



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Mejora de la eficiencia global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo”

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

AUTORES:

Reyes Pezo, Faraw Jackelin (ORCID: 0000-0003-0468-6591)
Sánchez Vásquez, Alexander (ORCID: 0000-0001-7979-5712)

ASESOR:

Mg. Ramos Harada, Freddy Armando (ORCID: 0000-0002-3619-5140)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Nuestro padre celestial por darnos fortaleza, también a nuestros padres, a nuestros hermanos y a personas de nuestro entorno, por el apoyo, quienes con cariño nos guiaron a salir adelante y no rendirnos nunca ante los obstáculos, para así no desistir de nuestros estudios, personas a las cuales agradeceremos con todo nuestro corazón, ya que confiaron en nuestra persona.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento verdadero a la Universidad y particularmente a la escuela de Ing. Industrial, también al equipo de docentes que fueron parte de este período de emprendimiento, apoyo personal y profesional de cada uno de nosotros, enseñanzas que se verán reflejadas en el campo profesional y laboral.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
II. MARCO TEÓRICO	18
III. METODOLOGÍA	26
Tipo de investigación	27
Diseño de la investigación	27
Variables y Operacionalización	27
Población, muestra y unidad de análisis	32
Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad	33
Procedimientos	34
Métodos de análisis de datos	34
Aspectos éticos.....	36
Desarrollo de la propuesta.....	36
IV. RESULTADOS	63
Análisis descriptivo.....	64
Análisis inferencial.....	73
V. DISCUSIÓN	81
VI. CONCLUSIONES	85
VII. RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS	89
ANEXOS	95
Anexo 1. Declaratoria de autenticidad	96
Anexo 2. Baja eficiencia global de la máquina devanadora - Diagrama de Ishikawa..	98
Anexo 3. Causas del Problema de Investigación-Diagrama de Pareto.....	98

Anexo 4. Causas con mayor frecuencia - Diagrama de Pareto	99
Anexo 5. Matriz operacional	100
Anexo 6. Matriz de consistencia	101
Anexo 7. Juicios de expertos.....	102
Anexo 8. Carta de presentación.....	103
Anexo 9. Concepto de las Variables y dimensiones.....	106
Anexo 10. Certificado de validez de contenido del instrumento	107
Anexo 11. Cronograma de ejecución de la propuesta	110
Anexo 12. Registro de fallas.....	111
Anexo 13. Actividades de mantenimiento preventivo	112
Anexo 14. Procedimiento de limpieza general.....	113
Anexo15. Procedimiento de inspección general.....	113
Anexo16. Procedimiento de lubricación.....	115
Anexo 17. Procedimiento de ajustes.....	116
Anexo 18. Acta de aprobación de originalidad de tesis	117
Anexo 19. Porcentaje de turnitin	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz operacional.....	31
Tabla 2. Juicio de expertos.....	34
Tabla 3. Datos de registro de la máquina devanadora – antes.....	38
Tabla 4. Estado actual de medición de la máquina – antes.....	41
Tabla 5. Estado de la máquina devanadora – antes.....	42
Tabla 6. Programas de actividades mantenimiento autónomo.....	48
Tabla 7. Cronograma de ejecución de la propuesta.....	49
Tabla 8. Registro de fallas.....	50
Tabla 9. Actividades de mantenimiento preventivo.....	51
Tabla 10. Procedimiento de limpieza general.....	52
Tabla 11. Procedimiento de inspección general.....	53
Tabla 12. Procedimiento de lubricación.....	54
Tabla 13. Procedimiento de ajustes.....	55
Tabla 14. Datos de registro de la máquina devanadora – después.....	56
Tabla 15. Estado mejorado de medición de la máquina – después.....	59
Tabla 16. Estado de la máquina devanadora.....	60
Tabla 17. Disponibilidad – análisis descriptivo.....	67
Tabla 18. Análisis descriptivo antes y después de la mejora.....	68
Tabla 19. Rendimiento – análisis descriptivo.....	69
Tabla 20. Análisis descriptivo antes y después de la mejora.....	69
Tabla 21. Calidad – análisis descriptivo.....	70
Tabla 22. Análisis descriptivo antes y después de la mejora.....	71
Tabla 23. OEE – análisis descriptivo.....	72
Tabla 24. Análisis descriptivo antes y después de la mejora.....	72
Tabla 25. Disponibilidad – análisis de prueba de normalidad.....	74
Tabla 26. Rendimiento – análisis de prueba de normalidad.....	74
Tabla 27. Calidad – análisis de prueba de normalidad.....	74
Tabla 28. OEE – análisis de prueba de normalidad.....	74
Tabla 29. Hipótesis general (Ha) – análisis estadístico de muestras emparejadas	76
Tabla 30. Hipótesis específica (H1) – análisis estadístico de muestras emparejadas.....	77

Tabla 31. Hipótesis específica (H2) – análisis estadístico de muestras emparejadas.....	78
Tabla 32. Hipótesis específica (H3) – análisis estadístico de muestras emparejadas.....	79
Tabla 33. Estadísticos de prueba Wilcoxon.....	..80

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Situación de máquinas.....	35
Gráfico 2. Eficiencia Global de la máquina devanadora.....	37
Gráfico 3. Tiempo de reparación – antes.....	39
Gráfico 4. Confiabilidad de la máquina – antes.....	40
Gráfico 5. Mantenibilidad de la máquina – antes.....	40
Gráfico 6. Disponibilidad de la máquina – antes.....	42
Gráfico 7. Rendimiento de la máquina – antes.....	43
Gráfico 8. Calidad de la máquina – antes.....	43
Gráfico 9. OEE de la máquina – antes.....	44
Gráfico 10. Tiempo de reparación – después.....	57
Gráfico 11. Confiabilidad de la máquina – después.....	58
Gráfico 12. Mantenibilidad de la máquina – después.....	58
Gráfico 13. Disponibilidad de la máquina – después.....	60
Gráfico 14. Rendimiento de la máquina – después.....	61
Gráfico 15. Calidad de la máquina – después.....	61
Gráfico 16. OEE de la máquina – después.....	62
Gráfico 17. Tiempo de reparación de la máquina antes y después de la propuesta	64
Gráfico 18. Confiabilidad antes y después de la propuesta.....	64
Gráfico 19. Mantenibilidad antes y después de la propuesta.....	65
Gráfico 20. Disponibilidad de la máquina antes y después de la propuesta.....	65
Gráfico 21. Rendimiento de la máquina antes y después de la propuesta.....	66
Gráfico 22. Calidad de la máquina antes y después de la propuesta.....	66
Gráfico 23. Eficiencia Global de la máquina antes y después de la propuesta....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación del OEE.....	25
Figura 2. Cartel de promoción del TPM.....	45

RESUMEN

El presente trabajo de investigación de tesis de título: “Mejora de la eficiencia global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo”; tuvo por objetivo principal determinar el mejoramiento de la eficiencia global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo, dado la existencia de muchas fallas o averías constantes en la máquina y en consecuencia su baja eficiencia. Mediante la propuesta del TPM se mejorará en el área de devanado la eficiencia global de la máquina, ya que los pilares principales que son el mantenimiento autónomo y preventivo se van a implementar en el área, donde los trabajadores van a realizar tareas preventivas para el mejoramiento de la máquina, es decir el personal operativo va a estar involucrado directamente con las correcciones respectivas. Su finalidad es aplicada con un nivel descriptivo, explicativo con un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi-experimental. La propuesta se aplicará en el área de devanado. Se recolectaron datos de 4 máquinas durante un periodo de 12 semanas antes y después. Los instrumentos para recolección de datos fueron; por medio de fichas de registro, reportes diarios y observación donde al analizarlos hemos obtenido el nivel de productividad y sus indicadores, así como la confiabilidad y mantenibilidad de la máquina. También hemos utilizado el programa SPSS para el procesamiento de los datos recogido. Finalmente, se realizaron las comparaciones con los análisis de la propuesta mejorada en base a sus indicadores (un antes y después), obteniendo como resultado una variación favorable para la empresa, es decir logrando incrementar la productividad que es lo que se ha buscado con este estudio. En conclusión, mediante la aplicación del TPM se logró el aumento de la eficiencia global de la máquina de un 48.99% a un 68.91%. En consecuencia, el nivel de la disponibilidad aumento de 65.30% a 83.26%, el rendimiento aumento de 79.97% a 84.04% y la calidad tuvo un aumento del 93.85% al 98.50%.

Palabras Clave: Mantenimiento Productivo Total, Eficiencia Global del Equipo, Disponibilidad, Rendimiento y Calidad.

ABSTRACT

The present work of thesis research: "Improving the overall efficiency of the winder machine by applying the TPM in a yarn manufacturing company"; Its main objective was to determine the improvement of the overall efficiency of the winder machine through the application of the TPM, given the existence of many faults or constant breakdowns in the machine and, consequently, its low efficiency. Through the proposal of the TPM, the overall efficiency of the machine will be improved in the winding area, since the main pillars that are autonomous and preventive maintenance will be implemented in the area, where workers will carry out preventive tasks for improvement. Of the machine, that is, the operating personnel will be directly involved with the respective corrections. Its purpose is applied with a descriptive level, explanatory with a quantitative approach and a quasi-experimental design. The proposal will be applied in the winding area. Data was collected from 4 machines over a 12 week period before and after. The instruments for data collection were; by means of registration cards, daily reports and observation where upon analysis we have obtained the level of productivity and its indicators, as well as the reliability and maintainability of the machine. We have also used the SPSS program to process the collected data. Finally, comparisons were made with the analysis of the improved proposal based on its indicators (a before and after), obtaining as a result a favorable variation for the company, that is, achieving increased productivity, which is what has been sought with this study. In conclusion, by applying the TPM, the overall efficiency of the machine was increased from 48.99% to 68.91%. Consequently, the level of availability increased from 65.30% to 83.26%, the yield increased from 79.97% to 84.04% and the quality increased from 93.85% to 98.50%.

Keywords: Total Productive Maintenance, Global Equipment Efficiency, Availability, Performance and Quality.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

Hoy por hoy, existe la obligación de realizar mejoras en todos los rubros debido a las competencias que en este mundo globalizado se van desarrollando, cabe señalar, que es en este caso del tema textil en una empresa de fabricación de hilo, ya que esta con la necesidad de aumentar el OEE. Hemos tenido la oportunidad de observar algunos factores o causas generales que están originando que la eficiencia global de la máquina de esta organización no vaya en aumento. Este factor se presenta en la maquina devanadora, ya que esta máquina es antigua y no se le da su debido cuidado, al momento de producir conos la maquina devanadora presenta fallas constantes, esto debido a que la empresa no aplica mantenimientos y no aplica capacitaciones constantes. Otro divisor que afecta la eficiencia global de la máquina es la inadecuada manipulación y la falta de conocimiento que tiene los nuevos operarios sobre el funcionamiento de la máquina. Es por ello, que la eficiencia global de la máquina no incrementa, y esto genera demora en la entrega de mercadería fuera de tiempo causada por algunos problemas de la maquina devanadora. Esto genera incomodidad de los clientes y desconfianza para la realización de sus futuros pedidos.

Por tal motivo, en esta oportunidad nuestra investigación se centrará en el análisis y estudio del origen que provoca una baja eficiencia global en el área de devanado concretamente en una maquina devanadora, es por ello que, se nos ha permitido contar con unos datos de una empresa con sus registros de su productividad en el 3er. trimestre del año. Con esto, se quiere reducir algunos inconvenientes presentes con la entrega de pedidos a tiempo.

En esta oportunidad solo nos enfocaremos en la línea de devanado para incrementar el OEE. Es por ello, con los datos obtenidos hemos observado los principales problemas de la baja eficiencia global en la máquina devanadora. Se comenzó a manifestar los problemas gráficamente. Ya que esta herramienta es de gran utilidad que es el diagrama de Ishikawa, que nos va ayudar a identificar las posibles causas. Estas causas son las siguientes como pueden visualizar en el (Anexo 2).

Conforme a estas causas mencionadas en el (Anexo 2) veremos el problema de investigación realizaremos el análisis mediante el diagrama de Pareto para establecer la causa esencial de la baja eficiencia global existente en esta área. Recalcando que las frecuencias fueron dadas por el personal del área en estudio. Ya que, en esta tabla realizada se verá las frecuencias de las causas, el porcentaje y porcentaje acumulado, por lo tanto, podemos deducir que el 80% de las causas involucran a las máquinas y la manipulación de los operarios mientras que el 20% involucra que el personal no cuenta con capacitación, dando origen a la baja eficiencia global de la maquina devanadora de dicha área como pueden visualizar en el (Anexo 3).

En el (Anexo 4), se verán el resultado obtenido mediante el gráfico del análisis de diagrama de Pareto, ya que, este gráfico nos ayuda a poder apreciar cuales son las causas con mayor de frecuencia, teniendo las siguientes: avería de máquinas, inadecuada manipulación de máquinas, falta de entrenamiento, inexistencia de formatos de control-inspección y falta de conocimiento de los operarios (26.67%, 17.78%, 13.33%, 8.89% y 11.11% respectivamente).

Por lo tanto, frente a estas causas y su deseo de mejorarlas estamos haciendo la mejora de la eficiencia global de la máquina mediante la aplicación del TPM por ello, este método una secuencia de tarea donde interviene la máquina, el ambiente y los trabajadores, también alcanza un nivel de confiabilidad en las máquina, equipo e instalaciones, lo cual avala la continuidad del manejo de la máquina y el incremento del OEE.

Formulación del problema

Problema general

¿Cómo mejorará la eficiencia global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo?

Problemas específicos

¿Cómo mejorará la disponibilidad global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo?

¿Cómo mejorará el rendimiento global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo?

¿Cómo mejorará la calidad del producto final de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo?

Justificación de la investigación

Justificación metodológica

Se requiere solucionar los problemas ya descritos como, por ejemplo, paradas constantes, falta de conocimiento de los operarios, etc., mediante la herramienta TPM. Ya que, va ayudar aumentar la producción de la máquina devanadora en dicha área y por consiguiente en planta. Esto va a depender de la implementación de la herramienta propuesta y de evitar el incremento de inconvenientes. Por lo tanto, la importancia de esta investigación trasciende a solo buscar beneficios y mejoras, para ello, nos ayudara la formalización de índices que nos permitirán prevenir la baja eficiencia global de la máquina de dicha área.

Justificación práctica

Este se efectúa porque hay la obligación de realizar mejoras en la eficiencia de la máquina, así como también en los niveles de producción de dicha compañía en la fabricación de hilo, ya que actualmente se encuentra en un nivel bajo.

Justificación teórica

Se lleva a cabo dicho estudio con la finalidad de colaborar con el enriquecimiento de conocimientos ya existentes sobre temas relacionados en el rubro textil y con la contribución de una herramienta necesaria para maximizar OEE en una empresa de fabricación de hilo.

Justificación económica

Mediante la elaboración de este trabajo con la aplicación de la propuesta, se estará mejorando la eficiencia global de la máquina y reduciendo algunos costos, además al momento de maximizar el rendimiento de la empresa, igualmente aumenta los ingresos de la compañía, consecuencia a eso se refleja en las utilidades.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el mejoramiento de la eficiencia global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo.

Objetivo específico

Determinar la mejora de la disponibilidad global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo.

Determinar la mejora del rendimiento global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo.

Determinar la mejora de la calidad del producto final de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo.

Hipótesis

Hipótesis general

Mediante la aplicación del TPM mejora la eficiencia global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

Hipótesis específico

La aplicación del TPM mejora la disponibilidad global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

La aplicación del TPM mejora el rendimiento global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

La aplicación del TPM mejora la calidad del producto final de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedente nacional

SEMINARIO Cerdán, Luis. Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial. 2017, 209 pp. Tiene como finalidad aumentar la eficiencia de las máquinas CNC mediante aplicación del Mantenimiento Productivo Total de una Empresa Metal Mecánica, se indagó un estudio para ver como el TPM aumenta la eficiencia de la máquina. La investigación es nivel explicativo, longitudinal y descriptivo; dispone de un diseño cuasi-experimental y aplica un procedimiento hipotético-deductivo. Su población es 2 equipos, las cuales donde se registró la eficiencia global de la máquina durante 20 semanas (antes y después). Para el estudio de los OEE se aplicó la examinación de campo y el Formato de Evaluación del Rendimiento, tal como los informes de mantenimiento, CHECK LIST de procesos, programas de mecanizado y manuales. Las herramientas fueron autorizadas por 03 ingenieros, dejando firmeza de la honestidad de la información expuestas en la investigación. Mediante la aplicación del TPM se obtuvo el aumento del OEE de un 46.32% a un 66.24%. Por lo tanto, el nivel de Disponibilidad aumento de 72,40% a 81,79%, la Efectividad aumento de 73,26% a un 86% y la Calidad tuvo un aumento del 87.58% al 93.83%.

CRISTÓBAL Rojas, Raúl. Gestión de mantenimiento para mejorar la Eficiencia Global de Equipos en el área de Molienda de San Fernando S.A. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica. 2014, 207 pp. Su propósito es mejorar la eficiencia global de la máquina mediante la optimización del TPM en el área de molienda. Se aplicó un diseño pre experimental de un grupo con pre y post prueba, por ello, fue necesario la revisión documentaría, observación, reportes, tablas de datos referentes a las máquinas de dicha área; se consideró también archivos electrónicos con datos almacenados, válidos para el presente trabajo. Mediante la prueba T, se demostró que existen variaciones del OEE antes y después de la gestión del TPM, adquiriendo una mejora de 65% a 70% en promedio, de la misma forma se mejoró el rendimiento de las máquinas de un 67% a 71% en promedio y se minimizo los gastos de mantenimiento en S/. 435,649.33.

Antecedente internacional

TRIANA Cortes, Cristian. Propuesta de Implementación del TPM y de la herramienta OEE para la empresa proyectos y equipos metalmecánicos S.A.S. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Bogotá: Universitaria Agustiniana, Facultad de Ingeniería Industrial. 2018, 121 pp. Como propósito es diseñar una propuesta de aplicación utilizando algunos de los pilares TPM y el instrumento de método de indicadores de productividad OEE en la empresa. El método que se plantea llevar a cabo y poner en curso es efectuar un estudio detallado del estado de la planta, revisando equipo por equipo, haciendo un recorrido diario, para recopilar los datos suficientes y poder describir las actividades diarias de los operarios con los equipos, finalmente teniendo la información realizar un formato de diagnóstico del TPM para los equipos, con esto podemos resolver el estado actual de deterioro sucesivo de los equipos. Adquiriendo como resultado para los pilares del TPM en la mejora enfocada de un 67% a un 91%, mantenimiento autónomo de un 58% a un 88%, mantenimiento planeado de un 58% a un 90%, aseguramiento de la calidad de un 42% a un 79% y seguridad y gestión ambiental de un 58% a un 78%. En conclusión, implementando los pilares del TPM se logra mejorar las condiciones de la empresa y con la herramienta del OEE se estima con precisión la necesidad de personal y equipos para la programación de la producción.

CARRANZA Ortiz, Luz y GARCÍA García, Fabio. Implementación de un Sistema de Información basado en la Eficiencia Global de los Equipos en la empresa Flexo Spring S.A.S. Tesis (Título de Especialización en Gerencia de Proyectos). Bogotá: Universidad Piloto de Colombia, Facultad de Ciencias sociales y Empresariales. 2017, 332 pp. Tiene como finalidad plantear una estrategia para mejorar los rendimientos de producción en una de las empresas insignia de este sector como lo es Flexo Spring SAS. La estrategia de optimización se diseña a través de método en la Mejora continua para la manufactura, como lo es la instauración del sistema OEE indicador desarrollado para medir; con la implementación de este indicador se busca obtener información que contribuye a la gestión administrativa, segregando los principales factores que generan bajos rendimientos en los procesos y reuniéndolo en un indicador que mida el comportamiento de las variables críticas. Para la implementación de la estrategia de optimización se proyecta una duración

de 4 años tiempo en el cual se estructurará el plan de trabajo y ejecutará un plan de actividades, en compañía de una consultoría externa. El proyecto será financiado con las utilidades de la organización y será incluido dentro de los gastos operacionales de la compañía como adquisición de sistemas y tecnología. Con esta inversión se espera mejorar la productividad, meta importante para hacer frente al reto de crecimiento en el sector de empaques flexibles en Colombia.

Temas relacionados

Mantenimiento productivo total (TPM)

Es una técnica compuesta por grupo de tareas, cuando esta se implementa ayuda a maximizar la capacidad de una organización de los servicios industrial. Puede considerarse como una táctica, debido a que facilita crear competencias a través del descarte riguroso y de las imperfecciones metódicas de los métodos operativos. Entonces, puede manifestarse que el TPM es un instrumento que está integrada por diversas actividades ordenadas, esto nos ayuda con el mejoramiento del rendimiento de las organizaciones y de los servicios industriales. Por ello, esta estrategia nos facilita muchas ventajas competitivas, esto a través de las imperfecciones de los sistemas operativos, ya que también ayuda a reducir los costos, el personal tiene más preparación, mejora el tiempo y los artículos y servicios son de mejor calidad (Rey, 2010, p.40).

Objetivos del TPM

Incrementa la validez absoluta de los diversos tipos de procedimiento productivos a través de la reducción de sus pérdidas.

- ✓ Beneficios del TPM
- ✓ Minimización de costos
- ✓ Incremento de la producción
- ✓ Equipos eficientes
- ✓ Equipos disponibles

Estos beneficios nos otorgan adquisición de servicios y productos de buena calidad, minimización de costos de producción y una presentación excelente de la empresa.

Pilares del TPM

Los principales procesos del TPM, ya que son necesarios para el progreso de esta investigación. Según el JIPM proponen los siguientes:

Mantenimiento autónomo

Involucra que los operarios tengan conocimiento de identificar y detectar las averías del mal funcionamiento y rendimientos de los equipos, con la ayuda de ello se puedan prolongar por años la vida útil del mismo. Las tareas tienen que ser ejecutar realizando estándares con anticipación con la ayuda de los propios operarios (Cuatrecasas y Francesca, 2010, p.56).

Mantenimiento planificado

Procura el mejoramiento de la eficacia de los equipos con el método de mantenimiento, ya que ayuda descartar los problemas de los equipos, mediante las actividades de clasificación y ordenamiento (Cuatrecasas y Francesca, 2010, p.189).

Para implementar el TPM se utiliza los 12 pasos

1. Anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM.
2. Lanzamiento de campaña educacional.
3. Crear organizaciones para promover el TPM.
4. Establecer política y metas para el TPM.
5. Formular un plan maestro para el desarrollo del TPM.
6. El “disparo de salida” del TPM.
7. Mejoramiento la efectividad del equipo.
8. Ejecución de programas de mantenimiento autónomo para los operarios.
9. Ejecución un programa de mantenimiento para el departamento de mantenimiento.
10. Concluir adiestramientos para mejorar capacidades de operación y mantenimiento.
11. Implementación temprana de un programa de gestión de equipos.
12. Implementación del TPM y contemplar las metas más importantes.

Elementos del TPM

Nos indica el estudio de intervención de todos los sectores y se identifica por aceptar el desafío de los tres ceros. Ya que nos ayuda a maximizar el rendimiento de todas las máquinas/equipos e incrementar la producción. Ahí veremos sus dos dimensiones.

Confiabilidad

Es la probabilidad que todos los elementos, máquinas estén en buen funcionamiento durante el periodo establecido y bajo término definido. Por ello, la confiabilidad, es la técnica de un elemento que ejecuta sus tareas bajo la norma de tiempo determinado, entonces un sistema, un elemento o producto puede andar correctamente sin fallas, por un período determinado (Mesa, Ortiz y Pinzón, 2006, p.156).

Mantenibilidad

Es un método que representa las veces de fallas que tiene un equipo, con tiempo de restauración significativo y con el tiempo de que un ítem es puesto otra vez en funcionamiento. Por ello, la Mantenibilidad se define como la posibilidad que tiene un ítem en situación de imperfección, esto de ser identificado y corregido a la vez ejecutada con éxito en un período establecido (Mesa, Ortiz y Pinzón, 2006, p.158)

Eficiencia Global de los Equipo (OEE)

Nos indica conocer la eficiencia global de toda máquina o equipo. Para ello, es necesario principalmente conocer los parámetros primordiales que son la disponibilidad, rendimiento y calidad cada uno de ellos especificados también en porcentaje (Cruelles, 2013, p.74).

Objetivo del OEE

- ✓ Por medio del análisis del OEE podemos dar con las fallas más frecuentes, con el fin de poder mejorar aquellos puntos débiles que se susciten en planta.
- ✓ Está enfocado en minimizar las relaciones de costos con los daños de mantenimiento y calidad. Por ello, anhela instaurar un mantenimiento de costo efectivo.

- ✓ Estos motivos mencionados tienen un propósito que es aumentar el OEE y la productividad, los mismo que llevaran a ser más eficiente la planta, así mismo, la reducción de los costos y lo más importante maximizar las utilidades de la empresa.

Factores del OEE

En una organización el OEE se aplica con la finalidad de originar la máxima eficiencia de las máquinas a través de los tres factores que tiene el OEE que son los siguientes:

- ✓ Efectividad o rendimiento
- ✓ Disponibilidad
- ✓ Claridad

De lo anterior, se desprende lo siguiente:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

Los factores mencionados nos van a dar las diferentes pérdidas que afectan a la máquina, el proceso y el producto en sí. Por tal motivo, todo esfuerzo dirigido hacia aumentar estos factores supondrá una mejora en el OEE (Cuatrecasas, 2010, p.117).

Clasificación del OEE

Los valores del OEE accede ordenar una o más líneas, también toda una planta y nos muestra cuales son la causa que se necesitan perfeccionar, para así poder subir según las posiciones determinadas por la siguiente tabla.

Figura 1. Clasificación del OEE

OEE	Valoración	Descripción
0% - 64%	Deficiente (Inaceptable).	Se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad.
65% - 74%	Regular.	Es aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad.
75% - 84%	Aceptable.	Debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% - 94%	Buena.	Entra en valores de Clase Mundial. Buena competitividad.
95% - 100%	Excelente.	Valores de Clase Mundial. Alta competitividad.

Fuente: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>

Elementos de cálculo del OEE

Se determina mediante la medición de los tres factores, ya hablado anteriormente que son la disponibilidad, rendimiento y calidad, los mismo que nos van ayudar a incrementar el OEE en cualquier industria. Dichas dimensiones se verán a continuación:

Disponibilidad

Es el parámetro principal relacionado al mantenimiento, ya que nos va indicar límite de capacidad de producción de una máquina. Ya que, este tiene la posibilidad de que una máquina esté preparado por alcanzar una producción durante un periodo determinado (Cruelles, 2015, p.752).

Rendimiento

Es la reducción de la eficiencia de la máquina, esto quiere decir es la minimización de la capacidad de la productividad, por la cual, ha sido desarrollada o diseñada (Cruelles, 2015, p.753).

Calidad

Es el parámetro que nos indica las pérdidas por algunos defectos de fabricación de los productos, ya sea que dichos productos defectuoso deban de ser directamente eliminadas como algunas que puedan hacer reprocesadas (Cruelles, 2015, p.753).

III. METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Tiene como finalidad, dicha investigación de ser tipo aplicativo, porque busca el aumento del OEE de la línea devanadora mediante el TPM en una empresa de fabricación de hilo por medio de su estado de desarrollo y aplicación. Esta clase de estudio se sostiene en la adaptación de teorías ya existentes para conseguir la verificación de los problemas presentados en dicha investigación y originar métodos que se adapten a la determinación del problema expuesto por el indagador (Valderrama, 2013, p.23).

De acuerdo al problema observado en la línea de trabajo, el estudio es de nivel descriptivo y explicativo con un enfoque cuantitativo, por motivo, que requiere contar con las etapas de eficiencia por medio de la disponibilidad, rendimiento y calidad, por tal motivo, es preciso recopilar datos por medio de antes del análisis y después del análisis con el fin de obtener la solución en un tiempo de 12 semanas antes y 12 semanas después, es por tal razón que esta investigación tendrá un diseño longitudinal y por su alcance temporal.

Diseño de la investigación

Dicho estudio de la “Mejora de la eficiencia global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo” será experimental, específicamente cuasi-experimental. Según, Hernández, Fernández y Baptista afirma que “Un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo” (2010, p.96). Nos indica especificar la eficiencia global anterior a la investigación y por consiguiente la eficiencia global posterior ya con la aplicación de la mejora.

Variables y Operacionalización

Definición conceptual

Mantenimiento productivo total (Variable independiente)

Son actividades con procedimiento especializado y acciones que aseguran, debido a que las máquinas, organizaciones e instalaciones puedan ejecutar el trabajo anticipado en proceso de productividad constante (Rey, 2001, p.59).

Eficiencia global de los equipos (Variable dependiente)

Nos permite conocer la eficiencia global de toda máquina o equipo. Para ello, es necesario principalmente conocer los parámetros primordiales que son la disponibilidad, rendimiento y calidad cada uno de ellos especificados también en porcentaje (Cruelles, 2013, p.74).

Definición operacional

Mantenimiento productivo total (Variable independiente)

Es necesaria emplear dicha herramienta TPM para poder mejorar el OEE y su análisis se dará mediante sus dimensiones e indicadores que son nivel de confiabilidad y disponibilidad.

Eficiencia global de la máquina (Variable dependiente)

Para realizar esta investigación, es necesaria la medición de la eficiencia global de la máquina por medio de tres factores que son disponibilidad, rendimiento y calidad, ya que mediante recolección de datos se hará una evaluación para lograr una mejora.

Dimensiones e indicadores

Mantenimiento productivo total (Variable independiente)

Confiabilidad

Se refiere como la posibilidad de que todos los elementos, máquinas estén en buen funcionamiento durante el periodo establecido y bajo término (Mesa, Ortiz y Pinzón, 2006, p.156).

$$\text{Confiabilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$$

MTBF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo promedio de reparación

Mantenibilidad

Es la celeridad con la cual los daños o el funcionamiento erróneo en las máquinas son identificados y corregido a la vez ejecutada con éxito en un período establecido (Mesa, Ortiz y Pinzón, 2006, p.158)

$$\text{Mantenibilidad} = 1 - e^{-ut} * 100\%$$

M (t): Es la función Mantenibilidad, que representa la probabilidad de que la reparación comience en el tiempo. t=0 y sea concluida satisfactoriamente en el tiempo t (probabilidad de duración de la reparación).

e: Constante Neperiana (e=2.303)

u: Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo.

t: Tiempo previsto de reparación TMPR

Eficiencia global de los equipos (Variable dependiente)

Disponibilidad

Nos indica, el periodo de tiempo que la máquina esté en funcionamiento respecto al periodo de tiempo que se planificó que estuviera en funcionamiento (Cruelles, 2015, P.103).

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Teórico de trabajo} - \text{Tiempo Perdido}}{\text{Tiempo Teórico de Trabajo}} * 100\%$$

Rendimiento

Se refiere, a cuanto ha fabricado (bueno y malo) en el momento del periodo de tiempo que ha estado en funcionamiento, respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de periodo ideal (Cruelles, 2015, P.103).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producto Real}}{\text{Producción Teórica}} * 100\%$$

Calidad

Nos indica, cuanta producción buena a fabricado a la primera, respecto del total de la producción ejecutada (bueno + malo) (Cruelles, 2015, P.103).

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción Real} - \text{Defectuoso}}{\text{Producción Real}} * 100\%$$

Tabla 1. Matriz operacional

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
TPM (Mantenimiento Productivo Total)	Son actividades con procedimiento especializado y acciones que aseguran, debido a que las máquinas, organizaciones e instalaciones puedan ejecutar el trabajo anticipado en proceso de productividad constante (Rey, 2001, p.59).	Es necesaria emplear dicha herramienta TPM para poder mejorar el OEE y su análisis se dará mediante sus dimensiones e indicadores que son nivel de confiabilidad y disponibilidad.	Nivel de Confiabilidad	$\text{Confiabilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$ MTBF: Tiempo medio entre fallas MTTR: Tiempo promedio de reparación	Razón
			Mantenibilidad	$\text{Mantenibilidad} = 1 - e^{-ut} * 100\%$ e: Constante neperiana (e=2.303) u: Número total de reparaciones efectuadas/total de horas de reparación del equipo t: Tiempo previsto de reparación TMPR.	
Eficiencia Global de la Máquina	Nos permite conocer la eficiencia global de toda máquina o equipo. Para ello, es necesario principalmente conocer los parámetros primordiales que son la disponibilidad, rendimiento y calidad cada uno de ellos especificados también en porcentaje (Cruelles, 2013, p.74).	Para realizar esta investigación, es necesaria la medición de la eficiencia global de la máquina por medio de tres factores que son disponibilidad, rendimiento y calidad, ya que mediante recolección de datos se hará una evaluación para lograr una mejora.	Disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Teórico de trabajo} - \text{Tiempo Perdido}}{\text{Tiempo Teórico de Trabajo}} * 100\%$	Razón
			Rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producto Real}}{\text{Producción Teórica}} * 100\%$	
			Calidad	$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción Real} - \text{Defectuoso}}{\text{Producción Real}} * 100\%$	

Población, muestra y unidad de análisis

Población

“La población es una cantidad finita o infinita con caracteres comunes, sobre los cuales serán referidas las conclusiones de la investigación. Este conjunto de elementos se encuentra delimitados por el problema y por los objetivos de estudio” (Arias, 2012, p.81).

Nuestra población está determinada por 4 máquinas devanadoras y las cantidades de producción realizadas, durante el tiempo de observación de 12 semanas antes y 12 semanas después de que se insertara las variables de control.

Muestra

Es una parte peculiar de la población, elegida mediante un muestreo por conveniencia, ya que el criterio del muestreo es no probabilístico y no aleatorio. Según Namakforoosh (2005, p.196) sugiere que “si el tamaño de la población es pequeño, se debe considerar un censo”. Para Malhotra (2004, p.314), “un censo comprende el conteo total de los elementos de una población”. Esto nos indica, que nuestro estudio es de tipo censo y está interpretado por 4 máquinas devanadoras y las cantidades de producción realizadas durante un tiempo de observación de 12 semanas antes y 12 semanas después, estamos tomando el total de la población por consideración de censo, ya que la dimensión de nuestra población es pequeña.

Unidad de análisis

Es la parte diaria de la producción, en el cual se registra toda la información relacionada a las variables de investigación. Además, se efectuó un muestreo por juicio de experto, para determinar el número de personas conocedoras del tema de la investigación como; Jefe de producción, Jefe de Planta, Supervisor de mantenimiento, Operarios, entre otros. Para aplicar la entrevista respectiva, ya que directamente nos enfocamos al personal involucrado en el proceso del área de devanado.

Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica

“La técnica es la manera o forma particular de recopilar datos o información. Cada disciplina en particular posee una técnica en particular para captar la información, complementando de esta manera al método científico, el cual tiene una aplicación general” (Arias, 2012, p.67).

Las técnicas utilizadas en la presente investigación son de fuente primarias, ya que la recolección de datos fue; la observación de campo y recopilación documental, el cual nos ha permitido la obtención de datos según su registro de la empresa, ya que con ello nos va a permitir ver el estado de producción y eficiencia de la máquina de dicha área.

Instrumento de recopilación de datos

(Arias, 2012) “Un instrumento que sirva para recoger datos, es cualquier dispositivo o formato (en papel o digital), utilizado para registrar o guardar información de los elementos que vienen siendo objeto de estudio” (p.68).

La extracción de la información se ha realizado mediante fichas de observación o de registro, donde se visualiza el tiempo de producción obtenido en los resultados y por medio de reportes diarios donde nos muestra los datos acumulados de la producción diariamente. También hemos utilizado el programa SPSS para el procesamiento de los datos recogido.

Validez y confiabilidad

La validez esta argumentada por las teorías validadas anticipadamente por los autores. Asimismo, la validación de las herramientas, instrumentos e indicadores de nuestra investigación estará dada mediante juicio de expertos quienes determinaran su validez de los instrumentos. La documentación de esta validez se encuentra en el (Anexos 7, 8, 9 y 10).

Tabla 2. *Juicio de expertos*

EXPERTOS	CRITERIOS		
NOMBRES Y APELLIDOS	PERTINENCIA	RELEVANCIA	CALRIDAD
José Salomon Quiroz Calle	SI	SI	SI
Marco Antonio Florián Rodríguez	SI	SI	SI
Hernán Gonzalo Almonte Ucañan	SI	SI	SI

A través de ello la confiabilidad de nuestra investigación está dada por los datos de fuente primaria, es decir son datos adquiridos directamente de la empresa de estudio. Ya que estos cálculos de las herramientas propuestas serán validados por las pruebas estadísticas del SPSS 25 para efecto de tabulación y presentación de los resultados.

Procedimientos

Se analizaron, verificaron y consultaron cada una de las tareas que realizaron durante la producción para luego ser observados.

Se llevó a cabo una entrevista de manera casual al encargado de área y el jefe de mantenimiento para obtener información y recomendación sobre las tareas que realiza la empresa.

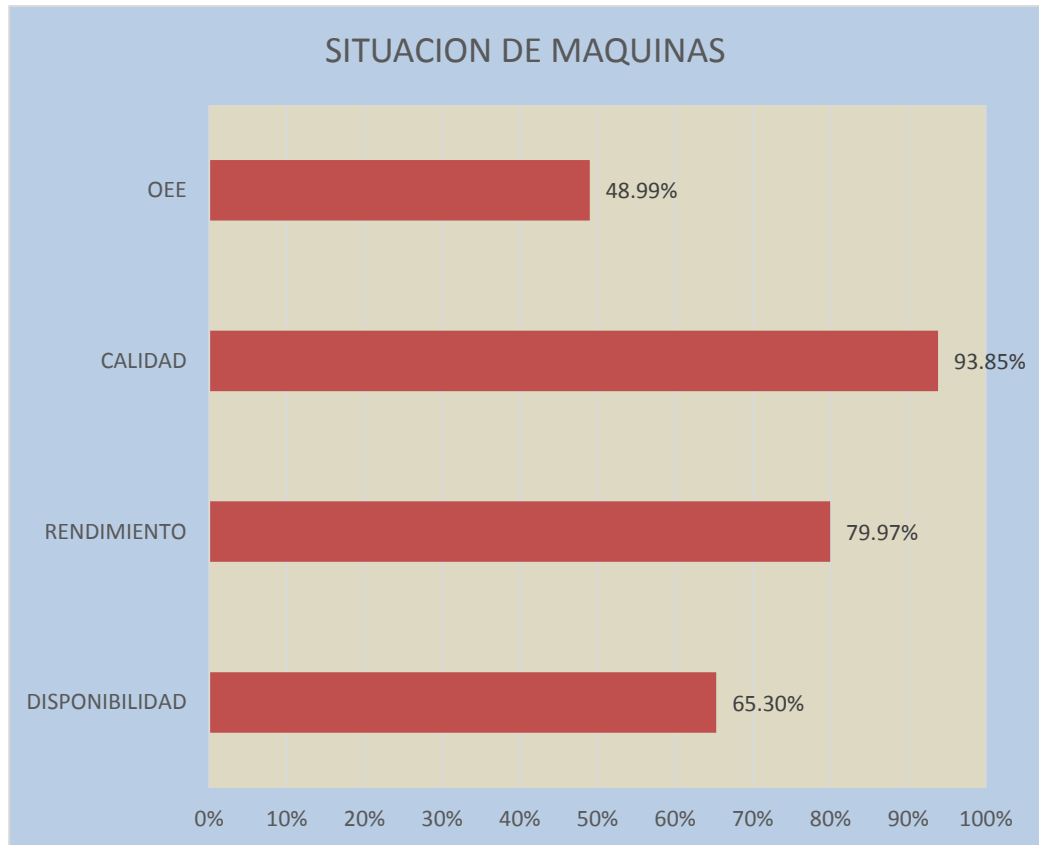
Para efectuar un estudio de soluciones antes y después de la ejecución del TPM en la indagación, se realizaron tablas, gráficos estadísticos, formatos entre otros, ya que, nos ayudaron ver las principales causas de imperfección en la eficiencia de la máquina.

Métodos de análisis de datos

Se consiguió las informaciones necesarias gracias a la observación y registros de las tareas realizadas por los responsables del sector de devanado de la empresa de fabricación de hilo. Su análisis se desarrollará mediante gráficos estadísticos, tablas donde estarán presentes las dos variables estudiadas. Una vez ya contando con la información requerida se dio con el inicio de la ejecución del diagrama de Pareto e Ishikawa ya representados anteriormente que nos hicieron más fácil el

análisis de las causas del problema de investigación, así como el estado en el que se encuentra las máquinas devanadoras en estudio.

Gráfico 1. Situación de máquinas



Aspectos éticos

Este estudio, muestra información real de la posición en la que se encuentra la empresa utilizada para esta investigación, y aclarando que es justificable en este caso no mencionar el nombre de dicha empresa donde se viene desarrollando la investigación por motivo profesionales y personales con el fin de resguardar la información de la organización. Además, en esta investigación se cumple el dominio intelectual de los libros físicos y electrónicos, tesis y otros.

Desarrollo de la propuesta

Descripción del mantenimiento de la empresa (Situación actual)

En todas las áreas de la empresa se realiza un mantenimiento correctivo, es decir, que solo se realiza la corrección o reparación una vez dada la falla con la finalidad de que vuelva a seguir en la continuidad su trabajo. Cuando ocurre este hecho el personal operario se encarga de reportar la falla al supervisor de producción y este es el que reporta al encargado de mantenimiento para su rápida reparación por medio de sus técnicos y este último va a ser el que determina el grado de la falla y el tiempo determinado para su reparación que puede ir desde algunos minutos, horas o hasta días según su magnitud.

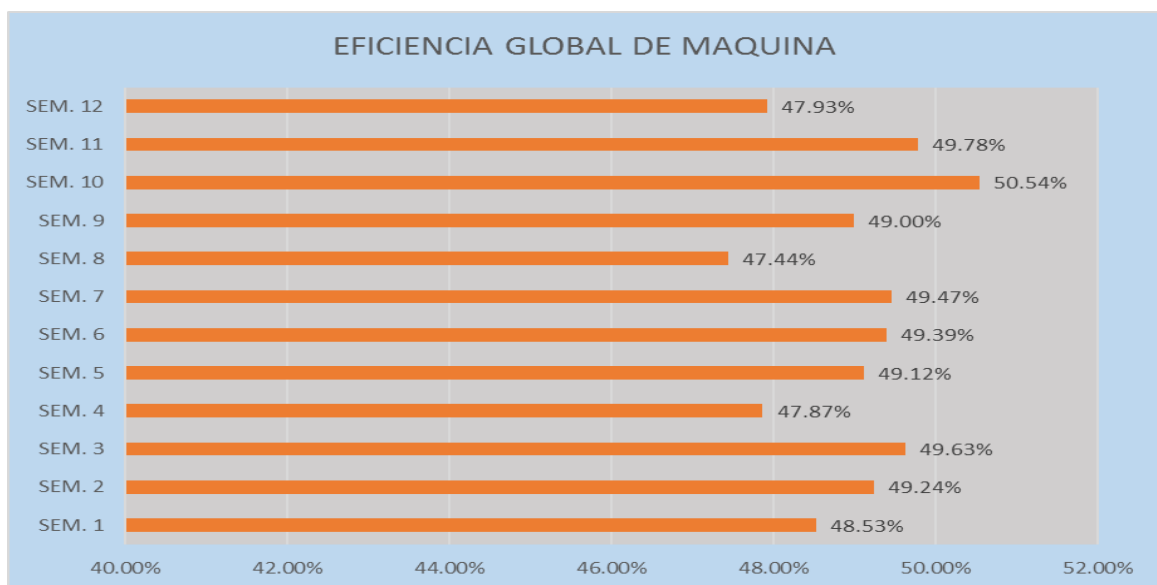
Es por ello que, conociendo ya generalmente en esta oportunidad hemos decidido utilizar el TPM y específicamente basarnos en uno de sus pilares que es el Mantenimiento Autónomo, involucrando directamente a los trabajadores de las máquinas devanadoras a realizar trabajos de mantenimiento ya sea limpieza, lubricación, calibración, algunos cambios de piezas, entre otras previamente capacitadas y entrenadas por un técnico especialista en dichas máquinas.

Descripción del problema

En la empresa consultada, existe la presencia de problemas que impiden su desarrollo a su máxima capacidad de máquinas. Esto se pudo determinar mediante

el desarrollo del diagrama de Pareto frente a estas causas. Dándonos los resultados de las causas más frecuentes en el área de devanado como; avería de máquinas, inadecuada manipulación de máquinas, falta de entrenamiento, inexistencia de formatos de control-inspección y falta de conocimiento de los operarios. Por tal motivo, hemos visto la necesidad de realizar alguna mejora, es por ello, que hemos decidido realizarlo en base a la eficiencia global de la máquina devanadora.

Gráfico 2. Eficiencia Global de la máquina devanadora.



En la imagen anterior, observamos los datos de la Eficiencia Global de la máquina durante 12 semanas, es así que además de contar con estos datos, es necesario algunos datos de la muestra que hemos establecido para así conocer el estado en el que se encuentra antes de implementar la mejora del OEE. Las máquinas analizadas en este caso son las devanadoras del área de devanado mostradas en el siguiente cuadro.

Tabla 3. Datos de registro de la máquina devanadora – antes

MAQUINA DEVANADORA								
N° SEMANAS	To	Tr	N° Fallas	H-M Prog.	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
SEM 1	103.5	21	13	147	8.0	1.6	83%	74%
SEM 2	93.5	16.5	11	147	8.5	1.5	85%	71%
SEM 3	108.5	17	11	147	9.9	1.5	86%	72%
SEM 4	96.5	12	9	147	10.7	1.3	89%	67%
SEM 5	106.5	17	12	147	8.9	1.4	86%	69%
SEM 6	108	14.5	11	147	9.8	1.3	88%	67%
SEM 7	112	16	12	147	9.3	1.3	88%	67%
SEM 8	109.5	17	13	147	8.4	1.3	87%	66%
SEM 9	108.5	17	11	147	9.9	1.5	86%	72%
SEM 10	103.5	16.5	10	147	10.4	1.7	86%	75%
SEM 11	97	15.5	10	147	9.7	1.6	86%	73%
SEM 12	94.5	14	10	147	9.5	1.4	87%	69%
TOTAL	1241.5	194	133	1764				

Dónde:

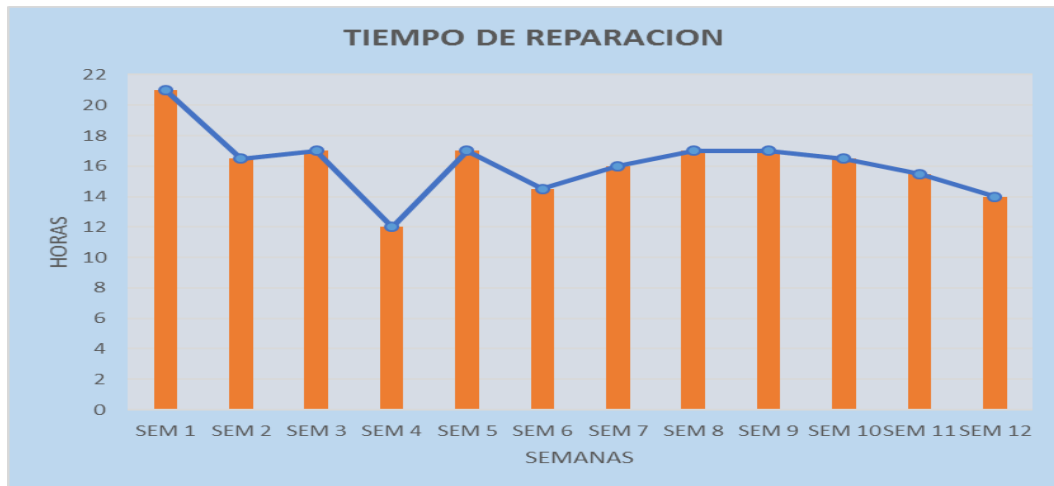
To= Tiempo de operación.
Tr= Tiempo de reparación
MTBF= Tiempo promedio entre fallas.
MTTR= Tiempo promedio de reparación.

En la tabla 5, podemos apreciar los totales de duración de las operaciones, reparaciones y total de fallas de la máquina devanadora durante 12 semanas, y sobre todo el nivel de confiabilidad y mantenibilidad de dicha máquina.

Muy aparte de esto, por medio de la muestra se pudo contar con los datos de la productividad del periodo en estudio (12 semanas) mostrándonos su confiabilidad, mantenibilidad y sobretodo su producción realizada o real y la planeada, la que nos va a ayudar a obtener los resultados en la aplicación matemática del OEE adicionando algunos datos como paradas programadas, producción rechazada, así como paradas no programadas donde se encuentran los reproceso, falta de MP y falla de máquina, divididos todos ellos en 12 semanas que están dentro de los meses de estudio, determinando así sus parámetros: disponibilidad, rendimiento y calidad.

Una vez hecho los cálculos podemos visualizar según gráfico el tiempo de reparación que se tienen en las 12 semanas.

Gráfico 3. Tiempo de reparación - antes

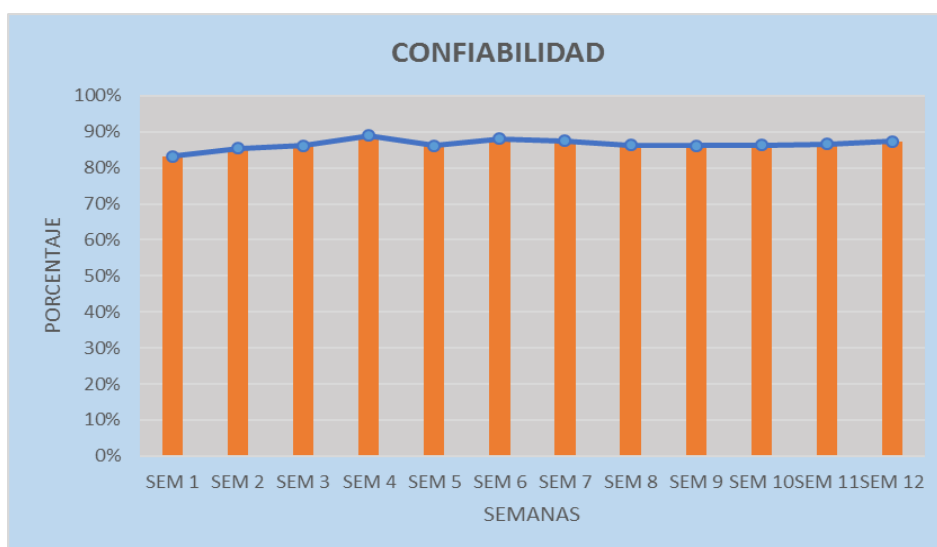


En la imagen anterior, observamos el tiempo de reparación por semana que va de 12 a 21 horas con un promedio de 16.2 horas por semana y una desviación estándar de 2.17.

Adicional a la figura, y con los datos ya mencionados anteriormente podemos resumir el OEE actual de la maquina devanadora (la disponibilidad, rendimiento y calidad) y sus respectivos porcentajes de cada parámetro, es decir la eficiencia global en la que se encuentra las máquinas, la que es relativamente baja.

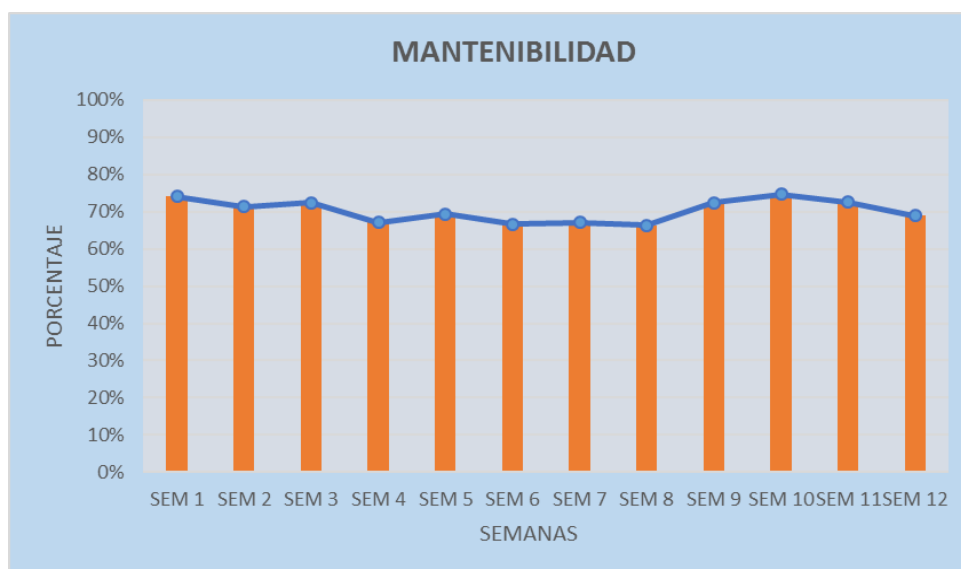
Por lo tanto, a continuación, analizaremos y mostraremos la situación actual mediante gráficos según los indicadores destinados para el estudio de la investigación.

Gráfico 4. Confiabilidad de la máquina – antes



En la imagen anterior, observamos el porcentaje de cambios en la variación de la confiabilidad de los equipos de devanado durante el tiempo de 12 semanas, con un promedio de 87% y una desviación estándar de 1.47.

Gráfico 5. Mantenibilidad de la máquina – antes



En la imagen anterior, observamos el porcentaje de cambios en la variación de la mantenibilidad de las máquinas devanadoras durante el periodo de las 12 semanas de estudio, con un promedio de 69% y una desviación estándar de 3.02.

Tabla 4. Estado actual de medición de la máquina – antes

*La empresa de fabricación de hilo labora todos los días de la semana en sus 3 turnos diariamente. A continuación tenemos los datos obtenidos durante 12 semanas.

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
Parada Programada (h)	5.5	6	6.5	5.5	6	5	5.5	6.5	6	5	5.5	5.5
Producción Realizada (kg)	2606.0	2621.8	2666.3	2597.6	2625.5	2634.5	2663.1	2586.8	2634.5	2691.2	2646.9	2597.6
Producción Rechazada (kg)	160	140	165	185	150	145	170	196	165	144	138	182
Parada no programada (h)	Reprocesos	5.33	4.66	5.5	6.16	5	4.83	5.66	6.53	5.5	4.8	6.06
	Falta de MP	1.5	1	1.33	2	1.5	1	1.33	1.33	1	1	2
	Falla de Maquina	30	28	28	32	31	28.5	30	30	29	31	33

La maquina devanadora tiene la capacidad de producir 1 kg en 2 min. La empresa a establecido un tiempo de 45 min (0.75 h) para alimentación por cada turno.

- Calcular el OEE total del mes.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(\text{Tiempo teórico de trabajo} - \text{Tiempo perdido}) * 100}{\text{tiempo}}$$

	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12
Tiempo Teórico de trabajo	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
T. perdido por Paradas progra.	5.5	6	6.5	5.5	6	5	5.5	6.5	6	5	5.5	5.5
Tiempo perdido por Reprocesos	5.33	4.66	5.5	6.16	5	4.83	5.66	6.53	5.5	4.8	4.6	6.06
Tiempo perdido por falta de MP	1.5	1	1.33	2	1.5	1	1.33	1.33	1	1	1.5	2
Tiempo perdido por falla de maquina	30	28	28	32	31	28.5	30	30	29	31	30.5	33
Tiempo perdido por alimentación	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75
Tiempo perdido total	58.08	55.41	57.08	61.41	59.25	55.08	58.24	60.11	57.25	57.55	57.85	62.31
Tiempo real de trabajo	109.92	112.59	110.92	106.59	108.75	112.92	109.76	107.89	110.75	110.45	110.15	105.69
DISPONIBILIDAD	65.43%	67.02%	66.02%	63.45%	64.73%	67.21%	65.33%	64.22%	65.92%	65.74%	65.57%	62.91%

	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12
Reducción real (kg)	2606	2621.8	2666.3	2597.6	2625.5	2634.5	2663.1	2586.8	2634.5	2691.2	2646.9	2597.6
Producción Teórica	3297.6	3377.7	3327.6	3197.7	3262.5	3387.6	3292.8	3236.7	3322.5	3313.5	3304.5	3170.7
RENDIMIENTO	79.03%	77.62%	80.13%	81.23%	80.48%	77.77%	80.88%	79.92%	79.29%	81.22%	80.10%	81.93%

	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12
Produccion Buena	2446	2481.8	2501.3	2412.6	2475.5	2489.5	2493.1	2390.8	2469.5	2547.2	2508.9	2415.6
CALIDAD	93.86%	94.66%	93.81%	92.88%	94.29%	94.50%	93.62%	92.42%	93.74%	94.65%	94.79%	92.99%

	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12
OEE	48.53%	49.24%	49.63%	47.87%	49.12%	49.39%	49.47%	47.44%	49.00%	50.54%	49.78%	47.93%

Tabla 5. Estado de la máquina devanadora – antes

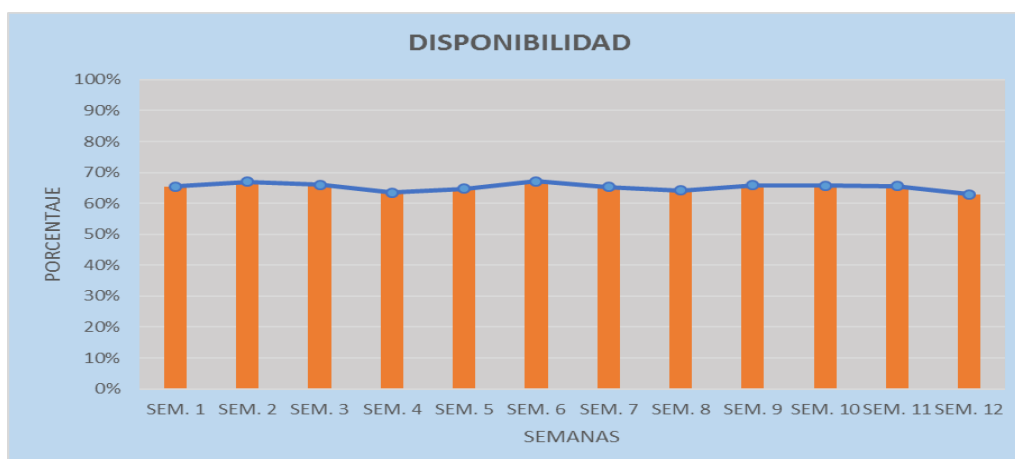
SEMANAS	DISPONIBILIDA	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE
SEM. 1	65.43%	79.03%	93.86%	48.53%
SEM. 2	67.02%	77.62%	94.66%	49.24%
SEM. 3	66.02%	80.13%	93.81%	49.63%
SEM. 4	63.45%	81.23%	92.88%	47.87%
SEM. 5	64.73%	80.48%	94.29%	49.12%
SEM. 6	67.21%	77.77%	94.50%	49.39%
SEM. 7	65.33%	80.88%	93.62%	49.47%
SEM. 8	64.22%	79.92%	92.42%	47.44%
SEM. 9	65.92%	79.29%	93.74%	49.00%
SEM. 10	65.74%	81.22%	94.65%	50.54%
SEM. 11	65.57%	80.10%	94.79%	49.78%
SEM. 12	62.91%	81.93%	92.99%	47.93%

En la imagen anterior, observamos el porcentaje de cambios en la variación de la eficiencia global de la maquina más conocido como el OEE, ya que, se observa el cálculo matemático de las 12 semanas, así como también podemos visualizar los porcentajes de sus parámetros que son disponibilidad, rendimiento y por último calidad.

Trabajando con vistas al aumento del OEE con el desarrollo de la mejora de esta investigación, vamos a llegar por lo menos a un nivel de valoración aceptable según la tabla de clasificación del OEE.

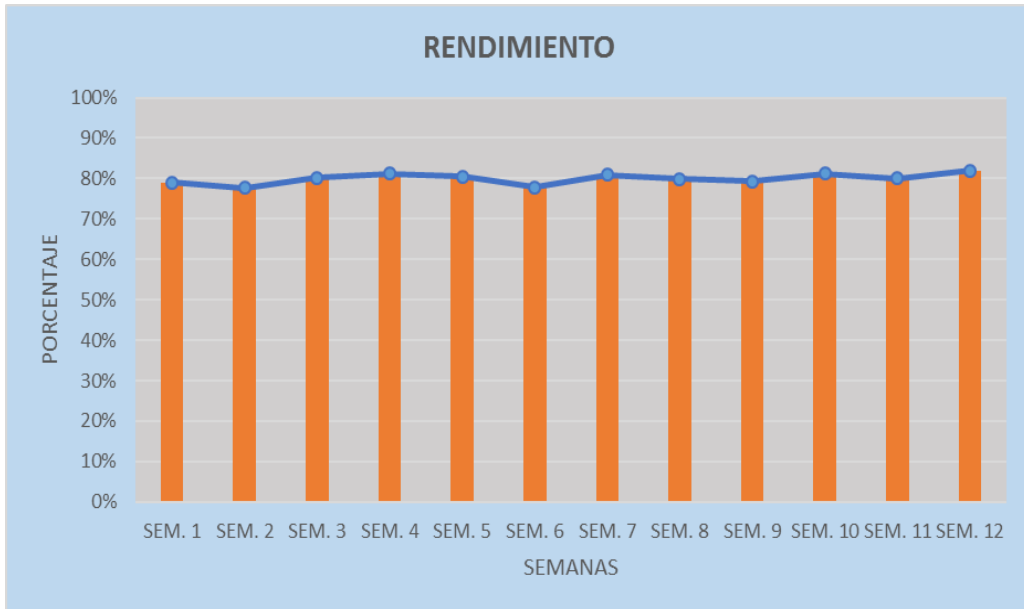
Por lo tanto, a continuación, analizaremos y mostraremos el promedio actual mediante gráficos según los indicadores destinados para el estudio de la investigación por las 12 semanas.

Gráfico 6. Disponibilidad de la máquina – antes



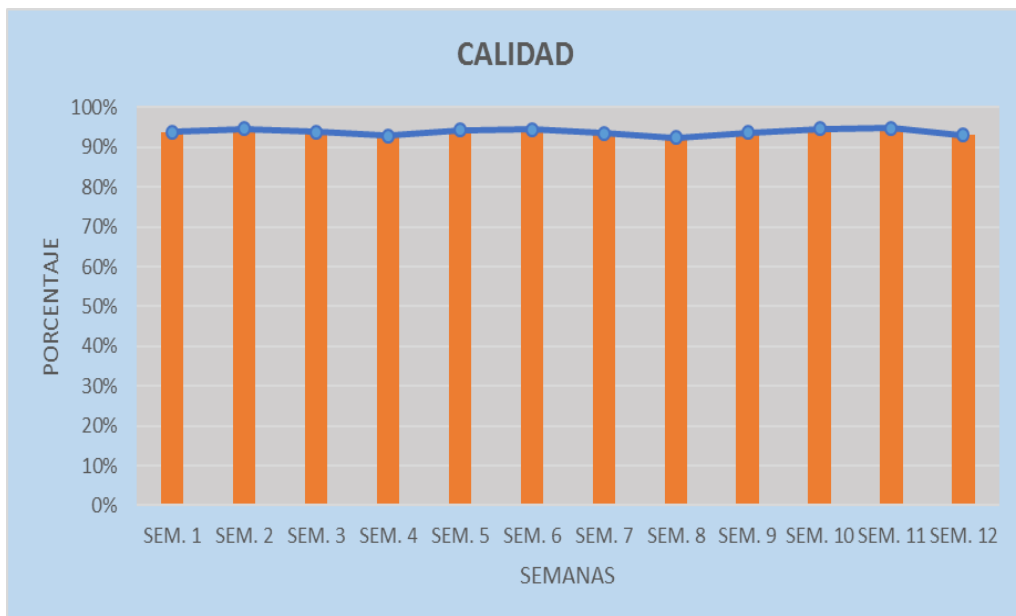
En la imagen anterior, verificamos el porcentaje de cambios en la variación de la disponibilidad de las máquinas devanadoras con un promedio de 65.30% durante las 12 semanas de investigación.

Gráfico 7. Rendimiento de la máquina – antes



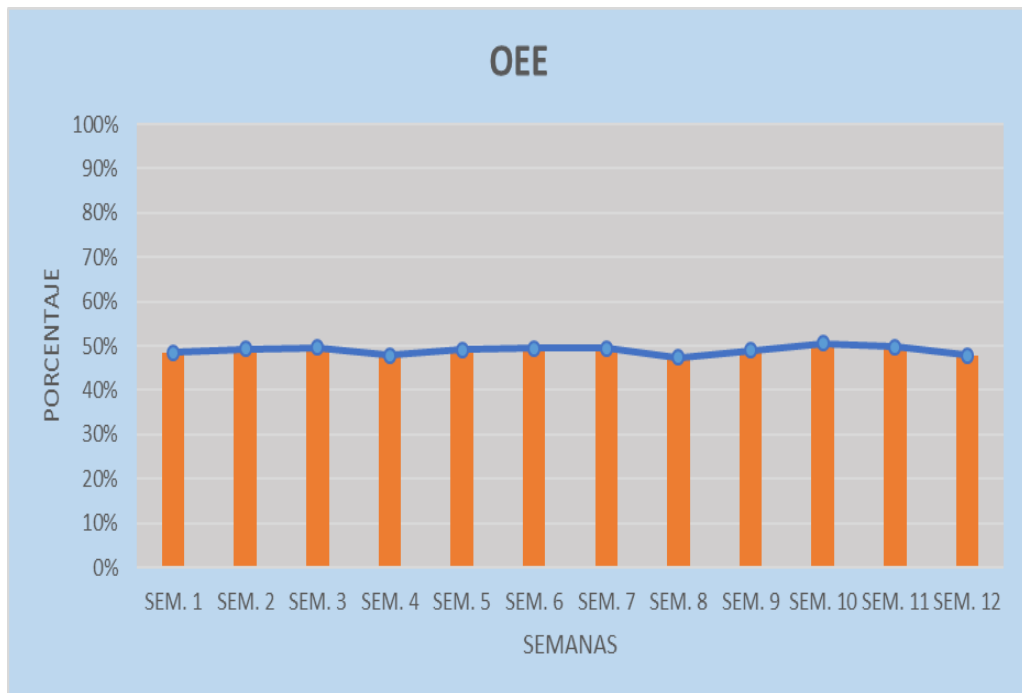
En la imagen anterior, visualizamos el porcentaje de cambios en la variación del rendimiento de las máquinas devanadoras con un promedio de 79.97% durante las 12 semanas de investigación.

Gráfico 8. Calidad de la máquina – antes



En la imagen anterior, visualizamos el porcentaje de cambios en la variación de la calidad de las máquinas devanadoras con un promedio de 93.85% durante las 12 semanas de investigación.

Gráfico 9. OEE de la máquina – antes



En la imagen anterior, visualizamos el porcentaje de cambios en la variación de la calidad de las máquinas devanadoras con un promedio de 48.99% durante las 12 semanas de investigación. Un promedio que según la tabla de clasificación se encuentra en una valoración deficiente, inaceptable, es decir que se producen importantes pérdidas económicas.

Explicación de la propuesta de mejora

Existen una variedad de alternativas de soluciones frente al problema de la investigación, por lo tanto, en esta oportunidad la propuesta está enfocada a lograr los objetivos trazados de la investigación y es netamente necesario implementar el TPM. Es este caso se dará un enfoque en particular en el plan de un mantenimiento autónomo.

- **El aviso de la administración para la determinación de introducir el TPM.** Consta de informar a todos los miembros de dicha empresa de la decisión tomada y pedir su colaboración y compromiso.
- **Lanzamiento de campaña educacional.** Consta de las capacitaciones a todos los integrantes de dicha empresa, con ayuda de un grupo del experto en los temas ya sea interno o externo de la empresa, haciendo obligatoria la presencia del personal por un aproximado de 3 días.

Figura 2. Cartel de promoción del TPM



OBJETIVOS DEL TPM



Reducción de
averías

Disminución del
tiempo de espera

Capacitación al
personal

Uso eficiente de las
máquinas

Mantenimiento de las
máquinas

- **Crear organizaciones o comités para promover el TPM.** Consta del establecimiento de responsabilidades a un pequeño grupo en el cual estarán involucradas personas de todas las áreas y estructuras jerárquicas de la empresa para la realización de sus funciones como seguimiento de las actividades del mantenimiento y conformidades. Ya que este grupo estará conformado por 4 colaboradores como: el gerente general, el supervisor del área, el asistente administrativo y un operario.
- **Establecer políticas y metas u objetivos.** Consta de la fijación de dichas políticas y objetivos conociendo la situación en la que hoy por hoy se encuentra la empresa sin desviarse de su misión y visión como organización.

- **Lanzamiento del TPM o disparo de salida.** Consta en informar su lanzamiento mediante una reunión en la que estén todos los miembros de la empresa haciéndoles recordar el compromiso y los planes para su ejecución.
- **Mejorar la efectividad del equipo.** Consta de presentar soluciones frente a medidas del rendimiento de la máquina y que estas sean significativas, con esto estaríamos analizando también si el personal ha comprendido la metodología.
- **Implantar un plan de mantenimiento autónomo para los trabajadores.** Consta de una serie de tareas tales como:
 - ✓ Realización de una charla inductiva acerca del propósito de este tipo de mantenimiento, en que está basado y cuál es la importancia de su ejecución (la duración debe estar dentro de 30 a 40 minutos como máximo).
 - ✓ Llevar a cabo un curso especializado con un tiempo aproximado de 45 min al día durante una semana, llevándose a cabo una vez terminada la jornada laboral y siendo controlada por los supervisores de mantenimiento y de producción. El curso especializado puede darse a través de una persona de un especialista técnico de mantenimiento que toda empresa cuenta o si gustan lo puede hacer una persona especialista externa.
 - ✓ Llevar a cabo el entrenamiento respectivo a la máquina devanadora según una secuencia ordenada a cargo del especialista que es el que conoce y se dará en un lapso de tiempo de 30 minutos todos los días de la semana durante la jornada laboral. A continuación, mostramos las actividades en las que se basará el entrenamiento (cabe recalcar que algunas de las actividades contarán con unos formatos a ser llenados por el responsable de realizarlo para ser evaluado).

Tabla 6. *Programas de actividades mantenimiento autónomo*

Actividades
1.- Inspección general.
2.- Limpieza general.
3.- Lubricación.
4.- Ajustes (pernos, tuercas, resortes).
5.- Cambio de Guiahilo.
6.- Calibración de consumo de parafina.
7.- Desenredo de hilo en partes de la máquina.

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Finalizando con una evaluación a cargo del especialista y supervisores para determinar la capacidad de los operarios para realizar dichas actividades.
- **Establecer un plan de mantenimiento programado.** Requiere de un plan de mantenimiento preventivo (a la par con el autónomo), es decir establecer un cronograma de intervención dependiendo de las cantidades y continuas fallas que la máquina presente. Dentro de las actividades preventivas debe estar las inspecciones, limpieza, lubricación, así como cambio de repuestos destinados a fallos con sus fechas correspondientes y las personas a cargo, todo ello dentro de un formato.
- **Consolidación del TPM.** Consta en dar solidez a la implementación, es decir, en lograr los objetivos propuestos para poder mejorar el rendimiento de la máquina y por ende de la producción, además quedar todo establecido en forma de manual o archivo.
- **Exponer un plan maestro para el avance de la herramienta.** Consta de la formulación de actividades a realizar.

Tabla 7. Cronograma de ejecución de la propuesta

PLAN MAESTRO PARA LA ACTIVACIÓN DEL TPM		
ID	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN
1	IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	50 días
2	Inicio de la implementación	1 día
3	Anuncio de implementación de TPM	2 día
4	Charla por parte de gerencia anunciando la implementación	1 día
5	Comunicación a todo el personal del área de devanado	1 día
6	Lanzamiento de la campaña sobre TPM	2 días
7	Curso sobre el Mantenimiento Productivo Total	1 día
8	Publicación de afiches en las instalaciones, referente al TPM	1 día
10	Establecimiento de comité para promover el TPM	4 día
11	Formación de comité de implementación	1 día
12	Firma de acta de conformidad	1 día
13	Elaboración de responsabilidad del comité	1 día
14	Definición de política y objetivo para el TPM	4 días
15	Elaboración de la política de mantenimiento	2 días
16	Elaboración del objetivo de mantenimiento	1 día
17	Firma de acta de conformidad y difusión	1 día
18	Realizar el Plan Maestro	5 días
19	Coordinación con los comité para establecer programas de mantenimiento autónomo	2 días
20	Coordinación con los comité para establecer programas de mantenimiento preventivo	2 días
21	Elaboración del cronograma de la implementación del TPM	1 día
22	Lanzamiento formal de la implementación del TPM	1 día
23	Reunión con todo el personal de la empresa	1 día
24	Inicio de la implementación	1 días
25	Evaluación escrita a los operarios cerca del TPM	1 día
26	Desarrollo el programa de mantenimiento autónomo	27 días
27	Charla de sensibilización por parte del líder del área	1 día
28	Capacitación especializada sobre las máquinas del área de devanado	15 días
29	Elaboración de procedimientos de limpieza e inspección de las máquinas y formatos de mejora	2 días
30	Difusión al personal sobre los procedimientos y formatos de mejora	1 día
31	Entrenamiento de líder hacia los operarios sobre el funcionamiento, limpieza y lubricación de las máquinas	7 días
32	Evaluación al personal, habilitación a las actividades de mantenimiento autónomo	1 día
33	Desarrollo del programa de Mantenimiento planificado	6 días
34	Establecer las actividades de mantenimiento preventivo para la máquina	2 días
35	Elaborar una lista de repuestos para el mantenimiento	1 días
36	Elaborar un formato de solicitud de repuestos	1 día
37	Difundir las actividades preventiva a todo el área	1 días
38	Consolidación del TPM	1 días
39	Difundir el desarrollo del mantenimiento	1 días

Tabla 9. Actividades de mantenimiento preventivo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
AREA:	DEVANADO		
MÁQUINA:	DEVANADORA	MARCA:	RITE
ACTIVIDADES		FRECUENCIA	TIEMPO DE DURACIÓN
Limpieza total de la máquina		Diario	20 min.
Revisar los viajeros		Diario	7 min.
Revisar los pernos y tuercas de tapa de caja		Diario	7 min.
Lubricar guías		Interdiario	15 min.
Revisar la manija y resortes		Mensual	15 min.
Revisar la palanca de soporte del sistema de aspas		Mensual	15 min.
Revisar los guidores de hilo		Cada 10 meses	25 min.
Aplicar aceite ala caja de cada husillo		Anual	6 hrs.
Cambiar el rodamiento del motor 1, 2 y 3		Anual	1.5 hrs.

Tabla 10. Procedimiento de limpieza general

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA	
LIMPIEZA GENERAL	
PRECAUCION	*Asegurar el bloqueo de la maquina. *Se requiere el uso de sus EPPs, la limpieza se efectúa por encima y al interior de la maquina. *Si notas problemas de seguridad que pueda causar daños, NO OPERE e informe inmediatamente al jefe o supervisor.
TIPO DE MANTENIMIENTO: Autónomo ACTIVIDAD: Limpieza General DURACIÓN: 25 minutos	FECHA: HORA:
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
1. Seleccionar los materiales para realizar la limpieza de la máquina (trapos, solventes, etc).	
2. Retirar el polvo, grasa y desperdicio de toda el área con el uso de un trapo seco.	
3. Retirar el polvo y desperdicios de la superficie e interior de la máquina.	
4. Extraer la grasa solidificada de las piezas y limpiar el aceite de la superficie e interiores.	
5. Retirar el óxido de las superficies, utilizar solventes que no afecten la lubricación.	
6. Limpiar los circuitos del sistema eléctrico con limpiacontactos y aire.	
7. Limpiar los tensadores, sensores, guiahilo y aspa.	
8. Verificar que el área esté despejada y limpia.	
9. Guardar los materiales utilizados en el lugar establecido.	
10. Informar al supervisor para la verificación.	
APROBADO POR:	
OBSERVACIÓN:	
NOTA: Este procedimiento se realizará diariamente y será supervisado. No olvidar registrar alguna falla en el formato establecido.	

Tabla 11. Procedimiento de inspección general

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN			
PRECAUCIÓN	*Asegurar el bloqueo de la máquina. *La inspección se efectúa caminando alrededor, por encima y al interior de las máquinas. Para la inspección se requiere utilizar sus EPPS. *Si notas problemas de seguridad que pueda causar daños, NO OPERAR, y notifique mediante el formato de registro de fallas al supervisor.		
TIPO DE MANTENIMIENTO: Autónomo ACTIVIDAD: Inspección general DURACIÓN: 3horas		FECHA: HORA:	
INSPECCIÓN GENERAL			
OK	REP		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar de fugas de las líneas de lubricación y engrase.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confirmar que la grasa multipropósito y de engraje abierto llegue a todos los puntos de lubricación.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mangueras de grasa rotos, retorcidos o doblados.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mangueras y cables en buen estado y asegurados.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En lubricación de engranajes abiertos, confirmar que el sistema cubra todo el largo de los dientes de la corona de giro.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Drene la humedad de todos los depósitos del sistema de aire comprimido .	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar fuga de Aceite.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar Nivel de Tanque de Grasa.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el tensado de la fajas y reajustar de ser necesario.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Señalizaciones de Seguridad o de instrucción en buen estado	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el ajuste de los anillos, tornos y aros y reajustar de ser necesario.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el juego axial y reajustar de ser necesario.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el tensado de la correa y reajustar de ser necesario	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar Fisuras y Daños.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar elementos de desgaste.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar buen estado de los topes de amortiguación de los rodillos.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confirmar la operación adecuada de los sistemas operados por aire.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar los frenos.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar las bombas de grasa.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspección visual de operación y soldaduras.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Medición de vibraciones a motores, transmisiones y ejes.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspección, limpieza y cambio de todos los filtros de las bombas de re-circulación de aceite.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Llenar a nivel de aceite.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar soportes de tubería de aceite motor.	
Observaciones:		Nombre:	Firma:

Tabla 12. *Procedimiento de lubricación*

PROCEDIMIENTO DE LUBRICACIÓN	
LUBRICACIÓN	
PRECAUCIÓN	*Asegurar el bloqueo de la maquina. *La limpieza se efectúa por encima y al interior de las maquinas. Para la limpieza se requiere *Si notas problemas de seguridad que pueda causar daños, NO OPERAR, y notifique mediante el formato de registro de fallas al supervisor.
TIPO DE MANTENIMIENTO: Autónomo ACTIVIDAD: Lubricación DURACIÓN: 15 - 25 MINUTOS	FECHA: HORA:
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
1. Lubricar inmediatamente siempre que encuentra un equipo sin lubricar o lubricado inadecuadamente.	
2. Reemplazar todo los lubricantes contaminados.	
3. Limpiar todas las entradas de lubricante sucios.	
4. Verificar si todos los mecanismo de lubricación automatática funcionan correctamente.	
5. Lubricar todas las piezas que giran o se deslizan.	
6. Limpiar y reparar todo el equipo de lubricación manual.	
7. Cerrar bien los envases delubricación, guardar correctamente para su posterior uso.	
8. Informar al supervisor para la verificación y posterior confirmación.	
APROBADO POR:	
OBSERVACIÓN:	
NOTA: Este procedimiento se realizará a diario y será supervisado.No olvidar registrar alguna falla en el formato establecido.	

Tabla 13. *Procedimiento de ajustes*

PROCEDIMIENTO DE AJUSTES	
AJUSTES DE PERNOS Y TUERCAS	
PRECAUCION	*Asegurar el bloqueo de la maquina. *se requiere utilizar sus EPPs y las herramientas adecuadas. *Si notas problemas de seguridad que pueda causar daños, NO OPERE e informe inmediatamente al jefe o supervisor.
TIPO DE MANTENIMIENTO: Autónomo ACTIVIDAD: AJUSTES DURACIÓN: 15 - 25 MINUTOS	FECHA: HORA:
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
1. Apretar y asegurar los pernos y tuercas flojos.	
2. Cambiar los pernos y tuercas con fallas.	
3. Cambiarr los pernos y tuercas irregulares.	
4. Cambiarr las arandelas y tuercas inapropiadas o fuera de medidas.	
5. Emplear mecanismos de bloqueo en tuercas importantes que se aflojan constantemente.	
6. Finalizando el ajuste, informar al supervisor para la verificación y posterior confirmación.	
7. Los elementos usados en el proceso de ajustes deberán ser guardadas en sus separadores.	
APROBADO POR:	
OBSERVACIÓN:	
NOTA: Este procedimiento se realizará a diario y será supervisado.	

Análisis de la implementación de la propuesta de mejora

Dada la aplicación de propuesta de mejora sobre la eficiencia. A continuación, mostraremos la variación en su confiabilidad y mantenibilidad de la máquina, y por ende la variación de los parámetros del OEE disponibilidad, rendimiento y calidad de la máquina devanadora del área de devanado de la empresa. Dichas fallas están presentes por motivos de tiempo de uso y fabricación de la máquina, obtenemos los siguientes:

Tabla 14. Datos de registro de la máquina devanadora – después

MAQUINA DEVANADORA								
N° SEMANAS	To	Tr	N° Fallas	H-M Prog.	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
SEM 1	114.5	12	7	147	16.4	1.7	91%	76%
SEM 2	103	10.5	6	147	17.2	1.8	91%	77%
SEM 3	117	12.5	6	147	19.5	2.1	90%	82%
SEM 4	101	8	5	147	20.2	1.6	93%	74%
SEM 5	115	12	7	147	16.4	1.7	91%	76%
SEM 6	115.5	10	6	147	19.3	1.7	92%	75%
SEM 7	118.5	11.5	7	147	16.9	1.6	91%	75%
SEM 8	118	12.5	7	147	16.9	1.8	90%	77%
SEM 9	117	12.5	7	147	16.7	1.8	90%	77%
SEM 10	112	12	6	147	18.7	2.0	90%	81%
SEM 11	106	10.5	6	147	17.7	1.8	91%	77%
SEM 12	103.5	9	5	147	20.7	1.8	92%	78%
TOTAL	1341	133	75	1764				

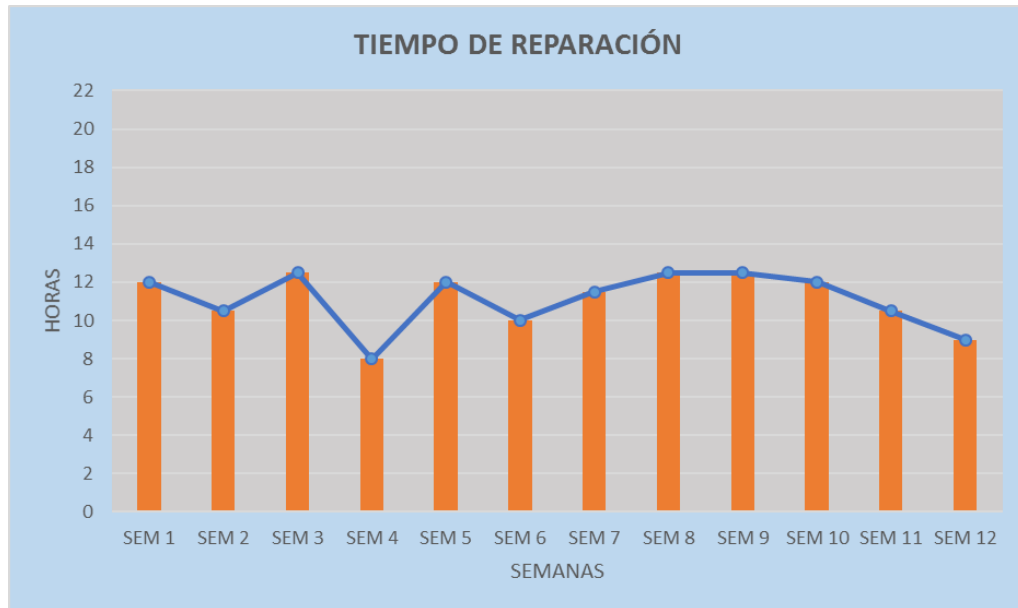
Podemos estimar en la tabla anterior, los totales mejorados de los tiempos de operación, reparación y total de fallas de la máquina devanadora durante el mes de febrero, y sobretodo el nivel de confiabilidad y mantenibilidad de dicha máquina.

Muy aparte de esto, se puede contar con los datos de la producción alcanzada o real (que presenta un incremento) y la planeada, asimismo con los datos para

relacionarlo con el cuadro antes de la propuesta, así veremos una variación ascendente gracias también a la propuesta.

Una vez hecho los cálculos podemos visualizar según grafico el tiempo de reparación (que ha disminuido considerablemente) que se tiene por las 12 semanas.

Gráfico 10. Tiempo de reparación – después

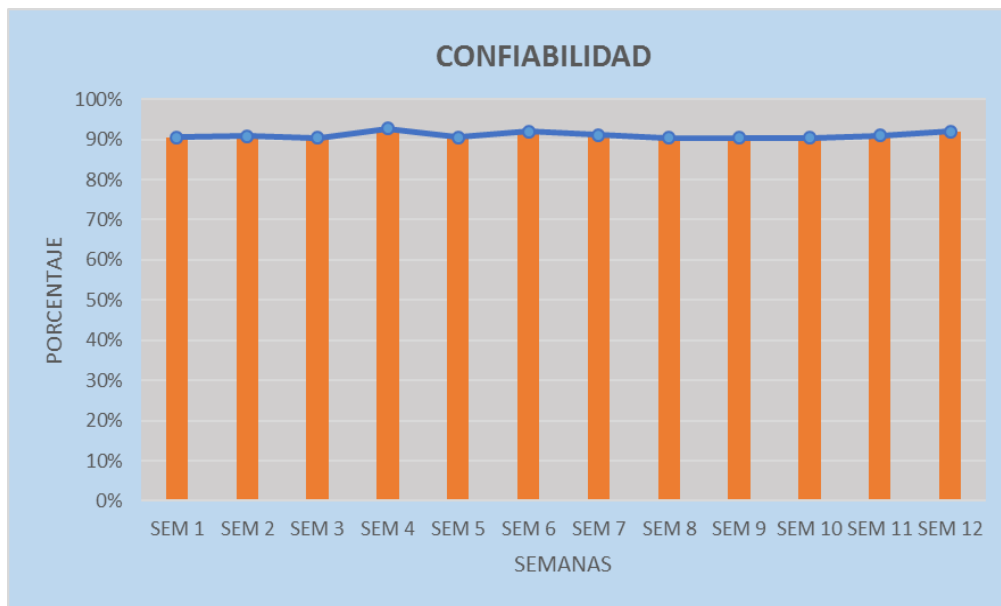


Podemos visualizar en la imagen anterior, el tiempo de reparación por semana que va de 8 a 12.5 horas con un promedio de 11.1 horas y una desviación estándar de 1.49.

Asimismo, podemos apreciar en los siguientes gráficos el estado mejorado de la máquina devanadora (la confiabilidad, mantenibilidad, el OEE con sus respectivos parámetros de disponibilidad, rendimiento y calidad).

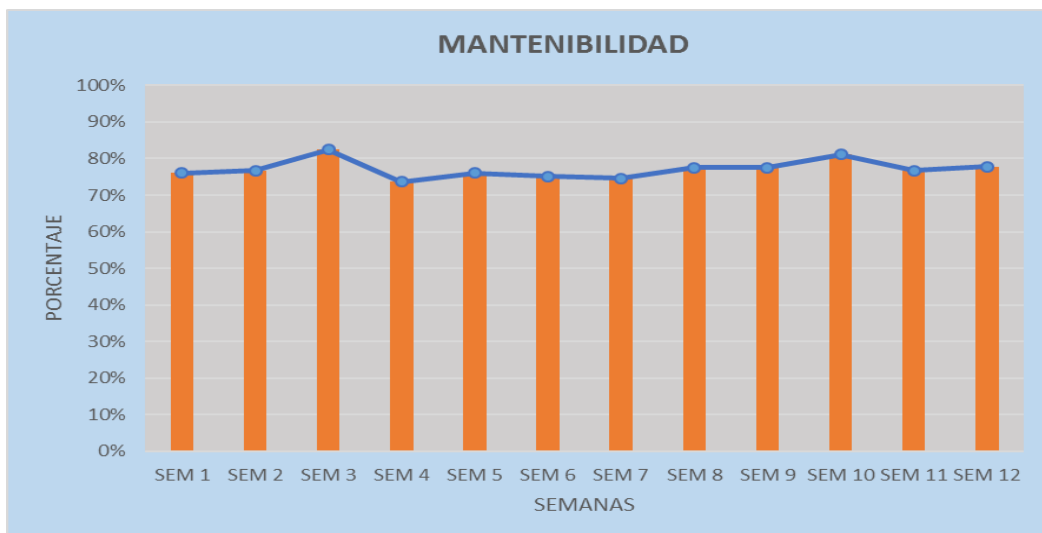
Por lo tanto, a continuación, analizaremos y mostraremos la situación mejorada con la propuesta mediante gráficos según los indicadores destinados para el estudio de la investigación.

Gráfico 11. Confiabilidad de la máquina – después



Visualizamos en la imagen anterior, los cambios en la variación de la confiabilidad de las máquinas devanadoras durante el periodo de las 12 semanas, con un promedio de 91% y una desviación estándar de 0.80.

Gráfico 12. Mantenibilidad de la máquina – después



Observamos en la imagen anterior, los cambios en la variación de la mantenibilidad de las máquinas devanadoras durante el periodo de las 12 semanas de estudio, con un promedio de 77% y una desviación estándar de 2.51.

Tabla 15. Estado mejorado de medición de la máquina – después

*La empresa de fabricación de hilo labora todos los días de la semana en sus 3 turnos diariamente. A continuación tenemos los datos obtenidos durante 12 semanas.

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
Parada Programada (h)	2.25	2.25	2.25	2.5	6	5	5.5	6.5	6	5	5.5	5.5
Producción Realizada (kg)	3500.0	3470.0	3450.5	3480.5	3490.5	3520.0	3570	3600.5	3580	3540.5	3495.5	3610
Producción Rechazada (kg)	50	65	60	70	40	45	50	65	38	60	45	45
Parada no programada (h)	Reprocesos	1	1.5	0.75	2.5	2	1.83	1.66	2.5	1	1.5	0.75
	Falta de MP	0	0.5	1	0.75	0.5	1	1	0	0.75	1	0.5
	Falla de Maquina	7	6	6	5	5	4.5	6	7	6	4.5	5

La maquina devanadora tiene la capacidad de producir 1 kg en 2 min. La empresa a establecido un tiempo de 45 min (0.75 h) para alimentacion por cada turno.

- Calcular el OEE total del mes.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(\text{Tiempo teórico de trabajo} - \text{Tiempo perdido}) * 100}{\text{tiempo}}$$

	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12
Tiempo Teórico de trabajo	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
T. perdido por Paradas progra	2.25	2.25	2.25	2.5	6	5	5.5	6.5	6	5	5.5	5.5
Tiempo perdido por Reprocesos	1	1.5	0.75	2.5	2	1.83	1.66	2.5	1	1.5	1	0.75
Tiempo perdido por falta de MP	0	0.5	1	0.75	0.5	1	1	0	0.75	1	0.5	0.75
Tiempo perdido por falla de maquina	7	6	6	5	5	4.5	6	7	6	4.5	6.5	5
Tiempo perdido por alimentación	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75	15.75
Tiempo perdido total	26	26	25.75	26.5	29.25	28.08	29.91	31.75	29.5	27.75	29.25	27.75
Tiempo real de trabajo	142	142	142.25	141.5	138.75	139.92	138.09	136.25	138.5	140.25	138.75	140.25
DISPONIBILIDAD	84.52%	84.52%	84.67%	84.23%	82.59%	83.29%	82.20%	81.10%	82.44%	83.48%	82.59%	83.48%

83.26%	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12
Reducción real (kg)	3500	3470	3450.5	3480.5	3490.5	3520	3570	3600.5	3580	3540.5	3495.5	3610
Producción Teórica	4260	4260	4267.5	4245	4162.5	4197.6	4142.7	4087.5	4155	4207.5	4162.5	4207.5
RENDIMIENTO	82.16%	81.46%	80.86%	81.99%	83.86%	83.86%	86.18%	88.09%	86.16%	84.15%	83.98%	85.80%

	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12
Producción Buena	3450	3405	3390.5	3410.5	3450.5	3475	3520	3535.5	3542	3480.5	3450.5	3565
CALIDAD	98.57%	98.13%	98.26%	97.99%	98.85%	98.72%	98.60%	98.19%	98.94%	98.31%	98.71%	98.75%

	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12
OEE	68.45%	67.56%	67.27%	67.67%	68.46%	68.95%	69.84%	70.15%	70.28%	69.06%	68.46%	70.73%

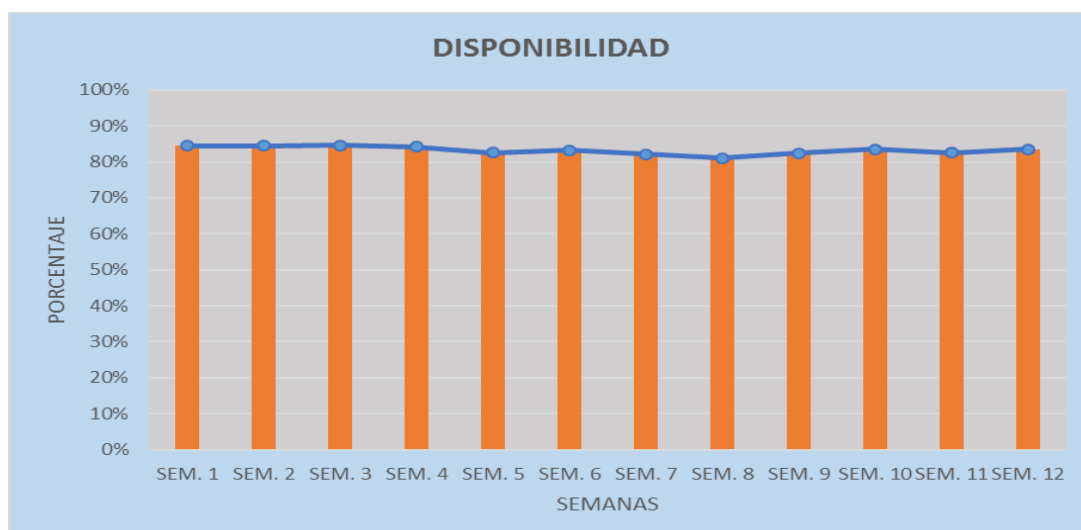
Tabla 16. Estado de la máquina devanadora

SEMANAS	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	OEE
SEM. 1	84.52%	82.16%	98.57%	68.45%
SEM. 2	84.52%	81.46%	98.13%	67.56%
SEM. 3	84.67%	80.86%	98.26%	67.27%
SEM. 4	84.23%	81.99%	97.99%	67.67%
SEM. 5	82.59%	83.86%	98.85%	68.46%
SEM. 6	83.29%	83.86%	98.72%	68.95%
SEM. 7	82.20%	86.18%	98.60%	69.84%
SEM. 8	81.10%	88.09%	98.19%	70.15%
SEM. 9	82.44%	86.16%	98.94%	70.28%
SEM. 10	83.48%	84.15%	98.31%	69.06%
SEM. 11	82.59%	83.98%	98.71%	68.46%
SEM. 12	83.48%	85.80%	98.75%	70.73%

Visualizamos en la tabla anterior, el cambio en la variación de la eficiencia global de la maquina más conocido como el OEE, ya que, se observa los cálculos matemáticos de las 12 semanas, así también podemos visualizar los porcentajes de sus parámetros que son disponibilidad, rendimiento y por ultimo calidad.

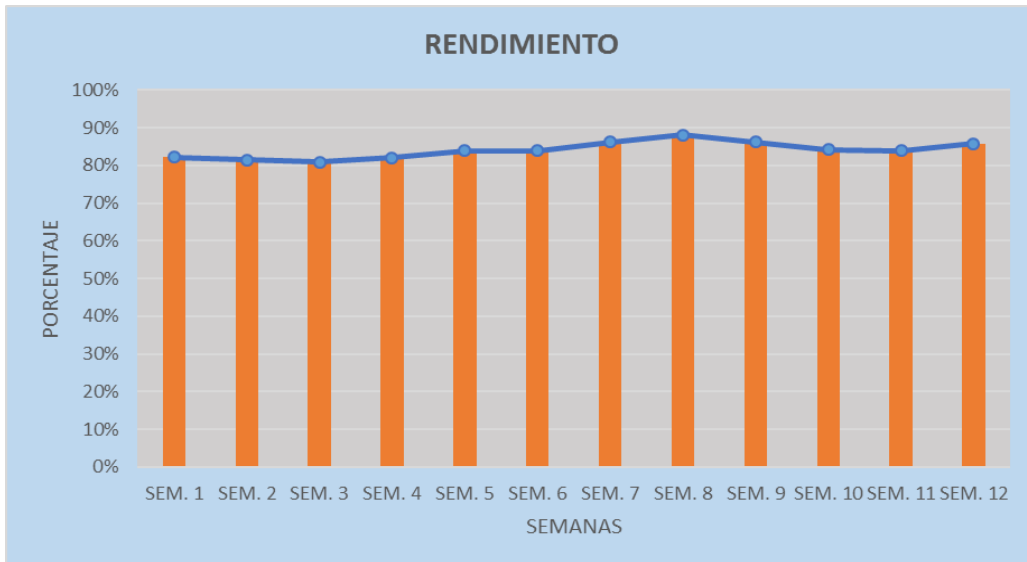
Una vez hecho los cálculos podemos visualizar según gráfico el promedio de disponibilidad, rendimiento, calidad y por último el OEE (que ha aumentado considerablemente) que se obtiene por las 12 semanas.

Gráfico 13. Disponibilidad de la máquina – después



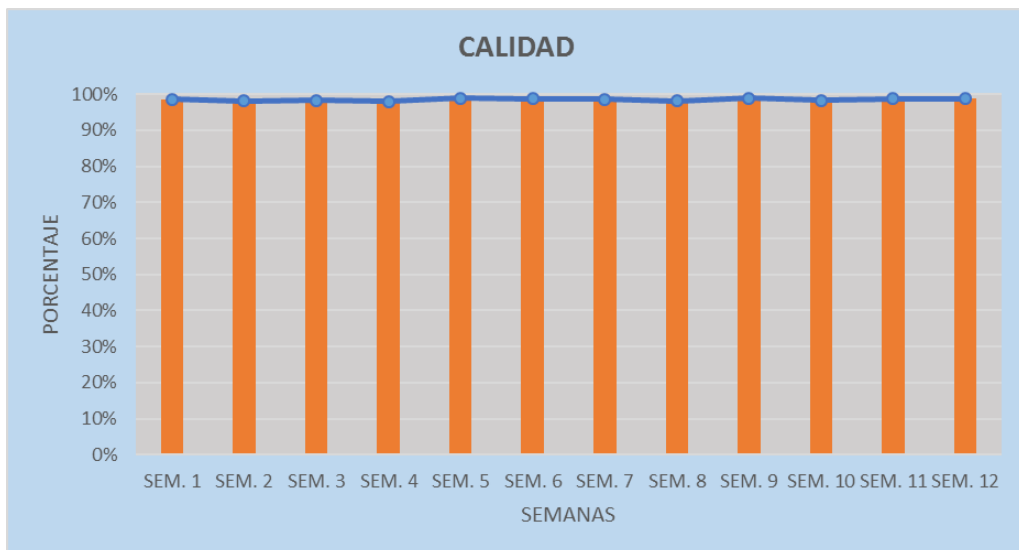
Observamos en imagen anterior, los cambios en la variación de la disponibilidad de las máquinas devanadoras con un promedio de 83.26% durante las 12 semanas de investigación.

Gráfico 14. Rendimiento de la máquina – después



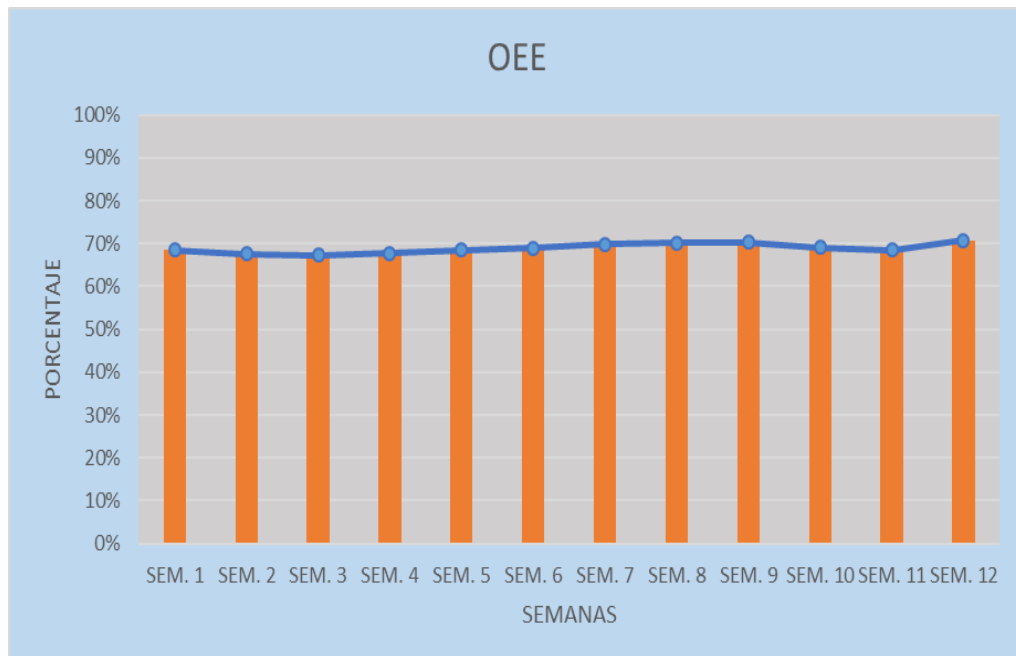
Observamos en la imagen anterior, los cambios en la variación del rendimiento de las máquinas devanadoras con un promedio de 84.04% durante las 12 semanas de investigación.

Gráfico 15. Calidad de la máquina – después



Observamos en la imagen anterior, los cambios en la variación de la calidad de las máquinas devanadoras con un promedio de 98.50% durante las 12 semanas de investigación.

Gráfico 16. OEE de la máquina – después



Visualizamos en la imagen anterior, los cambios en la variación del OEE de las máquinas devanadoras con un promedio de 68.91 % durante las 12 semanas de evaluación. Un promedio que según la tabla de clasificación del OEE se encuentra en una valoración regular que quiere decir que es aceptable por lo que está en un proceso de mejora.

IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo

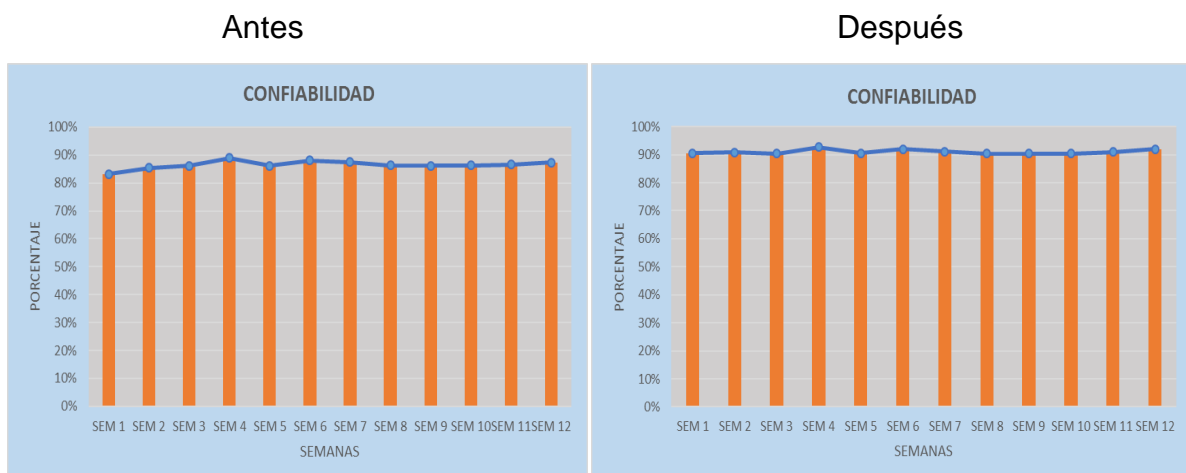
De acuerdo a todos los datos ya obtenidos a continuación daremos a conocer el análisis descriptivo de las comparaciones de las variables según la actual situación (antes) y con la situación incluida de la propuesta de mejora mediante la herramienta en mención de esta investigación (después).

Gráfico 17. Tiempo de reparación de la máquina antes y después de la propuesta



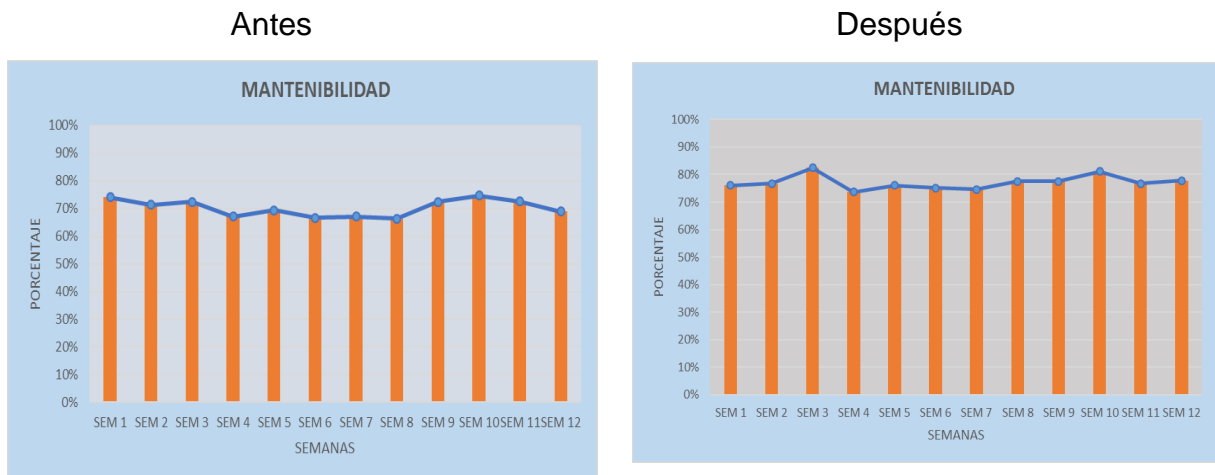
Como podemos apreciar en las figuras anteriores los resultados del tiempo de reparación antes y después de la propuesta, antes se tenía un promedio de 16.2 horas por semana con una desviación estándar de 2.17 y después se obtuvo un promedio de 11.1 horas con una desviación estándar de 1.49, siendo evidente una disminución considerable de tiempos.

Gráfico 18. Confiabilidad antes y después de la propuesta



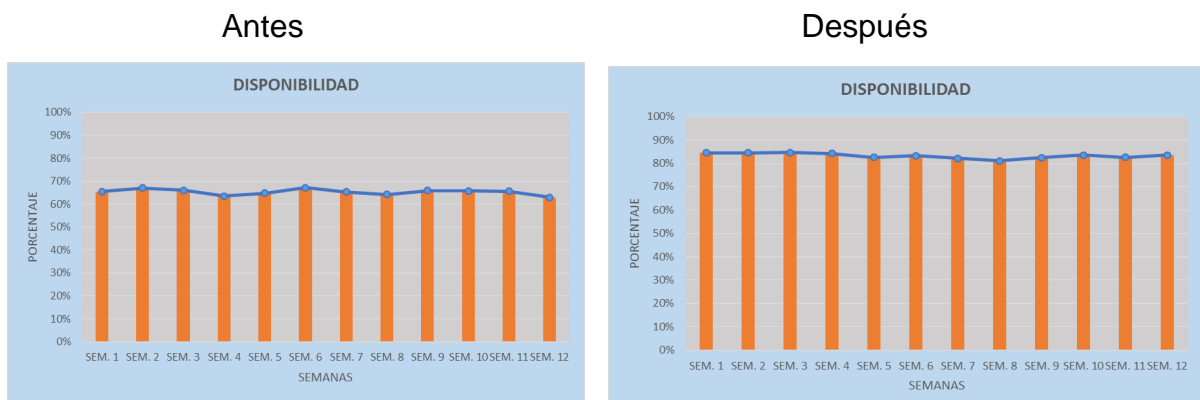
Como podemos apreciar en las figuras anteriores hay una variación en la eficiencia antes y después de la propuesta, antes se tiene una cantidad promedio de 87% con una desviación estándar de 1.47, y después un promedio de 91% con desviación estándar de 0.80.

Gráfico 19. Mantenibilidad antes y después de la propuesta



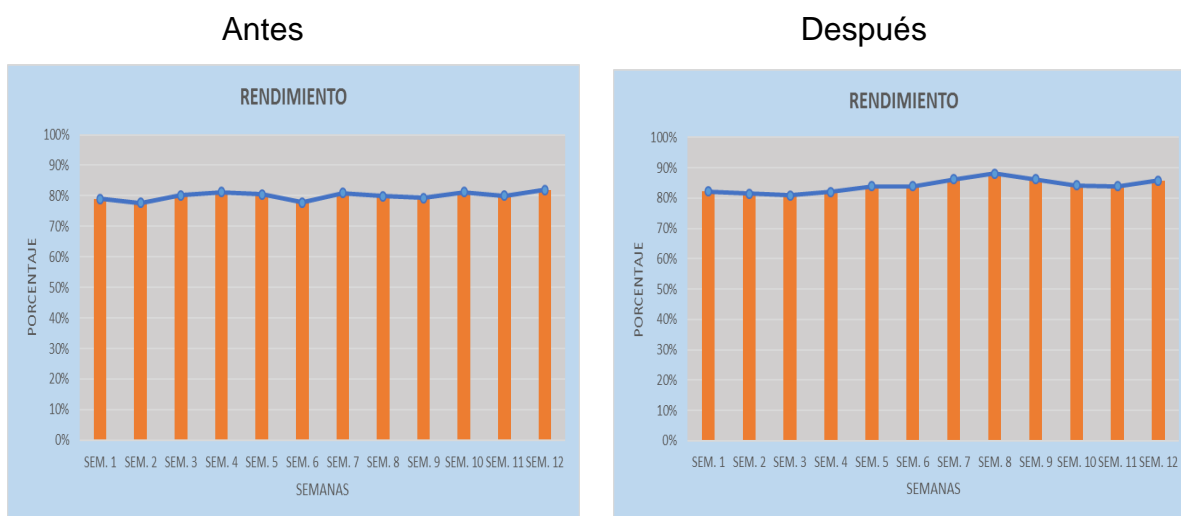
Como podemos apreciar en las figuras anteriores hay una variación en la mantenibilidad antes y después de la propuesta, antes se tiene un promedio de 69% con una desviación estándar de 3.02, y después un promedio de 77% con desviación estándar de 2.51.

Gráfico 20. Disponibilidad de la máquina antes y después de la propuesta



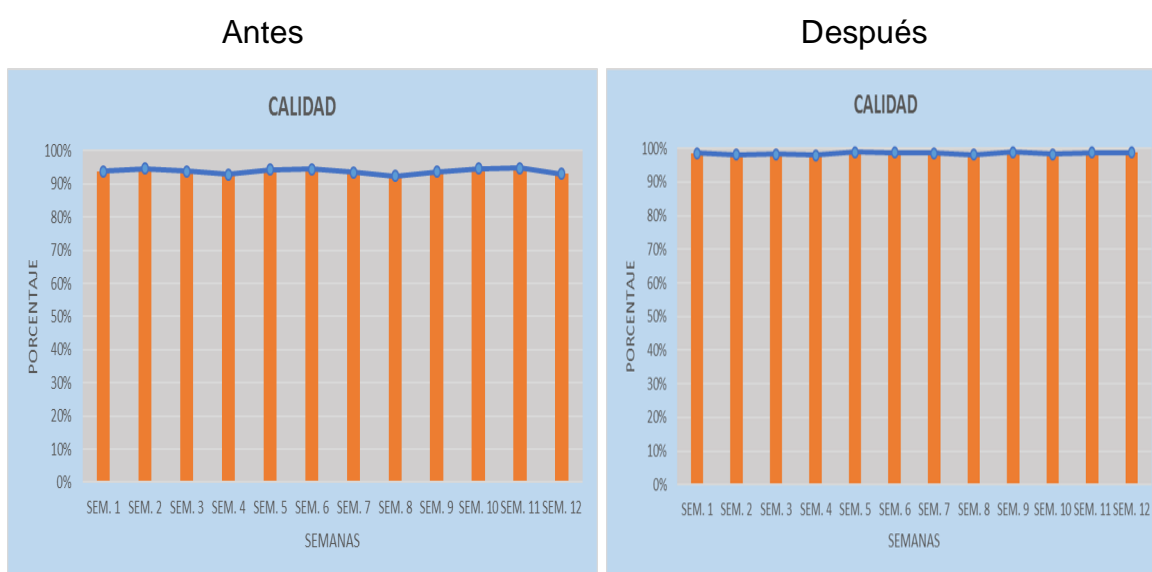
Como podemos apreciar en las figuras anteriores hay una variación en la disponibilidad antes y después de la propuesta, antes se tiene un promedio de 65.30% y después un promedio de 83.26%.

Gráfico 21. Rendimiento de la máquina antes y después de la propuesta



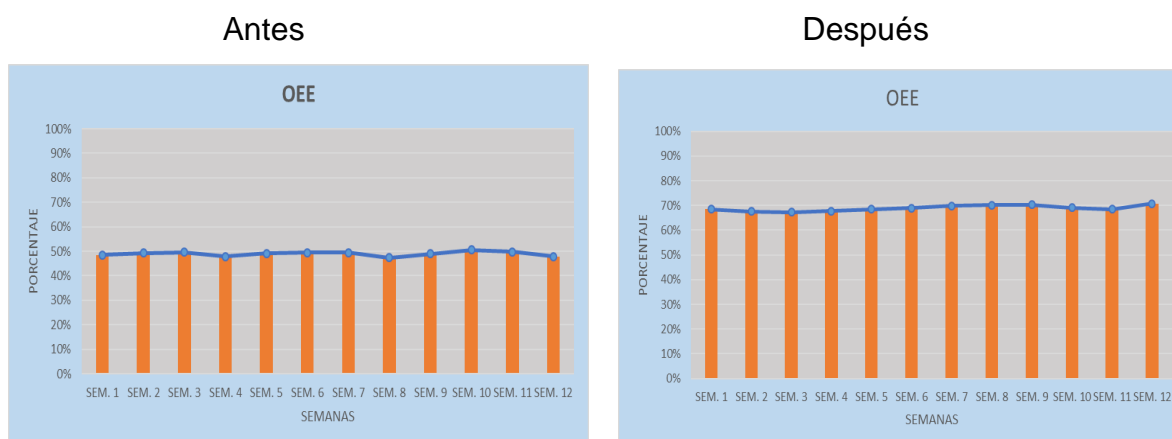
Como podemos apreciar en las figuras anteriores hay una variación en el rendimiento antes y después de la propuesta, antes se tiene un promedio de 79.97% y después un promedio de 84.04%.

Gráfico 22. Calidad de la máquina antes y después de la propuesta



Como podemos apreciar en las figuras anteriores hay una variación en la calidad antes y después de la propuesta, antes se tiene un promedio de 93.85%, y después un promedio de 98.50%.

Gráfico 23. Eficiencia Global de la máquina antes y después de la propuesta



Como podemos apreciar en las figuras anteriores hay una variación del OEE antes y después de la propuesta (que es lo que se busca), antes se tenía como resultado del OEE un 48.99% y después obtuvo como resultado del OEE un 68.91%.

Además, tenemos un análisis estadístico descriptivo del OEE incluyendo sus indicadores de disponibilidad, rendimiento y calidad haciendo el uso del SPSS 25 para determinar la importancia de la mejora, teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 17. Disponibilidad – análisis descriptivo

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Disponibilidad de la máquina – Antes	12	65,25	1,357	63	67
Disponibilidad de la máquina – Después	12	83,25	1,288	81	85

Visualizamos en la tabla anterior la mejora, el incremento de la disponibilidad del equipo devanadora en un 18 % en un periodo de tiempo de 12 semanas previsto en la investigación.

Tabla 18. Análisis descriptivo antes y después de la mejora

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Disponibilidad de la máquina – Antes	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Disponibilidad de la máquina – Después	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
Disponibilidad de la máquina – Antes	Media		65,25	,392
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	64,39	
		Límite superior	66,11	
	Media recortada al 5%		65,28	
	Mediana		65,50	
	Varianza		1,841	
	Desv. Desviación		1,357	
	Mínimo		63	
	Máximo		67	
	Rango		4	
	Rango intercuartil		2	
	Asimetría		-,540	,637
	Curtosis		-,605	1,232
Disponibilidad de la máquina – Después	Media		83,25	,372
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	82,43	
		Límite superior	84,07	
	Media recortada al 5%		83,28	
	Mediana		83,00	
	Varianza		1,659	
	Desv. Desviación		1,288	
	Mínimo		81	
	Máximo		85	
	Rango		4	
	Rango intercuartil		3	
	Asimetría		,057	,637
	Curtosis		-,657	1,232

Observamos en la tabla anterior el resumen del análisis estadístico del resultado obtenido de la disponibilidad en la tabla 17.

Tabla 19. *Rendimiento – análisis descriptivo*

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Rendimiento de la máquina – Antes	12	78	82	79,92	1,240
Rendimiento de la máquina – Después	12	81	88	84,00	2,216
N válido (por lista)	12				

Visualizamos en la tabla anterior la mejora, el incremento del rendimiento de la máquina devanadora en un 18 % en un periodo de tiempo de 12 semanas previsto en la investigación.

Tabla 20. *Análisis descriptivo antes y después de la mejora*

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Rendimiento de la máquina – Antes	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Rendimiento de la máquina – Después	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
Rendimiento de la máquina – Antes	Media		79,92	,358
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	79,13	
		Límite superior	80,70	
	Media recortada al 5%		79,91	
	Mediana		80,00	
	Varianza		1,538	
	Desv. Desviación		1,240	

	Mínimo		78	
	Máximo		82	
	Rango		4	
	Rango intercuartil		2	
	Asimetría		-,158	,637
	Curtosis		-,611	1,232
Rendimiento de la máquina – Después	Media		84,00	,640
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	82,59	
		Límite superior	85,41	
	Media recortada al 5%		83,94	
	Mediana		84,00	
	Varianza		4,909	
	Desv. Desviación		2,216	
	Mínimo		81	
	Máximo		88	
	Rango		7	
	Rango intercuartil		4	
	Asimetría		,181	,637
	Curtosis		-,777	1,232

Observamos en la tabla anterior el resumen del análisis estadístico de los resultados obtenidos del rendimiento en la tabla 19.

Tabla 21. *Calidad – análisis descriptivo*

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
Calidad de la máquina – Antes	12	92	95	93,92	,900
Calidad de la máquina – Después	12	98	99	98,58	,515
N válido (por lista)	12				

Visualizamos en la tabla anterior la mejora, el incremento de la calidad de la máquina devanadora en un 4.66 % en un periodo de tiempo de 12 semanas previstos en la investigación.

Tabla 22. Análisis descriptivo antes y después de la mejora

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Calidad de la máquina – Antes	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
Calidad de la máquina – Después	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
Calidad de la máquina – Antes	Media		93,92	,260
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	93,34	
		Límite superior	94,49	
	Media recortada al 5%		93,96	
	Mediana		94,00	
	Varianza		,811	
	Desv. Desviación		,900	
	Mínimo		92	
	Máximo		95	
	Rango		3	
	Rango intercuartil		2	
	Asimetría		-,712	,637
	Curtosis		,533	1,232
Calidad de la máquina – Después	Media		98,58	,149
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	98,26	
		Límite superior	98,91	
	Media recortada al 5%		98,59	
	Mediana		99,00	
	Varianza		,265	
	Desv. Desviación		,515	
	Mínimo		98	
	Máximo		99	
	Rango		1	
	Rango intercuartil		1	
	Asimetría		-,388	,637
	Curtosis		-2,263	1,232

Visualizamos en la tabla anterior el resumen del análisis estadístico del resultado obtenido de la disponibilidad en la tabla 21.

Tabla 23. OEE – análisis descriptivo

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
OEE de la máquina - Antes	12	47	51	49,00	1,044
OEE de la máquina – Después	12	67	71	68,83	1,193
N válido (por lista)	12				

Observamos en la tabla anterior la mejora, el incremento de la Eficiencia Global de la máquina devanadora (OEE) en un 19.83 % en un periodo de tiempo de 12 semanas previstos en la investigación.

Tabla 24. Análisis descriptivo antes y después de la mejora

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
OEE de la máquina - Antes	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
OEE de la máquina – Después	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
OEE de la máquina - Antes	Media		49,00	,302
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	48,34	
		Límite superior	49,66	
	Media recortada al 5%		49,00	
	Mediana		49,00	
	Varianza		1,091	
	Desv. Desviación		1,044	
	Mínimo		47	
	Máximo		51	
	Rango		4	
Rango intercuartil		2		

	Asimetría		,000	,637
	Curtosis		,733	1,232
OEE de la máquina – Después	Media		68,83	,345
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	68,08	
		Límite superior	69,59	
	Media recortada al 5%		68,81	
	Mediana		68,50	
	Varianza		1,424	
	Desv. Desviación		1,193	
	Mínimo		67	
	Máximo		71	
	Rango		4	
	Rango intercuartil		2	
	Asimetría		,378	,637
	Curtosis		-,825	1,232

Visualizamos en la tabla anterior el resumen del análisis estadístico de los resultados obtenidos de la disponibilidad en la tabla 23.

Análisis inferencial

Prueba de normalidad

De acuerdo a todos los datos ya obtenidos a continuación daremos a conocer de la variable dependiente su prueba de normalidad, según la actual situación (antes) y con la situación incluida de la propuesta de mejora mediante la herramienta en mención de esta investigación (después), determinando el comportamiento de la información, revisar si procede de una ordenación paramétrica o normal con un nivel de significancia $> \alpha = .05$ o si es de una ordenación no paramétrica con un nivel de significancia $< \alpha = .05$; en este caso se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido a que nuestra muestra es pequeña.

	ANTES	DESPUES	CONCLUSION
SIG > 0.05	SI	SI	PARAMETRICO
SIG > 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO
SIG > 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO
SIG > 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO

Tabla 25. Disponibilidad – análisis de prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Disponibilidad de la máquina – Antes	,210	12	,151	,901	12	,162
Disponibilidad de la máquina – Después	,244	12	,048	,899	12	,153

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 26. Rendimiento – análisis de prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Rendimiento de la máquina – Antes	,193	12	,200*	,934	12	,421
Rendimiento de la máquina – Después	,167	12	,200*	,925	12	,333

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

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 27. Calidad – análisis de prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Calidad de la máquina – Antes	,287	12	,007	,865	12	,126
Calidad de la máquina – Después	,374	12	,000	,640	12	,086

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 28. OEE – análisis de prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
OEE de la máquina - Antes	,250	12	,037	,921	12	,292

OEE de la máquina – Después	,257	12	,027	,905	12	,182
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Según el análisis de datos, estos tienen una conducta paramétrico o normal porque su nivel elocuente es $> \alpha=.05$ en la prueba de Shapiro-Wilk, finalizando que existe una prueba estadística de que la herramienta utilizada en esta investigación el TPM aumenta la Eficiencia Global de la máquina junto con sus parámetros correspondientes de disponibilidad, rendimiento y calidad.

Contrastación de Hipótesis

Para validar la hipótesis vamos a utilizar la prueba “T Student”, ya que, nos permite ver las estadísticas de muestras emparejadas. Se concluye que el diagnóstico es conforme, actuaremos con el diagnóstico mediante sig (bilateral), además con la aplicación de resultado de la prueba de Wilcoxon a ambos resultados de la Eficiencia Global de la máquina.

Hipótesis general (Ha).

Mediante la aplicación del TPM mejora la eficiencia global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

Hipótesis nula (H₀).

Mediante la aplicación del TPM no mejora la eficiencia global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

Regla de decisión:

Sig. $< \alpha=.05$ se niega la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (Ha).

Tabla 29. Hipótesis general (Ha) – análisis estadístico de muestras emparejadas

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	OEE de la máquina - Antes	49,00	12	1,044	,302
	OEE de la máquina - Después	68,83	12	1,193	,345

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	OEE de la máquina - Antes & OEE de la máquina - Después	12	-,438	,155

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	Gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	OEE de la máquina - Antes - OEE de la máquina - Después	-19,833	1,899	,548	-21,040	-18,627	-36,180	11	,000

Apreciamos en la tabla anterior que existe una desigualdad significativa en la media de los indicadores del OEE antes y después de la mejora, asimismo podemos visualizar que su nivel de significancia es $< \alpha = .05$ lo que nos permite negar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alternativa (H_a). Concluyendo que se incrementa el OEE con la aplicación del TPM.

Hipótesis específica (H_1)

La aplicación del TPM mejora la disponibilidad global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

Hipótesis nula (H_0)

La aplicación del TPM no mejora la disponibilidad global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

Tabla 30. *Hipótesis específica (H1) – análisis estadístico de muestras emparejadas*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Disponibilidad de la máquina – Antes	65,25	12	1,357	,392
	Disponibilidad de la máquina – Después	83,25	12	1,288	,372

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	Disponibilidad de la máquina - Antes & Disponibilidad de la máquina – Después	12	,221	,490

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	Gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Disponibilidad de la máquina - Antes - Disponibilidad de la máquina – Después	- 18,000	1,651	,477	-19,049	-16,951	- 37,757	11	,000

Apreciamos en la tabla anterior que existe una desigualdad significativa en las muestras emparejadas con la prueba T Student en el parámetro de disponibilidad los equipos antes y después de la mejora, asimismo podemos visualizar que su nivel de significancia es $< \alpha = .05$ lo que nos permite negar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alterna (H_1). Concluyendo que se incrementa la disponibilidad de la máquina con la aplicación del TPM.

Hipótesis específica (H₂)

La aplicación del TPM mejora el rendimiento global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

Hipótesis nula (H₀)

La aplicación del TPM no mejora el rendimiento global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

Tabla 31. *Hipótesis específica (H₂) – análisis estadístico de muestras emparejadas*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Rendimiento de la máquina – Antes	79,92	12	1,240	,358
	Rendimiento de la máquina – Después	84,00	12	2,216	,640

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	Rendimiento de la máquina - Antes & Rendimiento de la máquina – Después	12	,331	,294

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	Gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Rendimiento de la máquina - Antes - Rendimiento de la máquina – Después	-4,083	2,151	,621	-5,450	-2,716	-6,575	11	,000

Apreciamos en la tabla anterior que existe una desigualdad significativa en las muestras emparejadas con la prueba T Student en el parámetro de rendimiento de la maquina antes y después de la mejora, asimismo podemos visualizar que su nivel de significancia es $< \alpha = .05$ lo que nos permite negar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alterna (H_2). Concluyendo que se incrementa el rendimiento de la máquina con la aplicación del TPM.

Hipótesis específica (H_3)

La aplicación del TPM mejora la calidad del producto final de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

Hipótesis nula (H_0)

La aplicación del TPM mejora la calidad del producto final de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.

Tabla 32. *Hipótesis específica (H3) – análisis estadístico de muestras emparejadas*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Calidad de la máquina - Antes	93,92	12	,900	,260
	Calidad de la máquina – Después	98,58	12	,515	,149

Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	Calidad de la máquina - Antes & Calidad de la máquina – Después	12	,114	,723

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior				Superior

Par 1	Calidad de la máquina - Antes - Calidad de la máquina - Después	- 4,667	,985	,284	-5,292	-4,041	- 16,416	11	,000
----------	---	------------	------	------	--------	--------	-------------	----	------

Observamos en la tabla anterior que existe una desigualdad significativa en las muestras emparejadas con la prueba T Student en el parámetro de calidad antes y después de la mejora, asimismo podemos visualizar que su nivel de significancia es $< \alpha = .05$ lo que nos permite negar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alterna (H_3). Concluyendo que se incrementa la calidad realizando la aplicación del TPM.

Tabla 33. Estadísticos de prueba Wilcoxon

Estadísticos de prueba				
	OEE de la máquina - Después - OEE de la máquina - Antes	Disponibilidad de la máquina - Después - Disponibilidad de la máquina - Antes	Rendimiento de la máquina - Después - Rendimiento de la máquina - Antes	Calidad de la máquina - Después - Calidad de la máquina - Antes
Z	-3,069 ^b	-3,075 ^b	-3,070 ^b	-3,105 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,002	,002	,002	,002
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon				
b. Se basa en rangos negativos.				

Observamos en la tabla anterior que la prueba de Wilcoxon, aplicada al OEE y a sus parámetros de disponibilidad, rendimiento y calidad antes y después nos da una significancia de Sig=0.002, por ese motivo, las hipótesis nulas son rechazadas y se reconoce que la aplicación del TPM mejora la Eficiencia Global de la máquina devanadora en la empresa de fabricación de hilo.

V. DISCUSIÓN

Con referente a la hipótesis general los resultados conseguidos en el presente trabajo de estudio, lo cual obtuvo un incremento en la eficiencia global de máquina de 48.99% a un 68.91%, mediante la aplicación del TPM, es decir un 19.92% de mejoría, tiene una relación cercana con los resultados conseguido por ALVINO, O. (2017) en su tesis “Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la Eficiencia Global de los Equipos SEYDEL en el área TOPS de la empresa sudamericana de fibras s.a “.Ya que, alcanzó un incremento de la eficiencia global de la máquina de 44.92% en un 69.3% como consecuencia final (24.04%). Por consiguiente, se puede afirmar que mediante la implementación del TPM, influye de modo significativo en la mejora del OEE de las máquinas devanadoras, dado que, rechaza la posibilidad de elaborar productos deficientes, disminuye de modo significativo las fallas, su tiempo de reparación y autorizando la normalización del desarrollo en todas sus etapas. Ante lo expuesto se finaliza que la empresa es la más beneficiada con la investigación logrando aumentar la eficiencia global de la máquina y así también que los operarios mejoran la calidad de su área de trabajo.

Con respecto a la hipótesis específica (H1), el aumento de la disponibilidad global de la máquina devanadora mediante la aplicación del Mantenimiento productivo total, ya que, se encontraba en 65.30% en promedio incrementándose a un 83.26%, esto nos indica que hubo un aumento de 17.96%. Dichos resultados tienen similitud adquirido por BOJORQUEZ, F. (2012) en su tesis “Diseño de un plan de mantenimiento productivo total para el área de texturizado en una empresa productora de yeso”, como, dicho resultado de disponibilidad es de 66.3% a un 85%, esto nos indica que aumento en un 18.7%. Como se observa en los resultados obtenidos mediante la aplicación del Mantenimiento productivo total se mejora la gestión del mantenimiento de las máquinas, por ello, se aumenta su disponibilidad de cualquier máquina que esté involucrada en el estudio como en este caso de las máquinas devanadoras, en relación al tiempo total de reparaciones, las horas de operación, anticipada planificación de la gestión y operarios capacitados, entrenados para ser capaces de solucionar problemas que estén relacionados directamente con sus máquinas y que están bajo su responsabilidad.

Con referente a la hipótesis específica (H2), los resultados obtenidos mediante el Mantenimiento productivo total se aumenta el rendimiento global de la máquina

devanadora en especial con el mantenimiento planificado o programado con la determinación de un plan de acción frente a la máquina con sus respectivos informes en los formatos establecidos, ya que el resultado se hallaba en 79.97% en promedio incrementándose a un 84.04%, es decir que, hubo un incremento de 4.07%. Dicho resultado se encuentra muy similar al realizado por CRISTÓBAL, R. (2014) en su tesis “Gestión de mantenimiento para mejorar la eficiencia global de equipos en el área de molienda de San Fernando S.A”, ya que, los resultados del rendimiento de la máquina eran de un 67% aumento a un 71%, esto nos muestra que el incremento fue de 4%. En conclusión, todo lo descrito anteriormente nos dice que el Mantenimiento productivo total aumenta el rendimiento global de la máquina considerando como resultado final de la implementación, que las máquinas estén más operativas con un rendimiento perfecto y obteniendo productos en mayor cantidad y en óptimas condiciones.

Con respecto a la hipótesis específica (H3), los resultados obtenidos mediante el Mantenimiento productivo total demuestran un aumento de la calidad del producto final de un 93.85% en promedio aumentándose a un 98.50%, esto nos indica que hubo un incremento de 4.65% de la calidad del producto final expresándonos que se pudo minimizar los productos defectuosos que estaban presentes y que se seguirán como meta en una reducción lo más mínimo posible. Los datos son contrastado y comparados con los resultados adquiridos por SEMINARIO, L. (2017) en su tesis “Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica”, la cual concluye que su resultado de calidad es de un 87.58% a un 93.83%, nos muestra que aumento en un 6.25%. En conclusión, nos indica que la calidad final del producto va en aumento, ya que notoriamente la eficiencia global de la máquina va incrementando lo que fue el objetivo inicial y que se ha cumplido con lo establecido, asimismo recalcar que las empresas involucradas en las tesis citadas con anterioridad que nos han ayudado en la comparación de sus resultados frente al nuestro, son de rubros muy diferentes y que sus producciones son por lo mismo diferente ya sea en kilogramos como es nuestro caso o en unidades producidas por cada organización y rubro de producción.

Finalmente, con todo lo mencionado antes con respecto a la discusión de la hipótesis general y específicas de nuestra investigación y con relación a los resultados de las tesis en comparación, tenemos claro que existe el incremento de la eficiencia global de la máquina u OEE que es lo que en teoría se tenía propuesto inicialmente y que se ha logrado según los porcentajes obtenidos en nuestros resultados, siendo así favorable para la empresa.

VI. CONCLUSIONES

1. En conclusión, se determinó que mediante la aplicación del TPM, específicamente con sus dos principales pilares el mantenimiento autónomo y preventivo en una empresa de fabricación de hilo, ayudó que el OEE de la máquina devanadora mejore en un 19.92%, esta medida se midió en un tiempo de 12 semanas después del aplicación del TPM, se logró minimizar de modo significativo las paradas imprevistas, aumentando la vida útil de la máquina y la modificación de dicha área, por lo que, se logró incrementar la Eficiencia Global de la máquina.
2. Asimismo, se concluyó que mediante aplicación del TPM mejoró la disponibilidad de la máquina devanadora, ya que, este logró que los operarios tengan una capacitación en trabajo de auto conocimiento y control de sus propia máquina, logrando que las máquinas estén limpias y el ordenamiento de los elementos básico para la máquina, todo lo mencionado conllevó a la minimización de fallas en la máquina y la minimización en los tiempo de mantenimiento, por lo cual la disponibilidad se aumentó en un 17.96%, este se calculó en un tiempo de 12 semanas luego de aplicar la mejora.
3. Se llegó a la conclusión que el TPM incrementa el rendimiento de la máquina devanadora, por motivo de la capacitación a los operarios en la efectividad del equipo y mejora de la norma de tarea. Gracias a esto logró optimizar el funcionamiento de la máquina y el estado ideal de ella en un 4.07%, este cálculo se dio en un período de 12 semanas después de aplicar la mejora.
4. Finalmente se determinó que el TPM aumenta el nivel de calidad de la máquina devanadora, por ello nos relacionamos a la calidad del producto final y a la cantidad producida, que se encuentra conforme a los parámetros de calidad establecidos. Por ello se logró el aumento de un 4.65% durante el tiempo de 12 semanas después de aplicar la mejora

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer una inspección rutinaria al proceso de devanado a través de los indicadores ya propuestos en el estudio, con el propósito de seguir perfeccionando con el pasar del tiempo, pensando en la posibilidad de realizar unas tácticas sobre unos incentivos a todo el personal por medio de unas evaluaciones con término de posiciones y de acuerdo a ello el monto del incentivo.
2. También se sugiere aplicar un plan de capacitaciones de modo que considere la reactualización de cursos que requieran los trabajadores con más experiencia. Por ende, se recomienda aplicar distintas medidas para los que los procesos ya estandarizados no vuelvan a ser modificados, en vista de que, con el tiempo, se busque normalizar los demás procesos de la planta. Es más, si cabe la posibilidad de implementar un software de evaluación del OEE para tener más detalles de la eficiencia global de la máquina y por ende su productividad.
3. Asimismo, se recomienda realizar una aplicación a fondo en el tema de las 5s en todas las áreas de la empresa porque a través de ello se va a cambiar un poco la mentalidad de los integrantes y a entender que es una disciplina muy importante para el mejor desarrollo de la empresa y que incluso se puede aplicar en casa.
4. Por último, se recomienda realizar la aplicación de esta mejora en todas las áreas que están directamente involucradas en el proceso de la fabricación del hilo para poder mejorar la eficiencia global de todas sus máquinas.

REFERENCIAS

1. ALVINO Ruiz, Omar. Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la Eficiencia Global de los Equipos SEYDEL en el área TOPS de la empresa sudamericana de fibras s.a. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2017. 198pp.
2. ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación: Introducción a la Metodología Científica. Quinta Edición. Venezuela: Editorial Episteme, C.A, 2012. 145pp. ISBN: 9800785299
3. BARRERA. El proyecto de investigación: Compresión holística de la metodología y la investigación. 2da ed. Caracas: Ediciones Quirón SA, 2008. 236pp. ISBN 9789806510951133
4. BERNAL, Cesar. Metodología de la Investigación. Tercera edición. Colombia: Pearson Educación, 2010. ISBN: 9789586991285
5. BOJORQUEZ, Fabiola. Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total para el área de texturizada en una empresa productora de yeso. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Navojoa, México: Instituto Tecnológico de Sonora, 2008. 68pp.
6. CÁRCEL, Javier. La gestión del conocimiento en la ingeniería de mantenimiento industrial. [En línea]. España: OmniaScience, 2014. [Fecha de consulta: 17 de Agosto de 2019]. Disponible en: <https://goo.gl/dhLcvV>
7. CARRANZA Ortiz, Luz y GARCÍA García, Fabio. Implementación de un Sistema de Información basado en la Eficiencia Global de los Equipos en la empresa Flexo Spring S.A.S. Tesis (Título de Especialización en Gerencia de Proyectos). Bogotá: Universidad Piloto de Colombia, Facultad de Ciencias sociales y Empresariales, 2017. 332pp. ISBN: 9788494187278
8. CEGARRA, José. Metodología de la investigación científica y tecnológica [En línea]. Barcelona: Díaz de Santos, 2004. [Fecha de consulta: 18 de Agosto de 2019]. Disponible en: <https://goo.gl/meL7VB> ISBN: 84-7978-624-8

9. CHAMORRO Enríquez, Diego y ACOSTA Chango Carlos. Estudio e Implementación de un Sistema de Automatización para el Incremento del OEE en un Pulpo Serigráfico. Tesis (Título de Ingeniero en Electrónica, Control y Redes). Riobamba, Ecuador: Escuela superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, 2016. 131pp.
10. COLOMO Gutiérrez, Adriana. Mejora y estandarización del proceso de producción, en una empresa productora de envases de plástico. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 2009, 159pp.
11. COLONIA Zevallos, Elvis. Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el área de tintorería de telas en la empresa textil camones. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2017. 147pp.
12. Cooke, F. L. (2000). Implementing TPM in plant maintenance: some organizational barriers. *International Journal of Quality & Reliability Management* 17 (9): 1003–1016.
13. CUATRECASAS, Luis y FRANCESCA, Torrell. TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva. México: Profit Editorial S.L, 2010. 408pp.
ISBN: 9788492956128
14. CRUELLES, José. Productividad e Incentivos: Como hacer que los tiempos de fabricación se cumplan. México: Afaomega - Marcombo, 2013. 222pp.
ISBN: 9788426720368
15. CRUELLES, José. Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua. #8R. México: Afaomega - Marcombo, 2015. 830pp.
ISBN: 9786077076513
16. DUFFUAA, Salih. RAOUF, A. DIXON, John. Sistemas de Mantenimiento: Planeación y control. España: Editado Universidad Complutense de Madrid, 2011. 258pp.
ISBN 9788469189818

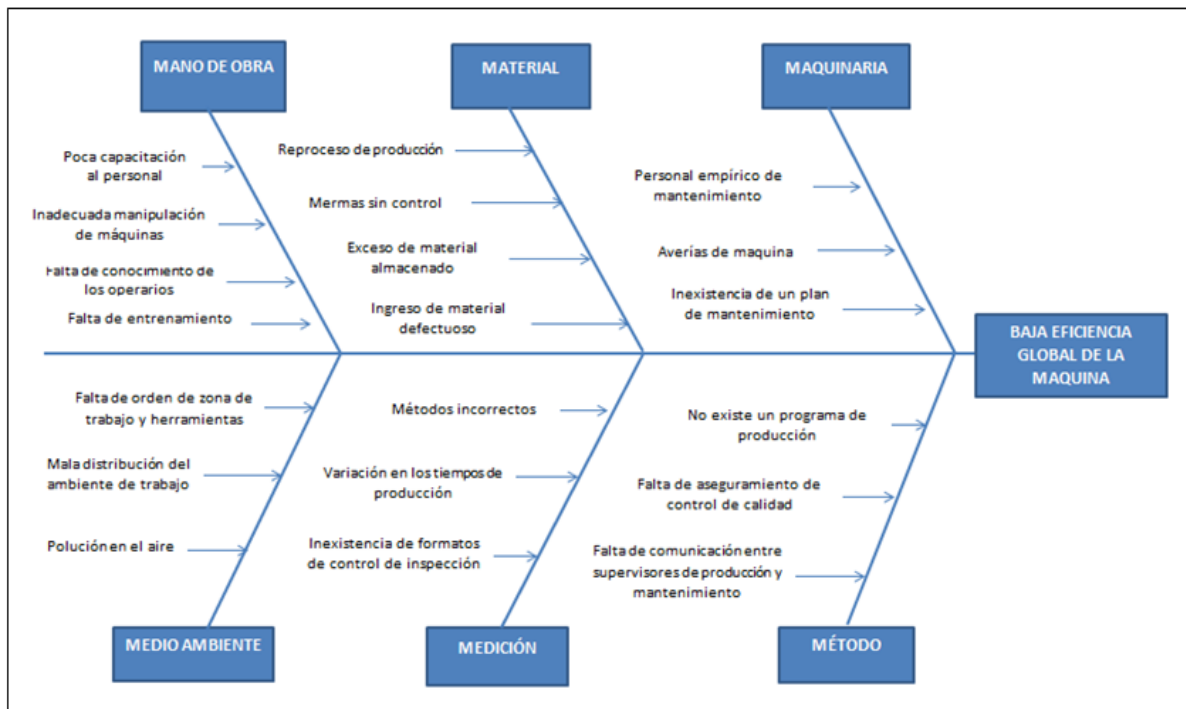
17. GARCÍA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Bogotá: Ediciones de la U., 2012. 168 pp.
ISBN: 9587620518
18. HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de investigación. 6a. ed. México, D.F.: McGraw – Hill/Interamericana Editores, 2010. 607pp.
ISBN: 9786071502919
19. MALHOTRA, Naresh. Investigación de mercados: un enfoque aplicado [En línea]. 4a. ed. México: Pearson Educación, 2004. [Fecha de consulta: 18 de Agosto de 2019]. Disponible en: <https://goo.gl/W2sNuo>
ISBN: 970-26-0491--5
20. Mantenimiento Productivo Total. Una visión global. [issuu.com]. España: Gómez, C., (19 de febrero de 2019). [Fecha de consulta: 17 de Agosto de 2019]. Disponible de: https://issuu.com/cgomez/docs/cmgs_tpm_una_visi_n_global
21. MESA, Dairo, ORTIZ, Yesid y PINZÓN, Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y la Mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. Scientia et Technica [En línea]. Mayo 2006, nº 30. [Fecha de consulta: 18 de Agosto de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/849/84920491036.pdf>
22. NAMAKFOROOSH, Mohammad. Metodología de la investigación [En línea]. 2a. ed. México: Limusa Editores, 2005. [Fecha de consulta: 18 de Agosto de 2019]. Disponible en: <https://goo.gl/UiZB5T>
ISBN: 968-18-5517-8
23. PONCE, Marreros, José. Distribución de planta para mejorar la Eficiencia Global de los Equipos, área de habilitado de productos empresa siderúrgica del Perú S.A.A. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2017. 155pp.
24. Pun, K.F. y Sookdeo, N. (2010). Adoption of an Effectiveness-Centered Approach to Improve Maintenance Operations: a Case Study. The Journal of the Association of Professional Engineers of Trinidad and Tobago, 39(1), 46-57.

25. QUISHPE Chicaiza, Fausto. Diseño e Implementación de un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la planta de producción de la fábrica de tornillos, pernos y tuercas TOPESA S.A. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2016. 181pp.
26. REY, Francisco. Mantenimiento Total de la Producción: Proceso de Implementación y desarrollo. España: Fundación Confemetal, 2001. 345pp. ISBN: 8495428490
27. SALINAS Manrique, Emiliana. Aplicación del Total Productive Maintenance (TPM) para la mejora de la productividad en el área de mantenimiento, en la empresa Compañía Peruana de Ascensores S.A. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2017. 106pp.
28. SEMINARIO Cerdán, Luis. Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2017. 209pp.
29. SILVA, Jorge. Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Piura, Perú: Facultad de ingeniería, 2005. 88pp.
30. TENEMAZA Vallejo, Renato. Análisis e interpretación de la gestión productiva empleando el método de Eficiencia General de las máquinas (OEE) en el sector de acero al carbono de la Empresa ACINDEC S.A. para el período enero – junio del 2015. Tesis (Título de Ingeniero de Empresas). Riobamba, Ecuador: Escuela superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas, 2016. 111pp.
31. TRIANA Cortes, Cristian. Propuesta de Implementación del TPM y de la herramienta OEE para la empresa proyectos y equipos metalmecánicos S.A.S. Tesis (Título de Ingeniería Industrial). Bogotá: Universitaria Agustiniiana, Facultad de Ingeniería Industrial, 2018. 121pp.

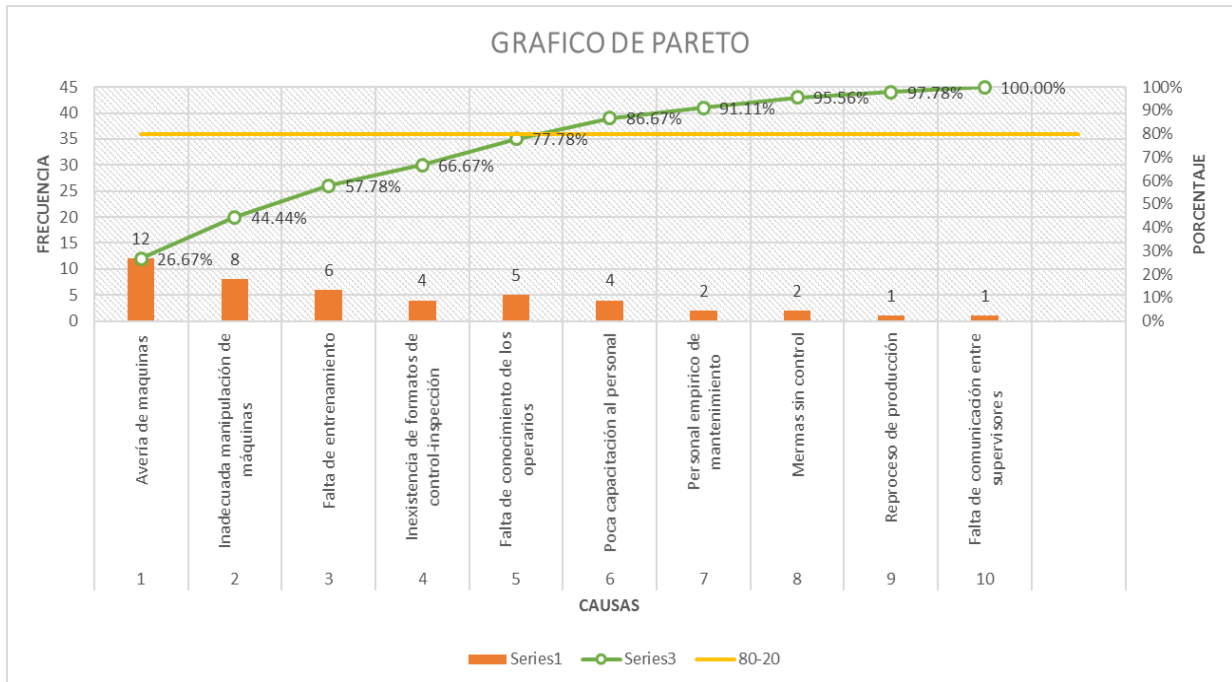
32. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta. 2ª Ed. Perú: Editorial San Marcos, 2013. 495pp.
ISBN: 9786123028787
33. Wikoff, D. (2007). Improve all the M's in TPM system. Plant Engineering 61 (12): 21-22.

ANEXOS

Anexo 2. Baja eficiencia global de la máquina devanadora - Diagrama de Ishikawa



Anexo 3. Causas del Problema de Investigación-Diagrama de Pareto



Anexo 4. Causas con mayor frecuencia - Diagrama de Pareto

N°	CAUSA	FRECUENCIA	%	% ACUMULADO
1	Avería de maquinas	12	26.67%	26.67%
2	Inadecuada manipulación de máquinas	8	17.78%	44.44%
3	Falta de entrenamiento	6	13.33%	57.78%
4	Inexistencia de formatos de control-inspección	4	8.89%	66.67%
5	Falta de conocimiento de los operarios	5	11.11%	77.78%
6	Poca capacitación al personal	4	8.89%	86.67%
7	Personal empirico de mantenimiento	2	4.44%	91.11%
8	Mermas sin control	2	4.44%	95.56%
9	Reproceso de producción	1	2.22%	97.78%
10	Falta de comunicación entre supervisores	1	2.22%	100.00%
TOTAL		45	100.00%	

Anexo 5. Matriz operacional

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
TPM (Mantenimiento Productivo Total)	Son actividades con procedimiento especializado y acciones que aseguran, debido a que las máquinas, organizaciones e instalaciones puedan ejecutar el trabajo anticipado en proceso de productividad constante (Rey, 2001, p.59).	Es necesaria emplear dicha herramienta TPM para poder mejorar el OEE y su análisis se dará mediante sus dimensiones e indicadores que son nivel de confiabilidad y disponibilidad.	Nivel de Confiabilidad	$\text{Confiabilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$ MTBF: Tiempo medio entre fallas MTTR: Tiempo promedio de reparación	Razón
			Mantenibilidad	$\text{Mantenibilidad} = 1 - e^{-ut} * 100\%$ e: Constancia neperiana (e=2.303) u: Número total de reparaciones efectuadas/total de horas de reparación del equipo t: Tiempo previsto de reparación TMPR.	
Eficiencia Global de la Máquina	Nos permite conocer la eficiencia global de toda máquina o equipo. Para ello, es necesario principalmente conocer los parámetros primordiales que son la disponibilidad, rendimiento y calidad cada uno de ellos especificados también en porcentaje (Cruellas, 2013, p.74).	Para realizar esta investigación, es necesaria la medición de la eficiencia global de la máquina por medio de tres factores que son disponibilidad, rendimiento y calidad, ya que mediante recolección de datos se hará una evaluación para lograr una mejora.	Disponibilidad	$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Teórico de trabajo} - \text{Tiempo Perdido}}{\text{Tiempo Teórico de Trabajo}} * 100\%$	Razón
			Rendimiento	$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producto Real}}{\text{Producción Teórica}} * 100\%$	
			Calidad	$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción Real} - \text{Defectuoso}}{\text{Producción Real}} * 100\%$	

Anexo 6. Matriz de consistencia

Titulo	Pregunta de investigación			Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala medición
	Problemas	Objetivos	Hipótesis					
"MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LA MÁQUINA DEVANADORA MEDIANTE LA APLICACION DEL TPM EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE HILO"	Problema general ¿Cómo mejorará la eficiencia global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo?	Objetivo general Determinar el mejoramiento de la eficiencia global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo.	Hipótesis general Mediante la aplicación del TPM se mejora la eficiencia global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.	Variable independiente: Mantenimiento productivo total (TPM)	Son actividades con procedimiento especializado y acciones que aseguran, debido a que las máquinas, organizaciones e instalaciones puedan ejecutar el trabajo anticipado en proceso de productividad constante (Rey, 2001, p.59).	Es necesaria emplear dicha herramienta TPM para poder mejorar el OEE y su análisis se dará mediante sus dimensiones e indicadores que son nivel de confiabilidad y disponibilidad.	Indicador 1. Confiabilidad	Razon
	Problema específico a) ¿Cómo mejorará la disponibilidad global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo?	Objetivo específico a) Determinar la mejora de la disponibilidad global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo.	Hipótesis específico H1: La aplicación del TPM mejora la disponibilidad global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.				Indicador 2. Mantenibilidad	
	b) ¿Cómo mejorará el rendimiento global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo?	b) Determinar la mejora del rendimiento global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo.	H2: La aplicación del TPM mejora el rendimiento global de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.	Variable dependiente: Eficiencia Global de la Máquina	Nos permite conocer la eficiencia global de toda máquina o equipo. Para ello, es necesario principalmente conocer los parámetros primordiales que son la disponibilidad, rendimiento y calidad cada uno de ellos especificados también en porcentaje (Cruelles, 2013, p.74).	Para realizar esta investigación, es necesaria la medición de la eficiencia global de la máquina por medio de tres factores que son disponibilidad, rendimiento y calidad, ya que mediante recolección de datos se hará una evaluación para lograr una mejora.	Indicador 3. Disponibilidad	Razon
	c) ¿Cómo mejorará la calidad del producto final de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo?	c) Determinar la mejora de la calidad del producto final de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo.	H3: La aplicación del TPM mejora la calidad del producto final de la máquina devanadora en una empresa de fabricación de hilo.				Indicador 4. Rendimiento	
							Indicador 5. Calidad	

Anexo 7. Juicios de expertos

EXPERTOS	CRITERIOS		
NOMBRES Y APELLIDOS	PERTINENCIA	RELEVANCIA	CALRIDAD
José Salomon Quiroz Calle	SI	SI	SI
Marco Antonio Florián Rodríguez	SI	SI	SI
Hernán Gonzalo Almonte Ucañan	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Carta de presentación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a) (ita): José Salomón, Quiroz Calle

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Ate, promoción 2020 I, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

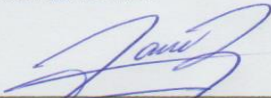
El título de nuestro proyecto de investigación es: Mejora de la eficiencia global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de Operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Firma
Reyes Pezo, Faraw Jackelin
D.N.I.:45089279

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a) (ita): Marco Antonio, Florián Rodríguez

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Ate, promoción 2020 I, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

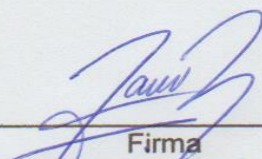
El título de nuestro proyecto de investigación es: Mejora de la eficiencia global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de Operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma
Reyes Pezo, Faraw Jackelin
D.N.I.:45089279

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a) (ita): Hernán Gonzalo, Almonte Ucañan

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Ate, promoción 2020 I, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título de nuestro proyecto de investigación es: Mejora de la eficiencia global de la máquina devanadora mediante la aplicación del TPM en una empresa de fabricación de hilo, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de Operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Firma
Reyes Pezo, Faraw Jackelin
D.N.I.:45089279

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente: Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Son actividades de procedimiento especializado y acciones que aseguran que las máquinas, organizaciones e instalaciones puedan ejecutar el trabajo anticipado en proceso de productividad constante (Rey, 2001, p.59).

Dimensiones de las variables:

Dimensión 1: Confiabilidad

Se refiere como la posibilidad de que todos los elementos, máquinas estén en buen funcionamiento durante el periodo establecido y bajo término (Mesa, Ortiz y Pinzón, 2006, p.156).

Dimensión 2: Mantenibilidad

Es la celeridad con la cual los daños o el funcionamiento erróneo en las máquinas son identificados y corregido a la vez ejecutada con éxito en un tiempo establecido (Mesa, Ortiz y Pinzón, 2006, p.156)

Variable Dependiente: Eficiencia Global de la Máquina (OEE)

Nos indica conocer la eficiencia global de toda máquina o equipo. Para ello, es necesario principalmente conocer los parámetros primordiales que son la disponibilidad, rendimiento y calidad cada uno de ellos especificados también en porcentaje (Cruelles, 2013, p.74).

Dimensión 1: Disponibilidad

Nos indica, el periodo de tiempo que la máquina esté en funcionamiento respecto al periodo de tiempo que se planificó que estuviera en funcionamiento (Cruelles, 2015, P.103).

Dimensión 2: Rendimiento

Se refiere, a cuanto ha fabricado (bueno y malo) en el momento del periodo de tiempo que ha estado en funcionamiento, respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de periodo ideal (Cruelles, 2015, P.103).

Dimensión 3: Calidad

Nos indica, cuanta producción buena a fabricado a la primera, respecto del total de la producción ejecutada (bueno + malo) (Cruelles, 2015, P.103).

Anexo 10. Certificado de validez de contenido del instrumento

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LA MAQUINA DEVANADORA

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSION 1: Confiabilidad $Confiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\%$	X		X		X		
2	DIMENSION 2: Mantenibilidad $Mantenibilidad = 1 - e^{-\lambda t} * 100\%$	X		X		X		
3	DIMENSION 3: Disponibilidad $Disponibilidad = \frac{Tiempo Teórico de trabajo - Tiempo Perdido}{Tiempo Teórico de Trabajo} * 100\%$	X		X		X		
4	DIMENSION 4: Rendimiento $Rendimiento = \frac{Producto Real}{Producción Teórica} * 100\%$	X		X		X		
5	DIMENSION 5: Calidad $Calidad = \frac{Producción Real - Defectuosa}{Producción Real} * 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []
 Apellidos y nombres del juez validador: Dr. /Mg: Mgtr. Ing. JOSE SALOMON QUIROZ CALLE
 Especialidad del validador: INGENIERO INDUSTRIAL

DNI: 06262489

ATE, 11 De Junio del 2020

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico firmado.

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

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

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


 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LA MAQUINA DEVANADORA

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1: Confiabilidad $Confiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \cdot 100\%$	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2: Mantenibilidad $Mantenibilidad = 1 - e^{-\lambda t} \cdot 100\%$	X		X		X		
3	DIMENSIÓN 3: Disponibilidad $Disponibilidad = \frac{Tiempo Teórico de trabajo - Tiempo Parado}{Tiempo Teórico de Trabajo} \cdot 100\%$	X		X		X		
4	DIMENSIÓN 4: Rendimiento $Rendimiento = \frac{Producción Real}{Producción Teórica} \cdot 100\%$	X		X		X		
5	DIMENSIÓN 5: Calidad $Calidad = \frac{Producción Real - Desperdicio}{Producción Real} \cdot 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Mg: Marco Antonio Florian Rodriguez

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial

No aplicable

DNI: 18093024

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico

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

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

12 de junio del 2020



Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LA MAQUINA DEVANADORA

N°	DIMENSIONES / items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSION 1: Confiabilidad $Confiabilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \cdot 100\%$	X		X		X		
2	DIMENSION 2: Mantenibilidad $Mantenibilidad = 1 - e^{-u^t} \cdot 100\%$	X		X		X		
3	DIMENSION 3: Disponibilidad $Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo Teórico de trabajo} - \text{tiempo Parado}}{\text{Tiempo Teórico de Trabajo}} \cdot 100\%$	X		X		X		
4	DIMENSION 4: Rendimiento $Rendimiento = \frac{\text{Producto Real}}{\text{Producción Teórica}} \cdot 100\%$	X		X		X		
5	DIMENSION 5: Calidad $Calidad = \frac{\text{Producción Real} - \text{Defectuoso}}{\text{Producción Real}} \cdot 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: ALMONTE UCAÑAN HERNAN GONZALO

DNI: 08870069

Especialidad del validador: INGENIERIA INDUSTRIAL

15 de JUNIO del 2020

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

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



 Firma del Experto Informante.

Anexo 11. Cronograma de ejecución de la propuesta

PLAN MAESTRO PARA LA ACTIVACIÓN DEL TPM		
ID	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN
1	IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	50 días
2	Inicio de la implementación	1 día
3	Anuncio de implementación de TPM	2 día
4	Charla por parte de gerencia anunciando la implementación	1 día
5	Comunicación a todo el personal del área de devanado	1 día
6	Lanzamiento de la campaña sobre TPM	2 días
7	Curso sobre el Mantenimiento Productivo Total	1 día
8	Publicación de afiches en las instalaciones, referente al TPM	1 día
10	Establecimiento de comité para promover el TPM	4 día
11	Formación de comité de implementación	1 día
12	Firma de acta de conformidad	1 día
13	Elaboración de responsabilidad del comité	1 día
14	Definición de política y objetivo para el TPM	4 días
15	Elaboración de la política de mantenimiento	2 días
16	Elaboración del objetivo de mantenimiento	1 día
17	Firma de acta de conformidad y difusión	1 día
18	Realizar el Plan Maestro	5 días
19	Coordinación con los comité para establecer programas de mantenimiento autónomo	2 días
20	Coordinación con los comité para establecer programas de mantenimiento preventivo	2 días
21	Elaboración del cronograma de la implementación del TPM	1 día
22	Lanzamiento formal de la implementación del TPM	1 día
23	Reunión con todo el personal de la empresa	1 día
24	Inicio de la implementación	1 días
25	Evaluación escrita a los operarios cerca del TPM	1 día
26	Desarrollo el programa de mantenimiento autónomo	27 días
27	Charla de sensibilización por parte del líder del área	1 día
28	Capacitación especializada sobre las máquinas del área de devanado	15 días
29	Elaboración de procedimientos de limpieza e inspección de las máquinas y formatos de mejora	2 días
30	Difusión al personal sobre los procedimientos y formatos de mejora	1 día
31	Entrenamiento de líder hacia los operarios sobre el funcionamiento, limpieza y lubricación de las máquinas	7 días
32	Evaluación al personal, habilitación a las actividades de mantenimiento autónomo	1 día
33	Desarrollo del programa de Mantenimiento planificado	6 días
34	Establecer las actividades de mantenimiento preventivo para la máquina	2 días
35	Elaborar una lista de repuestos para el mantenimiento	1 días
36	Elaborar un formato de solicitud de repuestos	1 día
37	Difundir las actividades preventiva a todo el área	1 días
38	Consolidación del TPM	1 días
39	Difundir el desarrollo del mantenimiento	1 días

Anexo 13. Actividades de mantenimiento preventivo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
AREA:	DEVANADO		
MÁQUINA:	DEVANADORA	MARCA:	RITE
ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO DE DURACIÓN	
Limpieza total de la máquina	Diario	20 min.	
Revisar los viajeros	Diario	7 min.	
Revisar los pernos y tuercas de tapa de caja	Diario	7 min.	
Lubricar guías	Interdiario	15 min.	
Revisar la manija y resortes	Mensual	15 min.	
Revisar la palanca de soporte del sistema de aspas	Mensual	15 min.	
Revisar los guidores de hilo	Cada 10 meses	25 min.	
Aplicar aceite ala caja de cada husillo	Anual	6 hrs.	
Cambiar el rodamiento del motor 1, 2 y 3	Anual	1.5 hrs.	

Anexo 14. Procedimiento de limpieza general

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA	
LIMPIEZA GENERAL	
PRECAUCION	*Asegurar el bloqueo de la maquina. *Se requiere el uso de sus EPPs, la limpieza se efectúa por encima y al interior de la maquina. *Si notas problemas de seguridad que pueda causar daños, NO OPERE e informe inmediatamente al jefe o supervisor.
TIPO DE MANTENIMIENTO: Autónomo ACTIVIDAD: Limpieza General DURACIÓN: 25 minutos	FECHA: HORA:
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
1. Seleccionar los materiales para realizar la limpieza de la máquina (trapos, solventes, etc).	
2. Retirar el polvo, grasa y desperdicio de toda el área con el uso de un trapo seco.	
3. Retirar el polvo y desperdicios de la superficie e interior de la máquina.	
4. Extraer la grasa solidificada de las piezas y limpiar el aceite de la superficie e interiores.	
5. Retirar el óxido de las superficies, utilizar solventes que no afecten la lubricación.	
6. Limpiar los circuitos del sistema eléctrico con limpiacontactos y aire.	
7. Limpiar los tensadores, sensores, guiahilo y aspa.	
8. Verificar que el área esté despejada y limpia.	
9. Guardar los materiales utilizados en el lugar establecido.	
10. Informar al supervisor para la verificación.	
APROBADO POR:	
OBSERVACIÓN:	
NOTA: Este procedimiento se realizará diariamente y será supervisado. No olvidar registrar alguna falla en el formato establecido.	

Anexo15. Procedimiento de inspección general

Anexo15. Procedimiento de inspección general

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN																																																																																		
PRECAUCIÓN	*Asegurar el bloqueo de la máquina. *La inspección se efectúa caminando alrededor, por encima y al interior de las maquinas. Para la inspección se requiere utilizar sus EPPS. *Si notas problemas de seguridad que pueda causar daños, NO OPERAR, y notifique mediante el formato de registro de fallas al supervisor.																																																																																	
TIPO DE MANTENIMIENTO: Autónomo ACTIVIDAD: Inspección general DURACIÓN: 3horas	FECHA: HORA:																																																																																	
INSPECCIÓN GENERAL																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>OK</th> <th>REP</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Verificar de fugas de las líneas de lubricación y engrase.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Confirmar que la grasa multipropósito y de engraje abierto llegue a todos los puntos de lubricación.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Manguras de grasa rotos, retorcidos o doblados.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Mangueras y cables en buen estado y asegurados.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>En lubricación de engranajes abiertos, confirmar que el sistema cubra todo el largo de los dientes de la corona de giro.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Drene la humedad de todos los depósitos del sistema de aire comprimido .</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Revisar fuga de Aceite.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Revisar Nivel de Tanque de Grasa.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Verificar el tensado de la fajas y reajustar de ser necesario.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Señalizaciones de Seguridad o de instrucción en buen estado</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Verificar el ajuste de los anillos, tornos y aros y reajustar de ser necesario.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Verificar el juego axial y reajustar de ser necesario.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Verificar el tensado de la correa y reajustar de ser necesario</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Revisar Fisuras y Daños.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Revisar elementos de desgaste.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Revisar buen estado de los topes de amortiguación de los rodillos.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Confirmar la operación adecuada de los sistemas operados por aire.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Verificar los frenos.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Verificar las bombas de grasa.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Inspección visual de operación y soldaduras.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Medición de vibraciones a motores, transmisiones y ejes.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Inspección, limpieza y cambio de todos los filtros de las bombas de re-circulación de aceite.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Llenar a nivel de aceite.</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td>Revisar soportes de tubería de aceite motor.</td></tr> </tbody> </table>	OK	REP		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar de fugas de las líneas de lubricación y engrase.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confirmar que la grasa multipropósito y de engraje abierto llegue a todos los puntos de lubricación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manguras de grasa rotos, retorcidos o doblados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mangueras y cables en buen estado y asegurados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En lubricación de engranajes abiertos, confirmar que el sistema cubra todo el largo de los dientes de la corona de giro.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Drene la humedad de todos los depósitos del sistema de aire comprimido .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar fuga de Aceite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar Nivel de Tanque de Grasa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el tensado de la fajas y reajustar de ser necesario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Señalizaciones de Seguridad o de instrucción en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el ajuste de los anillos, tornos y aros y reajustar de ser necesario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el juego axial y reajustar de ser necesario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el tensado de la correa y reajustar de ser necesario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar Fisuras y Daños.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar elementos de desgaste.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar buen estado de los topes de amortiguación de los rodillos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confirmar la operación adecuada de los sistemas operados por aire.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar los frenos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar las bombas de grasa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspección visual de operación y soldaduras.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Medición de vibraciones a motores, transmisiones y ejes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspección, limpieza y cambio de todos los filtros de las bombas de re-circulación de aceite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Llenar a nivel de aceite.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar soportes de tubería de aceite motor.	<table border="1"> <tr> <td>Observaciones:</td> <td>Nombre:</td> <td>Firma:</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Observaciones:	Nombre:	Firma:			
OK	REP																																																																																	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar de fugas de las líneas de lubricación y engrase.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confirmar que la grasa multipropósito y de engraje abierto llegue a todos los puntos de lubricación.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manguras de grasa rotos, retorcidos o doblados.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mangueras y cables en buen estado y asegurados.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En lubricación de engranajes abiertos, confirmar que el sistema cubra todo el largo de los dientes de la corona de giro.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Drene la humedad de todos los depósitos del sistema de aire comprimido .																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar fuga de Aceite.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar Nivel de Tanque de Grasa.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el tensado de la fajas y reajustar de ser necesario.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Señalizaciones de Seguridad o de instrucción en buen estado																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el ajuste de los anillos, tornos y aros y reajustar de ser necesario.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el juego axial y reajustar de ser necesario.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar el tensado de la correa y reajustar de ser necesario																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar Fisuras y Daños.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar elementos de desgaste.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar buen estado de los topes de amortiguación de los rodillos.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confirmar la operación adecuada de los sistemas operados por aire.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar los frenos.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Verificar las bombas de grasa.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspección visual de operación y soldaduras.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Medición de vibraciones a motores, transmisiones y ejes.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspección, limpieza y cambio de todos los filtros de las bombas de re-circulación de aceite.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Llenar a nivel de aceite.																																																																																
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Revisar soportes de tubería de aceite motor.																																																																																
Observaciones:	Nombre:	Firma:																																																																																

Anexo16. Procedimiento de lubricación

PROCEDIMIENTO DE LUBRICACIÓN

LUBRICACIÓN

PRECAUCION

*Asegurar el bloqueo de la maquina.
*La limpieza se efectúa por encima y al interior de las maquinas. Para la limpieza se requiere
*Si notas problemas de seguridad que pueda causar daños, NO OPERAR, y notifique mediante el formato de registro de fallas al supervisor.

TIPO DE MANTENIMIENTO: Autónomo

FECHA:

ACTIVIDAD: Lubricación

HORA:

DURACIÓN: 15 - 25 MINUTOS

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

1. Lubricar inmediatamente siempre que encuentra un equipo sin lubricar o lubricado inadecuadamente.
2. Reemplazar todo los lubricantes contaminados.
3. Limpiar todas las entradas de lubricante sucios.
4. Verificar si todos los mecanismo de lubricación automatática funcionan correctamente.
5. Lubricar todas las piezas que giran o se deslizan.
6. Limpiar y reparar todo el equipo de lubricación manual.
7. Cerrar bien los envases delubricación, guardar correctamente para su posterior uso.
8. Informar al supervisor para la verificación y posterior confirmación.

APROBADO POR:

OBSERVACIÓN:

NOTA: Este procedimiento se realizará a diario y será supervisado.No olvidar registrar alguna falla en el formato establecido.

Anexo 17. Procedimiento de ajustes

PROCEDIMIENTO DE AJUSTES

AJUSTES DE PERNOS Y TUERCAS

PRECAUCION

*Asegurar el bloqueo de la maquina.
*se requiere utilizar sus EPPs y las herramientas adecuadas.
*Si notas problemas de seguridad que pueda causar daños, NO OPERE e informe inmediatamente al jefe o supervisor.

TIPO DE MANTENIMIENTO: Autónomo

ACTIVIDAD: AJUSTES

DURACIÓN: 15 - 25 MINUTOS

FECHA:

HORA:

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

1. Apretar y asegurar los pernos y tuercas flojos.
2. Cambiar los pernos y tuercas con fallas.
3. Cambiarr los pernos y tuercas irregulares.
4. Cambiarr las arandelas y tuercas inapropiadas o fuera de medidas.
5. Emplear mecanismos de bloqueo en tuercas importantes que se aflojan constantemente.
6. Finalizando el ajuste, informar al supervisor para la verificación y posterior confirmación.
7. Los elementos usados en el proceso de ajustes deberán ser guardadas en sus separadores.

APROBADO POR:

OBSERVACIÓN:

NOTA: Este procedimiento se realizará a diario y será supervisado.