50%	85.90%
NOVIEMBRE	93.70%	93.70%	87.90%
TOTAL	92.47%	92.47%	86.03%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17

Cuadro comparativo con los resultados hallados en el pre y pos-implementación del TPM.

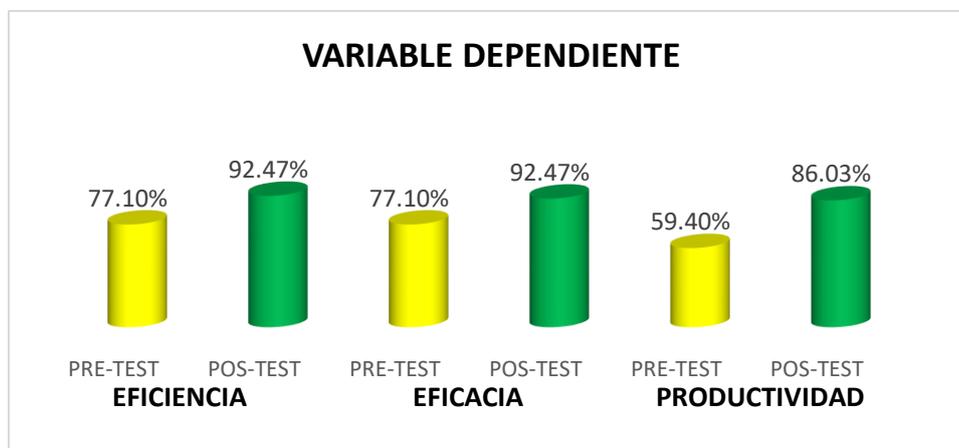
EFICIENCIA		EFICACIA		PRODUCTIVIDAD	
PRE-TEST	POS-TEST	PRE-TEST	POS-TEST	PRE-TEST	POS-TEST
77.10%	92.47%	77.10%	92.47%	59.40%	86.03%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 17, se demuestra el aumento de los indicadores de eficiencia, eficacia y productividad, evidenciándose un aumento en eficiencia y eficacia de 15.37% y de productividad de 26.63%. Estos resultados permiten confirmar el cumplimiento del objetivo del TPM.

Figura 9

Gráfico comparativo de pre y pos-implementación del TPM.



Fuente: Elaboración propia

Como vemos en la figura 9 el implementar la metodología del TPM, ha sido importante porque ha permitido mejorar los indicadores de productividad del área de mantenimiento eléctrico. Pasamos a analizar los resultados de la aplicación de la variable independiente TPM, de esta variable no tenemos datos de pretest por motivos de que no se aplicaba antes de la implementación, los datos recolectados de la pos-implementación se realizaron en un periodo de 3 meses desde 01/09/2022 hasta 30/11/2022. En la tabla 18 se registraron las dimensiones del MPT que son: Mantenimiento autónomo con sus respectivos indicadores, LLP (limpieza y lubricación programada) y LLR (limpieza y lubricación realizadas); Mantenimiento preventivo con los indicadores OMP (orden de mantenimiento programado) y OMR (orden de mantenimiento realizado).

Tabla 18

Variable MPT del mes de setiembre.

FECHA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO			MANTENIMIENTO AUTONOMO		
	OMR	OMP	%CMP	LLR	LLP	%CMA
jue 01 Set 2022				12	12	100.0%
vie 02 Set 2022				12	12	100.0%
lun 05 Set 2022				12	12	100.0%

mar 06 Set 2022				12	12	100.0%
mié 07 Set 2022				12	12	100.0%
jue 08 Set 2022				12	12	100.0%
vie 09 Set 2022				12	12	100.0%
lun 12 Set 2022				12	12	100.0%
mar 13 Set 2022				12	12	100.0%
mié 14 Set 2022				12	12	100.0%
jue 15 Set 2022	12	12	100.0%	0	0	0
vie 16 Set 2022				12	12	100.0%
lun 19 Set 2022				12	12	100.0%
mar 20 Set 2022				12	12	100.0%
mié 21 Set 2022				12	12	100.0%
jue 22 Set 2022				12	12	100.0%
vie 23 Set 2022				12	12	100.0%
lun 26 Set 2022				12	12	100.0%
mar 27 Set 2022				12	12	100.0%
mié 28 Set 2022				12	12	100.0%
jue 29 Set 2022				12	12	100.0%
vie 30 Set 2022				12	12	100.0%
TOTAL			100.0%			100.0%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19

Variable MPT del mes de octubre.

FECHA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO			MANTENIMIENTO AUTONOMO		
	OMR	OMP	%CMP	LLR	LLP	%CMA
lun 03 Oct 2022				12	12	100.0%
mar 04 Oct 2022				12	12	100.0%
mié 05 Oct 2022				12	12	100.0%
jue 06 Oct 2022				12	12	100.0%
vie 07 Oct 2022				12	12	100.0%
lun 10 Oct 2022				12	12	100.0%
mar 11 Oct 2022				12	12	100.0%
mié 12 Oct 2022				12	12	100.0%
jue 13 Oct 2022				12	12	100.0%
vie 14 Oct 2022	12	12	100.0%	0	0	0.0%
lun 17 Oct 2022				12	12	100.0%
mar 18 Oct 2022				12	12	100.0%
mié 19 Oct 2022				12	12	100.0%
jue 20 Oct 2022				12	12	100.0%
vie 21 Oct 2022				12	12	100.0%

lun 24 Oct 2022	12	12	100.0%
mar 25 Oct 2022	12	12	100.0%
mié 26 Oct 2022	12	12	100.0%
jue 27 Oct 2022	12	12	100.0%
vie 28 Oct 2022	12	12	100.0%
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20

Variable MPT del mes de noviembre.

FECHA	MANTENIMIENTO PREVENTIVO			MANTENIMIENTO AUTONOMO		
	OMR	OMP	%CMP	LLR	LLP	%CMA
mar 01 Nov 2022				12	12	100.0%
mié 02 Nov 2022				12	12	100.0%
jue 03 Nov 2022				12	12	100.0%
vie 04 Nov 2022				12	12	100.0%
lun 07 Nov 2022				12	12	100.0%
mar 08 Nov 2022				12	12	100.0%
mié 09 Nov 2022				12	12	100.0%
jue 10 Nov 2022				12	12	100.0%
vie 11 Nov 2022				12	12	100.0%
lun 14 Nov 2022				12	12	100.0%
mar 15 Nov 2022	12	12	100.0%	0	0	0.0%
mié 16 Nov 2022				12	12	100.0%
jue 17 Nov 2022				12	12	100.0%
vie 18 Nov 2022				12	12	100.0%
lun 21 Nov 2022				12	12	100.0%
mar 22 Nov 2022				12	12	100.0%
mié 23 Nov 2022				12	12	100.0%
jue 24 Nov 2022				12	12	100.0%
vie 25 Nov 2022				12	12	100.0%
lun 28 Nov 2022				12	12	100.0%
mar 29 Nov 2022				12	12	100.0%
mié 30 Nov 2022				12	12	100.0%
TOTAL			100.0%			100.0%

Fuente: Elaboración propia.

Como vemos en las tablas 18, 19 y 20 son registros que obtuvimos después de implementado el TPM, este registro data del 01/09/2022 hasta al 30/11/2022.

Tabla 21**Consolidación de Datos obtenidos de la variable Independiente.**

	Mant. Preventivo	Mant. Autónomo
FECHA	%CMP	%CMA
Setiembre	100%	100%
Octubre	100%	100%
Noviembre	100%	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 21, Se evidencia que se ha logrado el objetivo del cumplimiento de los mantenimientos preventivos y autónomos.

4.4 Calcular la relación costo beneficio de la implementación del TPM.

Se procedió a determinar si la implementación del TPM es viable para la empresa, se realizó un análisis costo beneficio, esto nos permitirá constatar cuanto se beneficiará la empresa por cada sol invertido en el desarrollo del TPM.

Análisis Beneficio / Costo.

El análisis se logra conociendo los ingresos totales entre los egresos que demandó el proyecto. La disponibilidad de equipos operativos para la empresa se considera como un ingreso, los gastos son los materiales y horas de los trabajadores que se han dispuesto para el desarrollo de este proyecto.

Costo de la Implementación del TPM.

Los costos están calculados por el tiempo que duro implementar los pilares del TPM.

Tabla 22**Costos de inversión de materiales.**

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (soles)	COSTO TOTAL
Materiales de publicidad	varios	150	S/ 150.00
Impresiones	200	0.5	S/ 100.00
Útiles de oficina	varios	varios	S/ 100.00
Otros	varios	varios	S/ 200.00
Total			S/ 550.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se presenta la inversión de materiales que se emplearon para poner en marcha la implementación del TPM, se describe detalladamente los gastos que se generaron en materiales que fueron fundamentales para cumplir con el objetivo. No se consideró los materiales que utilizan los técnicos y operativos en sus rutinas de trabajo por ser consumibles que ya contaba la empresa para la realización de los trabajos ya sean mantenimientos correctivos o preventivo.

El costo por mano de obra fue necesario recurrir a estos gastos generados para poder desarrollar la implementación del TPM, ya que esto permitió que el personal beneficiario electricistas y la empresa adquirieran grandes beneficios, tales como el incremento de los ingresos y el avance productivo.

Tabla 23

Costos por mano de obra.

DESCRIPCION	HORAS	COSTO POR HORA	COSTO TOTAL
Sup. Mantto. Eléctrico	220	S/ 50	S/ 11,000.0
SUP. De campo	220	S/ 50	S/ 11,000.0
Técnicos electricistas (3).	360	S/ 30	S/ 10,800.0
Operadores de Campo (3)	360	S/ 30	S/ 10,800.0
Capacitador del TPM	6	S/ 150	S/ 900.0
Capacitador de la Norma ISO 14224.	6	S/ 150	S/ 900.0
Total			S/ 45,400.0

Fuente: Elaboración propia

La tabla 23 nos muestra la descripción de los gastos por mano de obra donde detalla el cargo y pago total por cada gasto generado en la implementación del TPM.

La tabla 24 detalla el costo generado por los servicios generados como lo son agua, luz, internet estos son fundamentales para el desarrollo del TPM.

Tabla 24

Costo por servicios

DESCRIPCION	COSTO POR MES	TOTAL (COSTO ANUAL)
Luz	S/ 45.00	S/ 540.00

Internet	S/ 60.00	S/ 720.00
Agua	S/ 30.00	S/ 360.00
Total		S/ 1,620.00

Fuente: Elaboración propia

Así mismo como resultado general de costo beneficios del TPM, se presenta en la tabla 25 se describe el resultado final de cada costo y el resultado general de la implementación del TPM.

Tabla 25

Resultados generales del costo beneficios del TPM

DESCRIPCION	TOTAL
Costos de inversión de materiales	S/ 550.00
Costos por mano de obra	S/ 45,400.00
Costo por servicios	S/ 1,620.00
Total	S/ 47,570.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla 25 nos muestra el gasto total de la implementación del TPM que haciende en soles a S/47,570.000. se consideró el tiempo que demando implementar la metodología.

Beneficio de la Implementación del TPM.

Los beneficios que ingresan a cálculos son emitidos por el área de Mantenimiento eléctrico, realizamos una comparación de los gastos antes de la implementación del TPM versus los gastos después de la implementación. Los datos beneficiosos económicamente para el área son la reducción de paradas de emergencia por motivos de mal funcionamiento de un equipo eléctrico, estos costos eran asumidos por el área de mantenimiento eléctrico, que asumía el gasto de los repuestos o equipos, costo de la parada de la producción y sobretiempo que se requería de colaboradores.

A continuación, presentamos los datos brindados por la empresa donde verificaremos los gastos pre y pos-implementación para poder obtener el beneficio de la implementación.

Tabla 26**Costos asumidos por el área de mantenimiento eléctrico.**

COSTOS ASUMIDOS POR EL AREA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO EN LA PLANTA DE BOMBEO DE CRUDO											
DESCRIPCION	PRE IMPLEMENTACION TPM								POS IMPLEMENTACION TPM		
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
Costo por indisponibilidad de equipos electricos	S/ 22,560.00	S/ 23,087.00	S/ 19,784.00	S/ 20,845.00	S/ 21,896.00	S/ 19,543.00	S/ 19,413.00	S/ 10,970.00	S/ 9,462.00	S/ 6,487.00	S/ 5,142.00
Costo por repuestos	S/ 12,420.00	S/ 9,578.00	S/ 9,680.00	S/ 12,358.00	S/ 13,475.00	S/ 12,048.00	S/ 11,126.00	S/ 6,129.00	S/ 5,861.00	S/ 1,203.00	S/ 1,658.00
Costo por reposicion de equipos	S/ 30,580.00	S/ 9,000.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 11,500.00	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Sobretiempos	S/ 5,480.00	S/ 5,070.00	S/ 3,400.00	S/ 3,984.00	S/ 3,050.00	S/ 5,820.00	S/ 2,500.00	S/ 2,650.00	S/ 1,250.00	S/ 1,350.00	S/ 1,464.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 26, se muestran los gastos que incurre la empresa al suscitarse un mantenimiento correctivo, los datos de la pre-implementación fueron desde 01 de enero hasta el 31 de agosto del presente año. Los datos de la pos-implementación se tomaron después 01 de setiembre hasta el 30 de noviembre.

Tabla 27**Beneficio obtenido al aplicar la metodología TPM.**

DESCRIPCION	
PROMEDIO DE GASTOS POR MES	PRE IMPLEMENTACION TPM S/ 10,248.00
	POS IMPLEMENTACION TPM S/ 2,823.08
BENEFICIO MENSUAL DE LA IMPLEMENTACION TPM	S/ 7,425.23
BENEFICIO ANUAL DE LA IMPLEMENTACION TPM	S/ 89,102.75

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 27, calculamos el beneficio anual que se va a obtener en el área de bombeo de crudo, al haber implementado la metodología del TPM, este beneficio será mayor con el tiempo porque se reducirá costo de implementación al ya tener gente preparada que realizará una cascada de conocimientos.

Desarrollo de la relación beneficio / costo:

Para el desarrollo utilizamos los totales de las tablas 25 y 27, el resultado nos permite conocer si es viable el proyecto para seguir desarrollándolo en las demás áreas de la empresa y en un mediano plazo sea implantado en toda la corporación.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{BENEFICIOS ESPERADOS}}{\text{COSTOS}}$$

$$B/C = \frac{89,102.75}{47,570.00} = 1.87$$

La operación matemática nos da como resultado 1.87, siendo mayor al 1, lo que nos indica que la implementación en el área de mantenimiento eléctrico es viable, la empresa ha obtenido beneficios económicos. El mantener este proyecto en los siguientes años permitirá que el costo de implementación se reduzca por motivo que los primeros trabajadores capacitados tienen una cultura de la metodología, algunos se volverán líderes en el tema y enseñarán a los nuevos integrantes de la empresa, permitiendo un desarrollo más fácil del TPM.

HIPÓTESIS:

La hipótesis que se planteó antes del desarrollo del proyecto refería que el programa TPM basado en el ISO 14224:2016, aumentara la productividad en el área de mantenimiento eléctrico.

En la tabla 28, desarrollamos estadísticamente la hipótesis general planteada.

Tabla 28**Programa de TPM basado en el ISO 14224:2016 aumenta la productividad en el área de mantenimiento eléctrico.**

	PRODUCTIVIDAD	
	PRE IMPLEMENTACION DE TPM PROPORCION	POST IMPLEMENTACION DE TPM PROPORCION
PRODUCTIVIDAD	0.594	0.8603
TRABAJOS	95	103

Hipótesis Nula: Existencia de igualdad en la proporción de la productividad pre-implementación del TPM y la proporción de la productividad Post implementación de TPM, con los valores estadísticos del indicador de proporciones $Z_c = -4.23$, p-valor = 0.00001*

Nota: ** Significativo p-valor < 0.01.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 28, se evidencia con el comparativo de las proporciones y siendo significativas (p-valor < 0.01), que la aplicación del programa de TPM basado en el ISO 14224:2016 aumento la productividad en el área de mantenimiento eléctrico.

V. DISCUSIÓN

Como primer objetivo específico se realizó la evaluación de los indicadores eficiencia y eficacia de la productividad en el área de mantenimiento eléctrico. Cuatrecasas, Torrell. (2012) Menciona la productividad como el objetivo de los servicios que brinda la empresa. Es por ello que las empresas buscan mejorar sus procesos con reducción de tiempos y disponibilidad de equipos. Aplicando la recolección de datos obtuvimos la eficiencia y eficacia con valores de 77.10% para ambos indicadores, luego de aplicar el TPM se volvió a realizar la misma evaluación obteniendo 92.47%, evidenciándose un aumento de 11.37% de productividad en el área de mantenimiento eléctrico, coincidiendo nuestro estudio con la investigación realizada por Navarro y Delgado (2019), quienes obtuvieron en su estudio los valores de pre-implementación 64.51% para los indicadores de eficiencia y eficacia, en la pos-implementación alcanzo 90.06%, obteniendo un aumento de 25.55%, este resultado es superior a nuestra investigación, debiéndose a que nuestra investigación se enfocó en un área determinada.

Las etapas para la aplicación del TPM debe tener como resultado la mejora de los equipos y el correcto funcionamiento (Cuatrecasas y Torrell 2010). Se planteó como segundo objetivo específico diseñar el TPM para mejorar la productividad en el área de mantenimiento eléctrico, aplicamos como primera herramienta la capacitación del personal de acuerdo a sus labores en la empresa, considerando que el trabajador es el valor más importante de una empresa, nuestro estudio coincide con los autores Larrea et al. (2018), quienes propusieron el TPM en una empresa industrial mexicana, indican que el pilar principal es la capacitación de todo el personal del área de mantenimiento, coincidimos en este resultado dado que el TPM debe ser una cultura para todos colaboradores de la empresa.

Se refiere a la productividad como actividad para aumentar el crecimiento económico de una empresa (Cuatrecasas 2012). En nuestro tercer objetivo específico tenemos aumentar la productividad en el área de mantenimiento eléctrico, para ello se implementó y aplico el mantenimiento autónomo, alcanzando el 100% de productividad de las actividades planteadas, la investigación de Navarro

y Delgado (2019), también aplicaron el TPM con la herramienta de mantenimiento autónomo alcanzado el 100% de productividad en sus actividades, estos resultados similares se debe que el mantenimiento autónomo lo aplica el operador de la máquina que incluye actividades diarias de limpieza y lubricación.

Lograr servicios o bienes esto depende que inviertan en buenas estrategias de mercado cuyos servicios sean rentables y eficaces que ofrezcan crecimiento en la productividad (Cuatrecasas 2012). como objetivo tenemos calcular la relación costo beneficio de la implementación del TPM. Se logró Calcular la relación beneficio/costo se tuvo como resultado S/ 0.87 de beneficio por cada sol invertido siendo un proyecto viable, nuestro resultado coincide con la investigación de Maldonado e Ysique (2017), proponiendo el TPM en una empresa de mantenimiento de maquinaria pesada, indican que alcanzarán un beneficio de S/0.42 por cada sol que inviertan, el beneficio de nuestra investigación es mayor porque nuestros gastos en la implementación se reducen al tener ponentes del tema del TPM que son parte de la empresa.

El TPM es un instrumento eficaz para aumentar la producción y la calidad (Tavares; 2000), Como objetivo general aplicamos el TPM para mejorar los indicadores de productividad en el área de mantenimiento eléctrico, la aplicación nos permitió aumentar la productividad de 59.4% a 86.03% obteniendo una diferencia de 26.63%. La investigación de Navarro y Delgado (2019), obtuvieron resultados parecidos al aplicar el TPM, logrando aumentar la productividad en el área de mantenimiento de flota pesada de 43.81% a 92.67% con una diferencia de 48.86%, el resultado de esta investigación es superior en comparación de lo alcanzado en nuestra tesis porque nuestro trabajo se desarrolló en un área menor.

VI. CONCLUSIONES

1. Concluimos que la aplicación de la metodología del TPM aumento la variable dependiente de productividad del área de mantenimiento eléctrico de la empresa en estudio, la cual la determinamos comparando los registros del pre y pos-implementación, se obtuvieron 59.40% y 86.03%, demostrando un aumento de 26.63% en la productividad
2. Con la ayuda del TPM realizamos una evaluación actual del índice de productividad de la empresa en el área de mantenimiento eléctrico esto permitió determinar los índices de eficiencia y eficacia que se encontraban en valores de 77.10% respectivamente para ambos índices, permitiendo deficiencia en el proceso de la empresa y afectando la productividad.
3. Se diseño el programa de TPM, basado en la ISO14224:2016; donde se implementó capacitación a los trabajadores técnicos electricistas para que adquieran un mejor rendimiento en sus faenas diarias, además con este beneficio de capacitarlos e instruirlos obtuvieron mejores resultados en su proceso con la productividad.
4. Con la aplicación del TPM se logró aumentar la eficiencia y eficacia, logrando alcanzar un 92.47% para ambos índices, obteniendo un aumento de 15.37% comparado a los datos obtenidos antes de aplicar el TPM.
5. Se logró Calcular la relación beneficio/costo de la implementación del TPM, se tuvo como resultado 1.87 de beneficio por cada sol invertido, en conclusión, esta herramienta es óptima y beneficia económicamente a la empresa.

VII. RECOMENDACIONES

Aplicar la metodología del TPM en las demás áreas operativas hasta lograr que se convierta en una cultura para toda la empresa, contribuyendo a mejorar la productividad general en los procesos de la empresa.

Capacitar trimestralmente a los trabajadores en temas concernientes a su puesto de trabajo, esto ayudara que el trabajador tenga los conocimientos para resolver con facilidad cualquier problema operativo.

Implementar herramientas que faciliten el trabajo de los operarios y técnicos, con las cuales puedan diagnosticar una futura falla, reduciendo los mantenimientos correctivos que generan paradas inesperadas.

Recompensar a los trabajadores con bonos que estén sujeto a alcanzar una meta mensual de índice de seguridad y productividad; también brindar diplomas por mejor desempeño laboral, esto con el fin de mantener motivado al trabajador.

Brindar ambientes adecuados a los trabajadores, que cumpla con los estándares de ergonomía y seguridad.

REFERENCIAS

AHMAD, N., HOSEN, J., ALI, S. M. Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: A textile case. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2018, vol. 94, no. 1-4, p. 239-256. <https://doi:10.1007/s00170-017-0783-2>.

ALVIS, Carmen., CARRILLO, Martha., MENDOZA, Yaniris., COHEN, Harold. Lean manufacturing 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad Caso empresa metalmecánica en Cartagena, *Colombia. Signos*, 2019, vol. 11, no. 1, p.71–86. https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_98400c9828914adbb641fae4a7ee1a04

ALLUB, Lían., JUNCOSA, Federico. *La baja productividad en américa latina*. CAF 2019.

<https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2019/08/donde-esta-el-problema-de-la-baja-productividad-en-américa-latina/>

APOLINARIO, Jorginhio., MEZA, Ricardo., LEON, Claudia., SANABRIA, Pedro. Productivity improvement model in small and medium metal extruding companies, applying total productive maintenance, six sigma, and process standardization, 2021. https://doi:10.1007/978-3-030-75680-2_46 www.scopus.com

BARROS, Javier., MARTÍNEZ, Julio. Modelo Para Detección y Simulación de Fallas Bajo La Gestión de Mantenimiento y Proyectos. *Informador Técnico*, 2018, vol. 82, no. 1, p.11–25.

https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_e867acc5d5bf4cb8919e8cef54271cfc

CANAHUA, Nohemy. Implementación de La Metodología TPM-Lean Manufacturing Para Mejorar La Eficiencia General de Los Equipos (OEE) En La Producción de Repuestos En Una Empresa Metalmecánica. *Industrial data*, 2021, vol. 24, no 1, p. 49-76.

https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_doaj_prim

ary_oai_doaj_org_article_925aba2a350741a2bc8876b5f06b9d00

CÁRCEL CARRASCO, Francisco Javier. Características de los sistemas tpm y rcm en la ingeniería del mantenimiento. *3C tecnología*, 2016, vol. 5, no. 3, p. 68-75.

https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_dialnet_primary_oai_dialnet_unirioja_es_ART0001029276

CÁRCEL, Francisco., GARCIA, Julio., MENDOZA, Juvenal. Importancia del mantenimiento aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia. *3C tecnología*, 2019, vol. 8, no. 2, p. 50–67.

https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_dialnet_primary_oai_dialnet_unirioja_es_ART0001528500

CASANA, Julio, et al. Maintenance Based on Word Class Indicators in Bayamo Dairy Factory/El mantenimiento a partir de los indicadores de clase mundial en la fábrica Lácteos Bayamo. *Revista ciencias técnicas agropecuarias*, 2021, vol. 30, no. 3, p. 65 -72.

https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_gale_infotraccademiconefile_A679083151

CASTRILLON, Omar., GARCES, Diego. Diseño de una Técnica Inteligente para Identificar y Reducir los Tiempos Muertos en un Sistema de producción con el TPM. *Informacion Tecnologica*, 2017, vol. 28, no 3, p.157-170.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000300017>.

COLONIA ZEVALLOS, Elvis Erick. Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el área de tintorería de telas en la Empresa Textiles Camones, Puente Piedra, 2017. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/1418>

CUATRECASAS ARBOS, LUIS., TORRELL MARTINEZ, Francesca. (2010). TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva. Disponible en:

<https://books.google.com> › books › about › TPM_

FERNÁNDEZ ÁLVAREZ, Edgar, et al. Gestión de Mantenimiento. Mantenimiento Lean y TPM. 2018.

<https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/47868/Gesti%C3%B3n?sequence=1>.

GARCÍA, Jorge., NORIEGA, Salvador., ROMERO, Jaime. El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos. *Contaduría Administración*, 2017, vol. 57, no. 4, p.173-196. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2012.168>

GARCIA, Marín., JUAN, A., MARTINEZ, Rafael. Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. *Intangible capital*, 2013, vol. 9, no 3, p. 823-853. <https://doi.org/10.3926/ic.360>.

GÓMEZ, A. H., TOLEDO, C. E., PRADO, J. M. L., MORALES, S. N. Critical success factors for the strategic deployment of total productive maintenance in the exporting maquiladora industry in ciudad Juárez: Una solución factorial. *Contaduría y Administración*, 2015, vol. 60, p.82-106. <https://doi:10.1016/j.cya.2015.08.005>

GÓMEZ SANTOS, Carola. (2010). Mantenimiento productivo total. Disponible: https://www.academia.edu/37939143/MANTENIMIENTO_PRODUCTIVO_TOTAL_TPM

HALILI, Marvis., NOROÑA, Marvin. Optimization of overall equipment effectiveness through lean and total productive maintenance in a cement paper bag manufacturing company. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on *Industrial Engineering and Operations Management*, 2021, p. 4652-4663. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

KIGSIRISIN, S., PUSSAWIRO, S., NOOHAWM, O. Approach for total productive maintenance evaluation in water productivity: A case study at mahasawat water treatment plant. *Paper presented at the Procedia Engineering*, 2016, vol. 154, p. 260-267. <https://doi:10.1016/j.proeng.2016.07.472> www.scopus.com

LARREA, Angel, et al. Approach to a Conceptual Analysis of the Maintenance

Process in the Industrial Environment. *Dilemas contemporáneos educación, política y valores*, 2018, vol. 6, no. 1, p. 23-46.

https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_proquest_journals_2247181427

LAVADO, Pablo. Crecimiento y productividad para el Perú. *El comercio*, 2018. <https://elcomercio.pe/economia/crecimiento-productividad-peru-pablo-lavado-noticia-526431-noticia/>

MARRERO, Rogej., et al. Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, 2019, vol. 40, no. 2, p. 148-160.

<https://link.gale.com/app=univcv&sid=bookmark-SPJ.SP12&xid=5b939939>

MARTÍNEZ, María. El concepto de productividad en el análisis Económico. *Red de Estudios de la Economía Mundial*. México, 2008.

<http://www.redem.buap.mx/acrobat/eugenia1.pdf>

MONTOYA, Arias., et al. Programación de mantenimiento preventivo usando algoritmos genéticos. *Lampsakos*, 2020, vol. 23, p. 37-44.

<https://doi.org/10.21501/21454086.3112>

MORALES MÉNDEZ, J. D., RODRIGUEZ, R. S. Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: A case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2017, vol. 92, no. 1-4, p. 1013-1026.

<https://doi:10.1007/s00170-017-0052-4>

MOUBRAY, John. (2016). Norma ISO 14224-2016.

Disponible: <https://www.redalyc.org/journal/html>

NALLUSAMY, S. Enhancement of productivity and efficiency of CNC machines in a small scale industry using total productive maintenance. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 2016, vol. 25, p. 119-126. <https://doi:10.4028/www.scientific.net/JERA.25.119>

NOE NAVARRO, Arlette Milagros. Aplicación del TPM para mejorar la productividad

en el área de mantenimiento de flota en Ransa Comercial SA, Callao, 2019.
<https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.04>

ORESTE, Areu., ZALDÍVAR, Deivis. Propuesta de un nuevo programa de mantenimiento a los motores Hyundai. *Ingeniería energética*, 2020, vol. 41, no. 2, p. 1-9.
https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_gale_infotracacademiconefile_A639793789

ORYNYCZ, O., TUCKI, K. Total productive maintenance approach to an increase of the energy efficiency of a hotel facility and mitigation of water consumption. *Energies*, 2021, vol. 14, no.6. <https://doi:10.3390/en14061706>

PEREIRA, R. Q., GUIMARÃES, L. P., BRISTOT, V. N., BRISTOT, V. M. Implantation of total productive maintenance in a chemical company from the south of santa catarina. [Implantação da manutenção produtiva total en una indústria química do Sul de Santa Catarina] *Espacios*, 2017, vol. 37, no. 10, p. 1-1.
<https://Retrieved from www.scopus.com>

RATHI, Rajeev., et al. Identification of total productive maintenance barriers in Indian manufacturing industries. *Materials Today: Proceedings*, 2021, vol. 50, p. 736-742. <https://doi:10.1016/j.matpr.2021.05.222>.

SALINAS MANRIQUE, Emiliana Vanesa. Aplicación del Total Productive Maintenance (TPM) para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento, en la empresa compañía peruana de ascensores SA. 2017.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/1869>

SANCHIS, POLER, R., MULA, J., & PEIDRO, D. Gestión de la calidad total y mantenimiento productivo total en la fabricación de alto rendimiento. *Dyna (Bilbao)*, 2021, vol. 86, no. 6, p. 648-655.
https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_crossref_primary_10_6036_4106

SETIAWAN, Indra. Integration of total productive maintenance and industry 4.0 to increase the productivity of Nc bore machines in the musical instrument industry. Paper presented at the Proceedings of the International Conference *on Industrial Engineering and Operations Management*, 2021, p. 4701-4711. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0>

SUKMA, D. I., et al. Implementation of total productive maintenance to improve overall equipment effectiveness of linear accelerator synergy platform cancer therapy. *International Journal of Engineering, Transactions A: Basics*, 2022, vol. 35, no. 7, p. 1246-1256. <https://doi:10.5829/ije.2022.35.07a.04>

TEJADA GAMARRA, Jhon Nabil. Propuesta de modelo de optimización de la disponibilidad de maquinaria y equipo del área de Maestranza de la empresa FAMAI, utilizando la metodología del Mantenimiento Productivo Total–TPM. 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2059>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
TPM	Variable independiente, Mantenimiento productivo total (TPM), se enfoca a relacionar a todos los colaboradores en el desarrollo de las actividades de mantenimiento para el cuidado y preservación de los activos de la empresa. (Fernández, 2018). Asimismo, el TPM es una herramienta que busca obtener como resultado cero errores, cero accidentes, cero perdidas, para ello se debe dar soluciones antes de ocurran con una persuasiva inspección de los equipos y procesos encontrando las deficiencias. (kiran, 2017)	El Mantenimiento Productivo Total busca la sinergia de los trabajadores que integran la entidad con el fin de conseguir un proceso de producción mejor a través de la erradicación de averías o pérdidas, buscando aumentar la productividad del trabajador, de los equipos y de la entidad. Las dimensiones por utilizar son el Mantenimiento Preventivo y el Mantenimiento Autónomo, para garantizar la alta productividad en el área de Mantenimiento Eléctrico.	Mantenimiento Autónomo	$CMA = \frac{LLR}{LLP} \times 100\%$ <p>CMA: Cumplimiento del mantenimiento autónomo. LLR: Limpieza y lubricación realizadas. LLP: Limpieza y lubricación programados.</p>	RAZON
			Mantenimiento Preventivo	$CMP = \frac{OMR}{OMP} \times 100\%$ <p>CMP: Cumplimiento del mantenimiento preventivo. OMR: Órdenes de mantenimiento realizadas. OMP: Órdenes de mantenimiento programados</p>	RAZON

PRODUCTIVIDAD	La productividad consiste en maximizar los recursos de tal manera que se obtienen de los procesos empleados o métodos para el aumento de la productividad de los procesos obteniendo resultados óptimos y eficientes para la mejora de la organización (Gutiérrez, 2010).	Se logrará aumentar la productividad en el área de mantenimiento eléctrico reduciendo los tiempos muertos obteniendo una producción más eficiente y eficaz.	Eficiencia	$MBT = \frac{THME}{THMP} \times 100\%$ <p>MBT: Mantenimiento Basado en el tiempo THME: Total de horas de mantenimiento ejecutado. THMP: Total de horas de mantenimiento programado</p>	RAZON
			Eficacia	$CPM = \frac{TME}{TMP} \times 100\%$ <p>CPM: Cumplimiento del plan de mantenimiento. TME: Total de mantenimientos ejecutados. TMP: Total de mantenimientos programados.</p>	RAZON

Anexo 2.

Cuestionario para evaluar trabajadores del área de mantenimiento eléctrico.

Estimado representante, el presente cuestionario tiene el objetivo de evaluar al personal que labora en el área de mantenimiento eléctrico en la provincia de Talara dedicada la empresa al rubro de petróleo, este cuestionario nos permitirá saber cuál es su nivel de conocimiento del trabajador referido al tema. Por lo tanto, se les pide que sean sinceros y responsables con sus respuestas.

Instrucciones:

El cuestionario esta realizado en 15 preguntas, por lo que cada pregunta cuenta con cinco respuestas que se marcara con una (x) la pregunta que sea la correcta para usted.

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

Gestión de mantenimiento eléctrico						
Dimensión: análisis de la situación inicial		1	2	3	4	5
1	La empresa me capacita sobre temas de mantenimiento eléctrico.					
2	La empresa me brinda las herramientas necesarias para realizar mi trabajo.					
3	La empresa me incentiva a cumplir mi meta y a cambio tendré un bono.					
4	La empresa me proporciona un ambiente seguro y saludable.					
5	La empresa me brinda equipos de protección personal.					
Dimensión: alcance de su desarrollo personal						
6	Tus experiencias laborales son resaltantes en tu trabajo.					
7	Crees que el que tiene más experiencia laboral tiene siempre la razón.					
8	Sientes que se te hace difícil competir con tus compañeros con años más de					

	experiencia.					
9	En tu área de trabajo hay unión y compañerismo.					
10	Te sientes motivado realizando tu trabajo.					
Dimensión: alcance de sus conocimientos						
11	Estás de acuerdo que el transformador eléctrico es un dispositivo que permite elevar o disminuir el voltaje.					
12	Consideras que la corriente aumenta y el voltaje disminuye en un transformador reductor.					
13	El mantenimiento correctivo es aquel que realiza las intervenciones al momento que el equipo queda fuera de servicio.					
14	El mantenimiento preventivo realiza tareas para reducir la probabilidad de falla.					
15	Consideras que el mantenimiento predictivo es una técnica que se utiliza herramientas y técnicas de análisis de datos para detectar anomalías.					

¡Muchas gracias por su participación!

Anexo 3

Análisis de consistencia interna por la covariación entre ítems

La consistencia interna hace referencia al grado en el que cada una de las partes o ítems de los que se compone es equivalente al resto, se determinara para el instrumento que cada ítem, como parte básica constitutiva y que muestra una equivalencia adecuada con el resto de los ítems, o sea, que mida con el mismo grado el constructo medido (1).

La confiabilidad es la exactitud, la precisión con que un instrumento mide un objeto, entonces la confiabilidad sería la ausencia de errores de medición (2); la consistencia interna del instrumento a partir de la covariación entre sus ítems se realizó con el método del coeficiente alfa (α) de Cronbach:

Tabla 29

Fiabilidad del instrumento Gestión de mantenimiento eléctrico

Instrumento	alfa (α) de Cronbach	Elementos (ítems)
Todo el instrumento	0.726	15

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29, al ser elevada la proporción 0.726, respecto de la covariación entre estos ítems respecto a la varianza total del instrumento, más elevado es el coeficiente alfa (α) de Cronbach, por lo que más elevado es su fiabilidad; además para estos valores del alfa se puede considerar fiable superando el valor 0.71, por lo que con el indicador presentado resulta 0.726 muestra un coeficiente de fiabilidad como consistencia interna óptimo (3)

referencias

- (1) Meneses J. Psicometría. Barcelona: Editorial UOC, 2014
- (2) Aragón Borja L.E. Evaluación psicológica: historia fundamentos teórico-conceptuales y psicometría (2a. ed.). México DF: Editorial El Manual Moderno, 2015.
- (3) Líbano Miralles M.D. Ubillos Landa S. y Puente Martínez A. Manual práctico de análisis estadístico en Ciencias de la Salud: Pruebas paramétricas y no paramétricas. Burgos – España: Editorial Universidad de Burgos, 2019

REPORTE SPSS instrumento Gestión de mantenimiento eléctrico

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	20	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	20	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,726	15

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
P1 La empresa me capacita sobre temas de mantenimiento eléctrico.	58,00	29,895	,323	,713
P2 La empresa me brinda las herramientas necesarias para realizar mi trabajo.	58,60	31,516	,083	,737
P3 La empresa me incentiva a cumplir mi meta y a cambio tendré un bono.	58,60	26,253	,660	,673
P4 La empresa me proporciona un ambiente seguro y saludable.	58,60	26,463	,695	,672
P5 La empresa me brinda equipos de protección personal.	57,85	31,608	,190	,724
P6 Tus experiencias laborales son resaltantes en tu trabajo.	57,95	31,208	,085	,740
P7 Crees que el que tiene más experiencia laboral tiene siempre la razón.	58,40	26,674	,398	,705
P8 Sientes que se te hace difícil competir con tus compañeros con años más de experiencia.	58,65	26,134	,615	,676
P9 En tu área de trabajo hay unión y compañerismo.	58,15	30,029	,207	,726
P10 Te sientes motivado realizando tu trabajo.	58,00	27,053	,533	,687
P11 Estás de acuerdo que el transformador eléctrico es un dispositivo que permite elevar o disminuir el voltaje.	57,70	31,379	,115	,732
P12 Consideras que la corriente aumenta y el voltaje disminuye en un transformador reductor.	57,80	25,116	,732	,660
P13 El mantenimiento correctivo es aquel que realiza las intervenciones al momento que el equipo queda fuera de servicio.	57,65	33,924	-,193	,751
P14 El mantenimiento preventivo realiza tareas para reducir la probabilidad de falla.	57,85	31,292	,105	,735
P15 Consideras que el mantenimiento predictivo es una técnica que se utiliza herramientas y técnicas de análisis de datos para detectar anomalías.	57,70	30,221	,297	,715

Anexo 4

Formato de aprobación estadística de instrumento

TITULO DEL PROYECTO DE TESIS:

Programa de Mantenimiento Productivo Total Basado en el ISO 14224 para Maximizar la Productiva en el Área de Mantenimiento Eléctrico.

NOMBRE DEL INVESTIGADOR:

Por la presente hago constar mi APROBACIÓN ESTADISTICA de la confiabilidad del instrumento en la prueba piloto realizada, dando mi conformidad.


 Lic. Juan Martin Miñope Mio
 COESPE 656

Nombre del profesional estadístico: JUAN MARTIN MIÑOPE MIO

DNI: 17596794

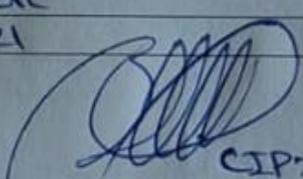
Colegiatura: 656 Colegio de Estadísticos del Perú – Filial Lambayeque

Fecha: 21/06/2022

Anexo 5

Formatos de validación de instrumentos

Nombre del instrumento	Encuesta
Objetivo del instrumento	Medir conocimiento del tema Mantenimiento Productivo Total (TPM).
Nombres y apellidos del experto	Wilfredo Nancay Quispe.
Documento de identidad	44476180
Años de experiencia en el área	7 años
Máximo Grado Académico	Titulado en Ingeniería Eléctrica.
Nacionalidad	Peruano.
Institución	
Cargo	Supervisor
Número telefónico	973289747
Firma	 CTP. 167436
Fecha	10 /06/2022

Nombre del instrumento	CUESTIONARIO
Objetivo del instrumento	RECOGER INFORMACIÓN
Aplicar a la muestra participante	20 TRABAJADORES
Nombres y apellidos del experto	OSCAR OTERO NEGRÓN
Documento de identidad	02802988
Años de experiencia en el área	15 AÑOS
Máximo Grado Académico	TITULADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Nacionalidad	PERUANA
Institución	UNIVERSIDAD DE PIURA
Cargo	SUPERVISOR
Número telefónico	981624521
Firma	 CIP: 99553
Fecha	17 /06/2022

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Ficha de Información
Objetivo del instrumento	Recopilación de la ejecución de los trabajos de Mantenimiento Productivo Total (TPM).
Nombres y apellidos del experto	Roberto Carlos Palomino Conde.
Documento de identidad	45218030
Años de experiencia en el área	8 años
Máximo Grado Académico	Titulado en Ingeniería Eléctrica.
Nacionalidad	Peruano.
Institución	
Cargo	Supervisor de Mantenimiento
Número telefónico	985870100
Firma	 C.I.P. 251212
Fecha	17/06/2022

Nombre del instrumento	Ficha de Información
Objetivo del instrumento	Recopilación de la ejecución de los trabajos de Mantenimiento Productivo Total (TPM).
Nombres y apellidos del experto	Wilfredo Nancay Quispe.
Documento de identidad	44476180
Años de experiencia en el área	7 años
Máximo Grado Académico	Titulado en Ingeniería Eléctrica.
Nacionalidad	Peruano.
Institución	
Cargo	Supervisor
Número telefónico	973289747
Firma	 C.I.P. 167436
Fecha	17/06/2022

Nombre del instrumento	FICHA DE INFORMACIÓN
Objetivo del instrumento	RECIBIR INFORMACIÓN
Aplicar a la muestra participante	20 TRABAJADORES
Nombres y apellidos del experto	OSCAR OTERO NEGRÓN
Documento de identidad	02802988
Años de experiencia en el área	15 AÑOS
Máximo Grado Académico	TITULADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Nacionalidad	PERUANA
Institución	UNIVERSIDAD DE PIURA
Cargo	SUPERVISOR
Número telefónico	981624521
Firma	
Fecha	17/06/2022 C.I.P. 99553

Anexo 6

A continuación, se presenta el documento de la propuesta de implementación del TPM.

DOCUMENTO DE RESOLUCIÓN DE LA PROPUESTA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Piura 17 de septiembre del 2022

El presente documento, brinda información acerca de la resolución de la propuesta de implementación del TPM en el área de mantenimiento eléctrico, como ya es sabido, que en el área de mantenimiento eléctrico surge una variación de paradas por causa de las fallas de los equipos se está proponiendo implementar la herramienta del TPM que seta nos brindara optimización a nuestros procesos que permitiría obtener una producción eficiente y eficaz.

El encargado de llevar a cabo la implementación del TPM será el jefe de producción, se hará cargo de involucrar y guiar con liderazgo a todos los trabajadores de forma eficiente y productiva.

Así mismo se llevará a cabo los pasos para la implementación del TPM se comunicará a todo el personal en las próximas reuniones.

GERENTE GENERAL

GERENTE ADMINISTRATIVO

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7

Tabla 30

Formato de acta de reunión sobre la implementación del TPM.

IMPLEMENTACION DE TPM		CODIGO:	
FORMATO ACTA DE REUNION		VERSION:	
		FECHA DE ELABORACION:	
FECHA			
TEMA DE DISCUSIÓN			
HORA INICIO			
HORA FIN			
LISTADO DE PARTICIPANTES			
NOMBRE Y APELLIDOS		CARGO	FIRMA
TEMAS A TRATAR			
DESCRIPCION		RESPONSABLE	
ACUERDOS Y COMPROMISOS			
DESCRIPCION		RESPONSABLE	
GERENTE GENERAL	GERENTE ADMINISTRATIVO	SUPERVISOR ELECTRICO	SUPERVISOR DE PRODUCCION

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8

Tabla 31. A continuación, se detalla el formato de asistencia de capacitación.

	Código:	
	Versión:	
	Fecha de elaboración:	
FECHA:	CAPACITADOR:	
HORA INICIO:	TEMA:	
HORA TERMINO:		
PARTICIPANTES:	FIRMA:	CALIFICACION:
OBSERVACIONES:		
FIRMA DE CAPACITADOR		
FIRMA GERENTE GENERAL		
FIRMA GERENTE ADMINISTRATIVA		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9

Tabla 32

Acta de formación del comité del TPM.

IMPLEMENTACION DE TPM		CODIGO:
ACTA DE FORMACION DE COMITÉ DEL TPM		VERSION:
		FECHA DE ELABORACION:
FECHA		
TEMA DE DISCUSIÓN		
HORA INICIO		
HORA TERMINO		
REPRESENTANTE DEL COMITÉ DEL TPM		
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO	FIRMA
RESPONSABILIDADES ASIGNADAS A LOS REPRESENTANTES DEL COMITÉ DEL TPM		
DESCRIPCION	RESPONSABLE	
ACUERDOS DE PROGRACION MENSUAL DEL COMITÉ DEL TPM		
DESCRIPCION	FECHA	
GERENTE GENERAL	GERENTE ADMINISTRATIVO	

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CELSO NAZARIO PURIHUAMAN LEONARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Programa Mantenimiento Productivo Total Basado en el ISO 14224 para Maximizar la Productividad en el Área de Mantenimiento Eléctrico.", cuyos autores son HOYOS MENOR MOISES DANIEL, TOCTO ROMAN MARILUZ, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

PIURA, 30 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CELSO NAZARIO PURIHUAMAN LEONARDO DNI: 16706577 ORCID: 0000-0003-1270-0402	Firmado electrónicamente por: PLEONARDOCN el 16-12-2022 10:39:40

Código documento Trilce: TRI - 0463985