



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación del TPM para incrementar la eficiencia global de los equipos en la empresa volcotech Ingeniería y Servicios E.I.R.L, ATE, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Rodríguez Barboza, Marianela Yoselin (ORCID: 0000-0001-8098-2662)

Palacios Pino, Zurman (ORCID: 0000-0002-8955-8814)

**ASESOR:**

Mg. Almonte Ucañan, Hernán Gonzalo (ORCID: 0000-0002-5235-4797)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Sistemas de Gestión de la Seguridad y Calidad

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **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

CARATULA .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	11
I. INTRODUCCIÓN .....	12
II. MARCO TEÓRICO .....	17
III. METODOLOGÍA.....	23
Tipo de investigación .....	24
Diseño de la investigación .....	24
Variables y operacionalización.....	24
Población, muestra y unidad de análisis .....	29
Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	29
Procedimientos .....	31
Métodos de análisis de datos .....	31
Aspectos éticos.....	32
Desarrollo de la propuesta.....	33
IV. RESULTADOS .....	58
Análisis descriptivo.....	59
Análisis inferencial.....	65
V. DISCUSIONES .....	72
VI. CONCLUSIONES .....	75
VII. RECOMENDACIONES.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79
ANEXOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Anexo 1. Baja eficiencia global de las máquinas - Diagrama de Ishikawa .....	86
Anexo 2. Causas del Problema de Investigación-Diagrama de Pareto.....	86

Anexo 3. Causas con mayor frecuencia - Diagrama de Pareto .....	87
Anexo 4. Matriz de consistencia .....	88
Anexo 5. Juicios de expertos.....	90
Anexo 6. Cronograma de ejecución de la propuesta.....	91
Anexo 7. Registro de fallas .....	92
Anexo 8. Actividades de mantenimiento preventivo .....	93
Anexo 9. Procedimiento de limpieza general.....	94
Anexo 10. Procedimiento de inspección general .....	95
Anexo 11. Procedimiento de lubricación.....	96
Anexo 12. Procedimiento de ajustes .....	97
Anexo 13. Porcentaje de turnitin.....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz operacional.....	27
Tabla 2. Juicio de expertos.....	30
Tabla 3. Datos de registro de la máquina devanadora – antes.....	34
Tabla 4. Estado actual de medición de la máquina – ante.....	38
Tabla 5. Estado de las máquinas de termofusion– antes.....	39
Tabla 6. Programas de actividades mantenimiento autónomo.....	44
Tabla 7. Cronograma de ejecución de la propuesta.....	45
Tabla 8. Registro de fallas.....	46
Tabla 9. Actividades de mantenimiento preventivo.....	47
Tabla 10. Procedimiento de limpieza general.....	48
Tabla 11. Procedimiento de lubricación.....	49
Tabla 12. Datos de registro de la máquinas – después.....	50
Tabla 13. Estado mejorado de medición de la máquina – después.....	54
Tabla 14. Estado de la máquinas.....	55
Tabla 15. Disponibilidad – análisis descriptivo.....	62
Tabla 16. Rendimiento – análisis descriptivo.....	63
Tabla 17. Calidad – análisis descriptivo.....	63
Tabla 18. Análisis descriptivo antes y después de la mejora.....	64
Tabla 19. OEE – análisis descriptivo.....	64
Tabla 20. Análisis descriptivo antes y después de la mejora.....	65
Tabla 21. Disponibilidad – análisis de prueba de normalidad.....	66
Tabla 22. Rendimiento – análisis de prueba de normalidad.....	66
Tabla 23. Calidad – análisis de prueba de normalidad.....	66
Tabla 24. OEE – análisis de prueba de normalidad.....	67
Tabla 25. Hipótesis general (Ha) – análisis estadístico de muestras emparejadas .....	68
Tabla 26. Hipótesis específica (H1) – análisis estadístico de muestras emparejadas.....	69
Tabla 27. Hipótesis específica (H2) – análisis estadístico de muestras emparejadas.....	70
Tabla 28. Hipótesis específica (H3) – análisis estadístico de muestras emparejadas.....	71

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Situación de máquinas.....	31
Gráfico 2. Eficiencia Global de la máquina devanadora.....	33
Gráfico 3. Tiempo de reparación – antes.....	35
Gráfico 4. Confiabilidad de la máquina – antes.....	35
Gráfico 5. Mantenibilidad de la máquina – antes.....	36
Gráfico 6. Disponibilidad de la máquina – antes.....	39
Gráfico 7. Rendimiento de la máquina – antes.....	40
Gráfico 8. Calidad de la máquina – antes.....	40
Gráfico 9. OEE de la máquina – antes.....	41
Gráfico 10. Tiempo de reparación – después.....	51
Gráfico 11. Confiabilidad de la máquina – después.....	52
Gráfico 12. Mantenibilidad de la máquina – después.....	53
Gráfico 13. Disponibilidad de la máquina – después.....	55
Gráfico 14. Rendimiento de la máquina – después.....	55
Gráfico 15. Calidad de la máquina – después.....	56
Gráfico 16. OEE de la máquina – después.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1.Clasificación del OEE.....	21
Figura 2. Cartel de promoción del TPM.....	42



## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>TPM</b>	Mantenimiento Productivo Total
<b>OEE</b>	Eficiencia Global del Equipo
<b>JIMP</b>	Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta
<b>MTBF</b>	Tiempo medio entre fallas
<b>MTTR</b>	Tiempo promedio de reparación
<b>TMPR</b>	Tiempo medio para la reparación
<b>TO</b>	Tiempo de operación
<b>TR</b>	Tiempo de reparación
<b>MP</b>	Materia prima

## RESUMEN

El trabajo de investigación de tesis de título: “Aplicación del TPM para incrementar la eficiencia global de los equipos en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate 2022.”; tuvo por objetivo principal determinar el mejoramiento de la eficiencia global de las máquinas de termofusión mediante la aplicación del TPM en la empresa. La propuesta de TPM mejorará la eficiencia general de las máquinas en el área de servicio de mantenimiento. Esto se debe a que los principales pilares del mantenimiento autónomo y preventivo se implementan en áreas donde los trabajadores realizan tareas preventivas en las máquinas. Involucrado en cada arreglo. Su finalidad se aplica a nivel descriptivo y descriptivo utilizando un enfoque cuantitativo y cuasi diseño de experimentos. Las sugerencias se aplican al área de mantenimiento. Nuestra propuesta se realizará en el área de mantenimiento. Los datos de la máquina se recopilaron durante las 12 semanas anteriores y posteriores. Las herramientas de recolección de datos son: Con base en fichas de registro, informes diarios y observaciones, analizamos sus niveles de desempeño y eficiencia, así como la confiabilidad y mantenibilidad de las máquinas.

Utilizamos SPSS para procesar los datos seleccionados. Finalmente, se realiza una comparación con el análisis de especies mejorado propuesto en cuanto a sus indicadores (uno antes y otro después), lo que significa un cambio que beneficia a la empresa y a la gerencia. La razón del aumento del rendimiento radica en lo que se investigó en el presente estudio. En resumen, la eficiencia global de la máquina aumentó del 48,99 % al 68,91 % gracias al uso de TPM. Como resultado, la disponibilidad aumentó de 65,30% a 83.

Palabras Claves: Aplicación del TPM, eficiencia global, incrementar la eficiencia

## **ABSTRACT**

The title thesis research work: "Application of the TPM to increase the global efficiency of the equipment in the company Volcotech Engineering and Services Eirl, Ate 2022."; Its main objective was to determine the improvement of the global efficiency of the thermofusion machines through the application of the TPM in the company. The TPM proposal will improve the overall efficiency of machines in the maintenance service area. This is because the main pillars of autonomous and preventive maintenance are implemented in areas where workers perform preventive tasks on machines. Involved in every arrangement. Its purpose is applied at a descriptive and descriptive level using a quantitative approach and quasi design of experiments. The suggestions apply to the maintenance area. Our proposal will be made in the maintenance area. Machine data was collected over the 12 weeks before and after. The data collection tools are: Based on registration cards, daily reports and observations, we analyze their performance and efficiency levels, as well as the reliability and maintainability of the machines.

We use SPSS to process the selected data. Finally, a comparison is made with the proposed improved species analysis in terms of its indicators (one before and one after), which means a change that benefits the company and management. The reason for the increased performance lies in what was investigated in the present study. In short, the overall efficiency of the machine increased from 48.99% to 68.91% thanks to the use of TPM. As a result, the availability increased from 65.30% to 83.

Keywords: TPM application, global efficiency, increase efficiency

## **I. INTRODUCCIÓN**

## Realidad problemática

Realidad Internacional: en el entorno competitivo de la mayoría de empresas debe afrontar diversos retos, vienen desarrollándose a través del avance tecnológico e innovadoras ya que su transformación se va haber reflejado en sus objetivos, por lo cual las empresas buscan confiabilidad prevista de las operaciones y rendimiento óptimo de sus equipos.

Realidad Nacional: las industrias se encuentran en gran crecimiento en cuanto a las nuevas tecnologías, el problema de las industrias peruanas es que no están implementadas con la gestión de mantenimiento, sin embargo no invierten lo suficiente en investigación y desarrollo de nuevos métodos afectando la vida útil del equipo como la baja productividad, sin embargo el mantenimiento no solo se trata de corregir o levantar las observaciones las máquinas, es una de las partes de mayor importancia en la organización empresarial que involucre en si a todos los activos de la representada.

Empresa: Volcotech Ingeniería y Servicios E.I.R.L, brinda mantenimiento preventivo, correctivo en máquinas de termofusión, realizamos instalación de geo sintéticos y tubería en HDPE, el problema se detalla en la falta de organización del área de mantenimiento de los equipos, constantemente presentan fallas por lo que genera en la producción, paradas de equipos inesperadas es por ello que ocasiona que en la producción se presente tiempos muertos. Eso se ve reflejado en la baja productividad, se ha presentado en ocasiones devoluciones de equipos, cabe indicar que nos afecta en el prestigio reputacional de la empresa generando en los clientes desconfianza y para nuestra representada pérdida económicas. En esta ocasión, nos centraremos únicamente en las líneas de servicio para mejorar el OEE. El problema comenzó a aparecer gráficamente. Esta herramienta diagrama de Ishikawa que es tan útil el que nos ayuda a identificar todas las posibles causas.

Realizaremos el Diagrama de Pareto de causa raíz en máquinas de baja eficiencia general. Indica que las frecuencias pertenecen al personal responsable del área. En el cuadro realizado se reflejará la frecuencia de las causas, el porcentaje acumulado, y se puede inferir que el 80% de las razones están relacionadas con las máquinas y acciones de cada operario, mientras que el 20% indica que los empleados no están capacitados, lo que se suma al bajo rendimiento general de las máquinas que percibimos.

Por ello, ante estos motivos y el afán de mejorarlos, potenciamos el rendimiento global de la máquina mediante la aplicación de TPM, que consigue además la fiabilidad de las máquinas, equipos y sistemas. Instalación, asegurando la continuidad de la gestión de la máquina y aumentando el OEE.

### **Formulación del problema**

#### **Problema general**

¿Cómo mejorará la eficiencia global de las máquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios EIRL, Ate?2022?

#### **Problemas específicos**

¿Cómo mejorará la disponibilidad global de las máquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios EIRL, Ate, 2022?

¿Cómo mejorará el rendimiento global de las máquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios EIRL, Ate, 2022?

¿Cómo mejorará la calidad del producto final de las máquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios EIRL, Ate ,2022?

Es necesario todos los problemas descritos, que se encuentra como las paradas intermitentes, desconocimiento del operador, etc., utilizando la herramienta TPM. Esto a su vez ayudará a aumentar la producción de máquinas en esta zona y por tanto en la fábrica. Esto dependerá de la implementación de la herramienta recomendada y evitará mayores inconvenientes. Por lo tanto, la importancia de este

busca mejoras y ventajas a la formalización de los indicadores que nos permitirán evitar el bajo desempeño general del movimiento en este campo nos ayudará.

#### Justificación práctica

Esto se hace ya que existe obligación de mejorar la eficiencia de las máquinas de tratamiento térmico, así como el nivel de producción de la mencionada empresa, cabe mencionar que se encontró en un nivel bajo.

#### Justificación teórica

Este estudio se realizó con el objetivo de enriquecer colaborativamente el conocimiento existente en temas relacionados con este campo y brindar una herramienta fundamental para maximizar el OEE en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios EIRL, Ate, 2022.

#### Justificación económica

El desarrollo de este trabajo con la aplicación de estas recomendaciones se mejorará el rendimiento general de las máquinas y se reducirán algunos costos, en la empresa, también hace aumentar los ingresos de la empresa, reflejado en lucro.

#### Objetivos

##### Objetivo general

Determinar el mejoramiento de la eficiencia global de las máquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate,2022.

##### Objetivo específico

Determinar la mejora de la disponibilidad global de las máquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate,2022.

Determinar la mejora del rendimiento global de las máquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate,2022.

Determinar la mejora de la calidad del producto final de las máquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate, 2022.

#### Hipótesis

### Hipótesis general

Mediante la aplicación del TPM mejora la eficiencia global de las máquinas una empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate, 2022.

### Hipótesis específica

La aplicación del TPM mejora la disponibilidad global de las máquinas en la empresa de Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate, 2022.

La aplicación del TPM mejora el rendimiento global de las máquinas en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl Ate, 2022.

La aplicación del TPM mejora la calidad del producto final de las máquinas en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate, 2022.



## **II. MARCO TEÓRICO**

#### Antecedente nacional

SEMINARIO Cerdán, Luis. El propósito es aumentar la eficiencia de las máquinas CNC mediante la aplicación del control integral de producción de las empresas de maquinaria de metal. Se realizó un estudio para ver cómo el TPM mejora la eficiencia de la máquina. La investigación se realiza a nivel descriptivo, de largo plazo y descriptivo. Esto es casi-experimental y utiliza un procedimiento deductivo. La población estuvo conformada por dos equipos y se registró la eficiencia global de la máquina durante 20 semanas (alrededor). Se aplicaron las siguientes encuestas de campo y formatos de evaluación de desempeño a la encuesta OEE. B. Los informes de mantenimiento, las listas de verificación de procesos, los programas de mecanizado y las herramientas manuales han sido aprobados por 03 ingenieros para garantizar la integridad de la información revelada durante la investigación.

CRISTÓBAL Rojas, Raúl. Su propósito es mejorar la eficiencia general de la máquina mejorando el TPM en el área de trituración. A medida que el diseño de la prueba previa se aplica al grupo, incluidas la prueba previa y la prueba posterior, es necesario revisar la literatura, las notas, los informes y las hojas de datos relevantes para las máquinas en este campo. También se tienen en cuenta los archivos electrónicos que contienen datos útiles para el trabajo en curso. La prueba T mostró una diferencia en el OEE antes y después de la administración de TPM, una mejora promedio de 65% a 70%, de igual manera el rendimiento de las máquinas mejoró de 67% a 71% en promedio, los costos promedio de mantenimiento se minimizaron en S/. 435 64933.

#### Antecedente internacional

TRIANA Cortes, Cristian. El objetivo es diseñar algunos de los pilares del TPM y propuestas de aplicación que utilicen herramientas internas de indexación de productividad OEE. El método de implementación y operación propuesto es investigar el estado de la planta en detalle, revisar los equipos de cada equipo, realizar un viaje de un día, recopilar datos suficientes y poder explicar las

actividades diarias del operador. máquina. Una vez que finalmente tenga la información, ejecute el formato de diagnóstico TPM en su dispositivo.

CARRANZA Ortiz, Luz y GARCÍA García, Fabio. El objetivo es proponer estrategias para mejorar la producción en una de las principales empresas de este sector como lo es Flexo Spring SAS. Las estrategias de optimización están formadas por métodos de mejora continua de la fabricación, como: B. Establecimiento de un sistema de indicadores OEE a la medida. El propósito de implementar esta métrica es capturar información que contribuya a la gestión aislando los principales factores que reducen el rendimiento de los procesos y agrupándolos en métricas que miden el comportamiento de las variables clave.

### Mantenimiento productivo total (TPM)

Los servicios industriales de la organización, ya que promueve la creación de habilidades a través de la eliminación estricta de métodos quirúrgicos y deficiencias metodológicas. En segundo lugar, el TPM es una herramienta de varias actividades ordenadas que pueden ayudar a mejorar el desempeño de su organización o servicios industriales. Por esta razón, esta estrategia ofrece muchas ventajas competitivas a través de fallas en el sistema operativo. Esto también ayuda a reducir costos, mejorar la preparación del personal, mejorar el tiempo y mejorar la calidad de los artículos y servicios.

### Objetivos del TPM

Incrementar la efectividad:

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

## Pilares del TPM

El proceso principal de TPM requerido para proceder con esta investigación.

### Mantenimiento autónomo

Esto incluye a todos los operadores que tienen el conocimiento para identificar y reconocer el mal funcionamiento del equipo y las fallas de rendimiento. La tarea debe realizarse ejecutando el estándar por adelantado con la ayuda del propio operador.

### Mantenimiento planificado

Encuentre formas de mejorar la eficiencia del equipo con el mantenimiento, ya que elimina los problemas del equipo, a través de actividades de clasificación y limpieza.

## Elementos del TPM

### Confiabilidad

Es la probabilidad de que todas las partes y máquinas estén en buenas condiciones de funcionamiento durante su construcción y por un período de tiempo específico. Por esta razón, la confiabilidad es la tecnología de un elemento que realiza sus tareas de acuerdo con el estándar durante un cierto período de tiempo, luego del cual el sistema, elemento o producto puede funcionar normalmente sin ningún daño, durante un cierto período de tiempo.

### Mantenibilidad

Esta una forma de representar el tiempo de falla del equipo, con un tiempo de recuperación y un tiempo de retorno del equipo significativos. Por lo tanto, la mantenibilidad se define como la probabilidad de que un elemento en una situación imperfecta haya sido identificado, reparado e implementado con éxito dentro de un cierto período de tiempo.

## Eficiencia Global de los Equipo (OEE)

Es indispensable reconocer los principales parámetros de rendimiento, disponibilidad y calidad, de cada una de las máquinas que brindara porcentaje.

### Objetivo del OEE

- ✓ Gracias al análisis OEE podemos encontrar las fallas más comunes y así mejorar las debilidades que se presentan en la planta.
- ✓ Se enfoca en reducir la relación entre costo, mantenimiento y pérdida de calidad. Por lo tanto, quería crear un mantenimiento rentable.
- ✓ Estas razones mencionadas van encaminadas a aumentar el OEE y la productividad, lo que redundará en una planta más eficiente, así como en la reducción de costes y, sobre todo, en la maximización de los beneficios de la empresa.

### Factores del OEE

En cualquier organización, OEE se implementa con el objetivo de crear el máximo rendimiento de la máquina a través de tres factores disponibles para OEE, a saber:

- ✓ Disponibilidad
- ✓ Claridad
- ✓ Rendimiento o efectividad

Se deduce de lo anterior:

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

Los factores mencionados nos darán diferentes pérdidas que afectan a la máquina, al proceso y al propio producto. Por este motivo, cualquier intento de incrementar estos factores conducirá a una mejora del OEE.

### Elementos de cálculo del OEE

Se determina midiendo los 3 factores mencionados anteriormente, que son el rendimiento, la calidad y disponibilidad, que son los mismos factores que nos ayudarán a aumentar el OEE.

Dimensiones

Disponibilidad

Esto incluye a los operadores que tienen el conocimiento para identificar y reconocer el mal funcionamiento del equipo y las fallas de rendimiento. La tarea debe realizarse ejecutando el estándar por adelantado con la ayuda del propio operador.

Rendimiento

Reduce la eficiencia de la máquina. Es decir, minimiza la capacidad diseñada o diseñado

Calidad

Este es un parámetro que indica la pérdida por defectos de fabricación en el producto e indica si estos productos defectuosos necesitan ser retirados directamente o si hay algo que puede ser remanufacturado.

### **III. METODOLOGÍA**

## Tipo de investigación

Para las empresas que brindan servicios de reparación y mantenimiento a nivel de desarrollo, aplicación, propósito es mejorar el OEE de los equipos de fusión por calor a través de TPM, por lo que el propósito es considerar si es un tipo de aplicación. Nuestro tipo de investigación se basa en examinar los problemas presentados en este estudio y desarrollar formas de adaptarse a las decisiones de los problemas encontrados por el investigador. (Valderrama, 2013, p.23).

De acuerdo a las cuestiones observadas en la dirección del trabajo, la Encuesta tiene un nivel descriptivo y descriptivo con enfoque cuantitativo. Este estudio está diseñado verticalmente por esta razón y su rango de tiempo para obtener soluciones 3 meses antes y 3 meses después del análisis.

## Diseño de la investigación

Nuestro estudio de la "Aplicación del TPM para incrementar la eficiencia global de los equipos en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate, 2022" Es experimental, especialmente casi-experimental. Antes de la estimulación o tratamiento experimental, luego el tratamiento y finalmente una prueba de estimulación". Se le pedirá que muestre la eficiencia global previa al estudio y, por lo tanto, la eficiencia global posterior al aplicar las mejoras.

## VARIABLES Y OPERACIONES

### Productividad Total Retenida (Variable Independiente)

Son actividades con procedimientos y procedimientos especiales que permiten a las máquinas, empresas y vehículos realizar las tareas previstas en un proceso con productividad constante.

### Eficiencia general del dispositivo (variable dependiente)

Esto te da una idea de la eficiencia global de cualquier máquina o electrodoméstico. Sobre todo, necesita conocer los parámetros clave de disponibilidad, rendimiento y calidad. Estos parámetros también se muestran como porcentajes

## Definición operacional



Mantenimiento productivo total (Variable independiente)

Debe utilizar esta herramienta TPM para mejorar el OEE. Se realiza el análisis por indicadores y dimensiones, que son medidas de disponibilidad y confiabilidad.

Eficiencia global de la máquina (Variable dependiente)

Para llevar a cabo esta investigación, es necesario medir la eficiencia de toda la máquina en términos de disponibilidad, rendimiento y calidad para evaluar y mejorar mediante la recopilación de datos.

Mantenimiento productivo total (Variable independiente)

Confiabilidad

Se denomina así a la posibilidad de que todos los elementos y máquinas se encuentren en buen estado de funcionamiento durante el plazo y plazo especificado.

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

MTBF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo promedio de reparación

Mantenibilidad

Esta es la velocidad a la que se detecta y repara el daño o el mal funcionamiento de una máquina cuando se ejecuta con éxito dentro de un período de tiempo establecido.

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

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

Esto ayuda cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina, en relación con cuánto tiempo debería haber estado funcionando la máquina.

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

Rendimiento

La cantidad que se produjo durante el período operativo (bueno y malo) y la cantidad que debería haberse producido durante el período ideal.

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

Calidad

Esto demuestra lo buena que se hizo inicialmente la producción con respecto a la producción total. (bueno + malo)

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

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

“Un conjunto finito o infinito de características comunes con las que se relacionan las conclusiones de un estudio. Está limitado por el propósito de la descripción e investigación del problema.”

Nuestra población está determinada por la máquina de fusión en caliente y la producción realizada durante el período de observación 3 meses antes y 3 meses después de la inserción de las variables de control.

### Muestra

“El censo incluye el número total de elementos de la población. Esto se debe a que nuestro estudio es de tipo censal, interpretado por una máquina de termofusión, y la producción realizada durante el período de observación hace 12 semanas y 12 semanas después es censal por la pequeña dimensión poblacional, muestra que estamos adoptando la total población para su consideración”

### Unidad de análisis

Esta es una parte regular del proceso de producción donde se registra toda la información relacionada con las variables de búsqueda. Se toman muestras a criterio de expertos para determinar el número de personas que están familiarizadas con el objetivo de la encuesta. Sobre todo, jefes de producción, jefes de operaciones, jefes de mantenimiento, operarios. Dado que nos enfocamos directamente en el área de mantenimiento involucrado en el proceso, aplicaremos las entrevistas pertinentes.

## Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

### Técnica

“Es un método o formato específico para recolectar información y datos. Cada disciplina tiene una técnica específica para recolectar información que complementa los métodos científicos con usos comunes.”

Las técnicas utilizadas en este estudio provienen de fuentes primarias cuando se recopilaron los datos. A través de la observación en el sitio y la recopilación de datos, puede obtener datos basados en el registro de su empresa y puede verificar el estado de producción y la eficiencia mecánica en este campo.

#### Instrumento de recopilación de datos

Diseñado para recopilar datos cualquier dispositivo o formatos (digital o en papel) utilizándose para registrar o almacenar información sobre el elemento que se investiga.” (p.68).

La información se extrajo a través de formularios de observación o registro que mostraban los tiempos de producción resultantes e informes diarios que mostraban los datos acumulativos de la producción diaria. También utilizamos programas SPSS para procesar los datos recopilados.

#### Validez y confiabilidad

Es discutida por una teoría previamente validada por el autor. De igual forma, la verificación de las herramientas, equipos e indicadores de nuestra investigación se realiza a través del juicio de los expertos que determinan la efectividad de los equipos. Este documento de validez es encuentra en el (Anexos 6, 7, 8 y 9).

Tabla 2. *Juicio de expertos*

<b>EXPERTOS</b>	<b>CRITERIOS</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>PERTINENCIA</b>	<b>RELEVANCIA</b>	<b>CLARIDAD</b>
José Salomón Quiroz Calle	SI	SI	SI
Jorge Ernesto Cáceres Trigoso	SI	SI	SI
Hernán Gonzalo Almonte Ucañan	SI	SI	SI

Los datos obtenidos proporcionados por la empresa. Estos cálculos de la herramienta propuesta son validados por la prueba estadística SPSS25 con el propósito de tabular.

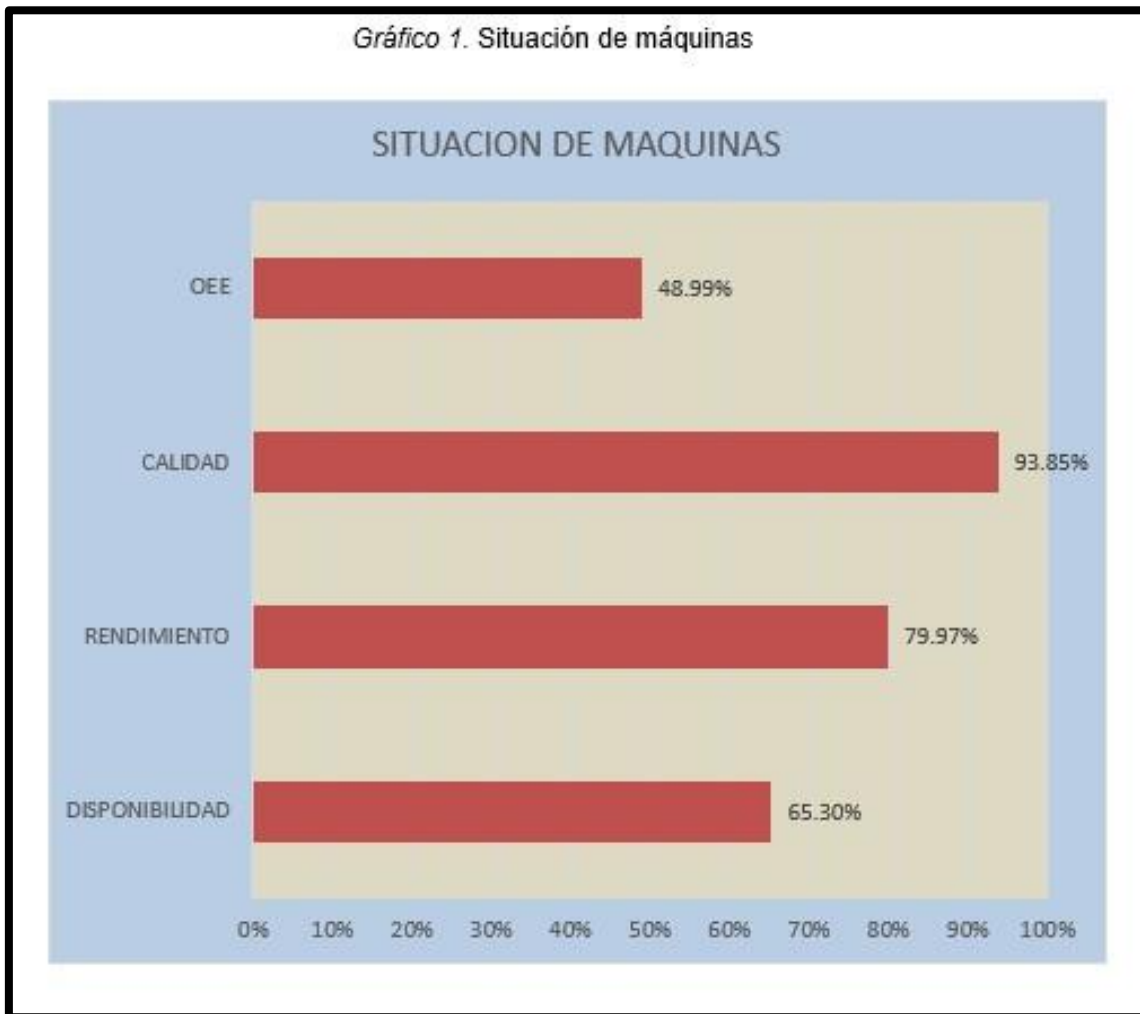
#### Procedimientos

Se han creado tablas, gráficos estadísticos, formatos, etc. Identificar la causa raíz de las ineficiencias de la máquina para realizar investigaciones antes y después de la solución TPM en la investigación.

#### Métodos de análisis de datos

La información requerida se obtuvo gracias a la observación y registro de las tareas realizadas por el jefe del departamento de servicios de mantenimiento de Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate, 2022. El análisis se desarrolla a través de cuadros y tablas estadísticas con las dos variables objeto de investigación. Ahora que tenemos la información que necesitamos, ya comenzamos a ejecutar los diagramas de Pareto e Ishikawa que se muestran arriba, lo que nos ha ayudado a analizar la causa del problema de investigación y la condición de la máquina de termofusión.

Gráfico 1. Situación de máquinas



#### Aspectos éticos

Nuestra información real como se encontró la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl para esta investigación, aclarando que es justificable donde se viene desarrollando la investigación.



## Desarrollo de la propuesta

### Descripción del mantenimiento de la empresa (Situación actual)

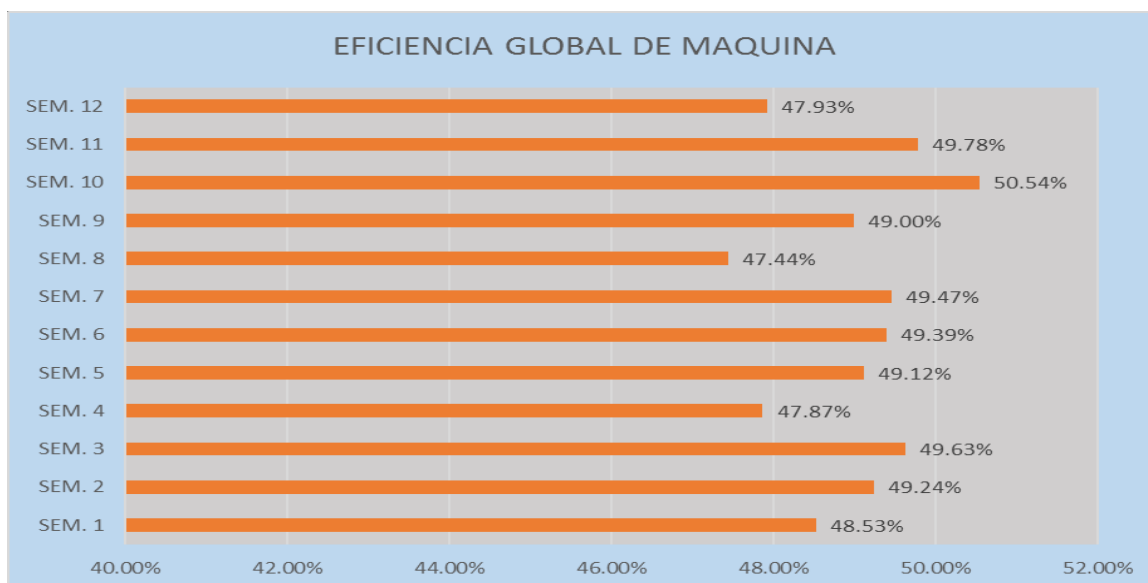
Se realizan reparaciones en los equipos de termofusión. Para continuar trabajando, el arreglo o reparación solo se realizará después de que se haya producido el error. En este caso, el personal de operación es el responsable de reportar la falla al jefe de producción, quien reporta al área de mantenimiento para una inmediata reparación por parte del técnico.

El rango puede ser minutos, horas o días. Por ello, el conocimiento general de esta oportunidad ha optado por utilizar el TPM y en concreto apoyarse en el mantenimiento autónomo. En el mantenimiento autónomo, el operador de la máquina de termofusión está directamente involucrado en la realización del trabajo de mantenimiento. Previamente fue capacitado e instruido por los técnicos mecánicos antes mencionados, tales como limpieza, lubricación, calibración y modificación parcial de piezas.

### Descripción del problema

Volcotech Ingeniería y Servicios E.I.R.L, realizamos instalación de geo sintéticos y tubería en HDPE, el problema se detalla en la falta de organización del área de mantenimiento de los equipos, constantemente presentan fallas por lo que genera en la producción, paradas de equipos inesperadas es por ello que ocasiona que en la producción se presente tiempos muertos. Eso se ve reflejado en la baja productividad, se ha presentado en ocasiones devoluciones de equipos, cabe indicar que nos afecta en el prestigio reputacional de la empresa generando en los clientes desconfianza y para nuestra representada pérdida económicas

Gráfico 2. Eficiencia Global de las máquinas de termofusión



A continuación, se observa la OEE en las máquinas durante las 12 semanas.

Tabla 3. Datos de registro de las máquinas de termofusión– antes

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

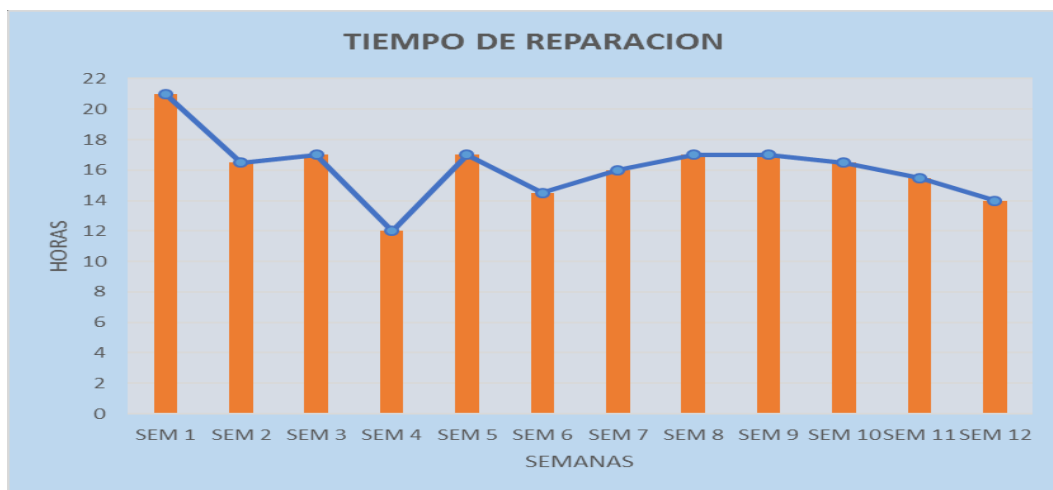
Dónde:

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

En la tabla 5, cabe mencionar que la duración total de las operaciones, total de fallas de las máquinas y reparaciones de termofusión.

A través de la muestra se pueden obtener datos de productividad para el periodo de estudio (12 semanas), mostrando su confiabilidad, mantenibilidad, especialmente la producción real o planificada, y aplicar los resultados a aplicaciones matemáticas. OEE agrega datos como interrupciones planificadas, denegaciones de producción y denegaciones de producción.

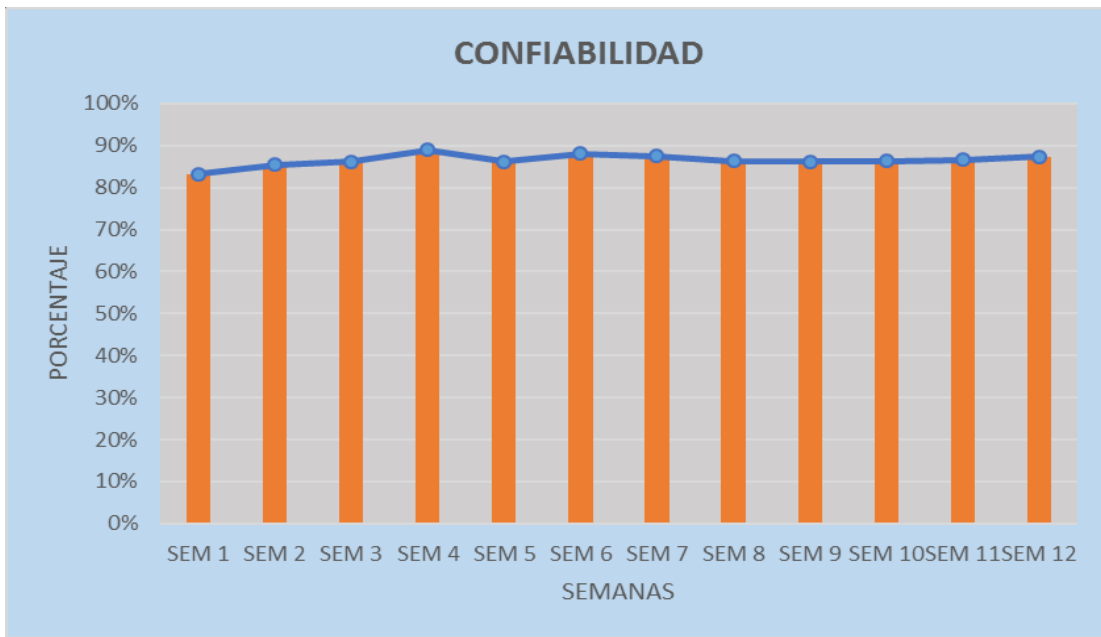
Gráfico 3. Tiempo de reparación - antes



A continuación, se observará el tiempo de reparación por cada semana que va de 12 a 21 h con un promedio de 16.2 h por semana y una desviación estándar de 2.17.

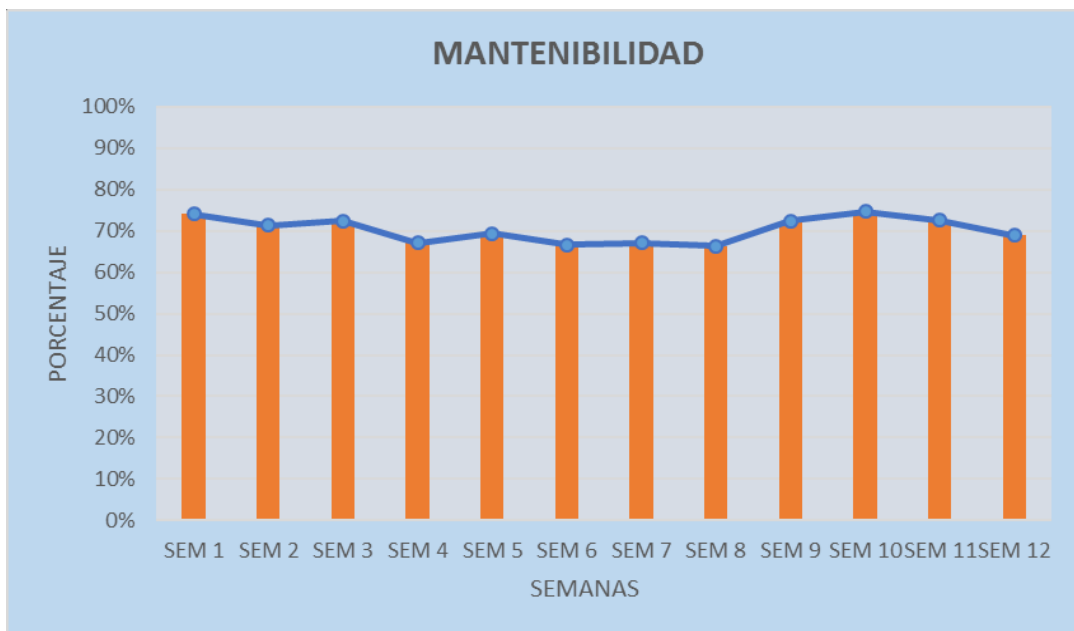
Puede resumir el OEE actual (disponibilidad, rendimiento, calidad) de cada máquina de fusión por calor y el porcentaje respectivo de cada parámetro, es decir, la eficiencia general de la máquina relativa.

Gráfico 4. Confiabilidad de la máquina – antes



A continuación, se observa el cambio porcentual en la diversidad de confiabilidad del equipo de tratamiento térmico durante 12 semanas con una media del 87 % y una desviación estándar de 1,47.

Gráfico 5. Mantenibilidad de la máquina – antes



Además, se observa el cambio porcentual en el margen de mantenibilidad de las máquinas de fusión:

2 semanas de entrenamiento

69% en promedio

Desviación estándar 3.02.

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

	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 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	1.5
	Falla de Maquina	30	28	28	32	31	28.5	30	30	29	31	30.5

- 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%
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%
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%
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%
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%
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%
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%
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%

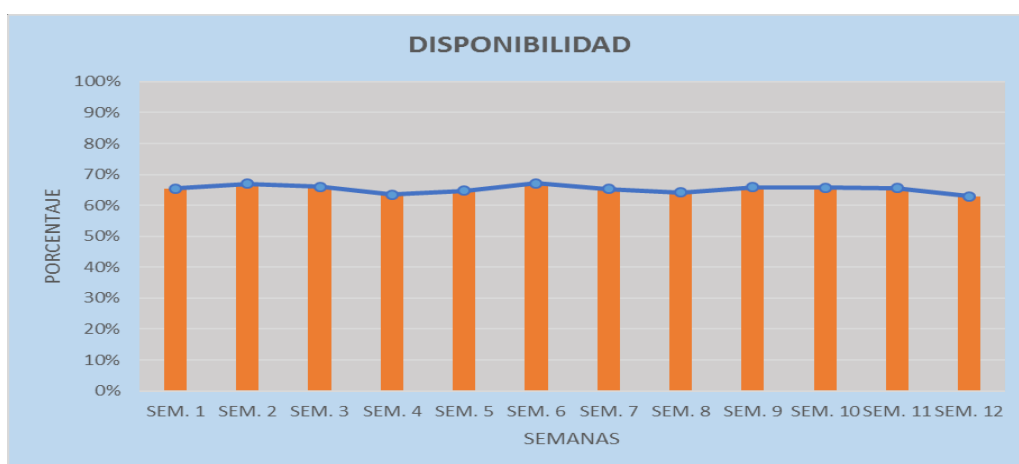
Tabla 5. Estado de las máquinas de termofusión – antes

SEMANAS	DISPONIBILIDAD	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%

Luego, el cambio porcentual en la eficiencia general de la máquina, comúnmente conocido como OEE, porque puede observar las matemáticas durante 12 semanas para visualizar el porcentaje del parámetro, incluida la disponibilidad, la eficiencia y el rendimiento, la productividad y, en última instancia, la calidad.

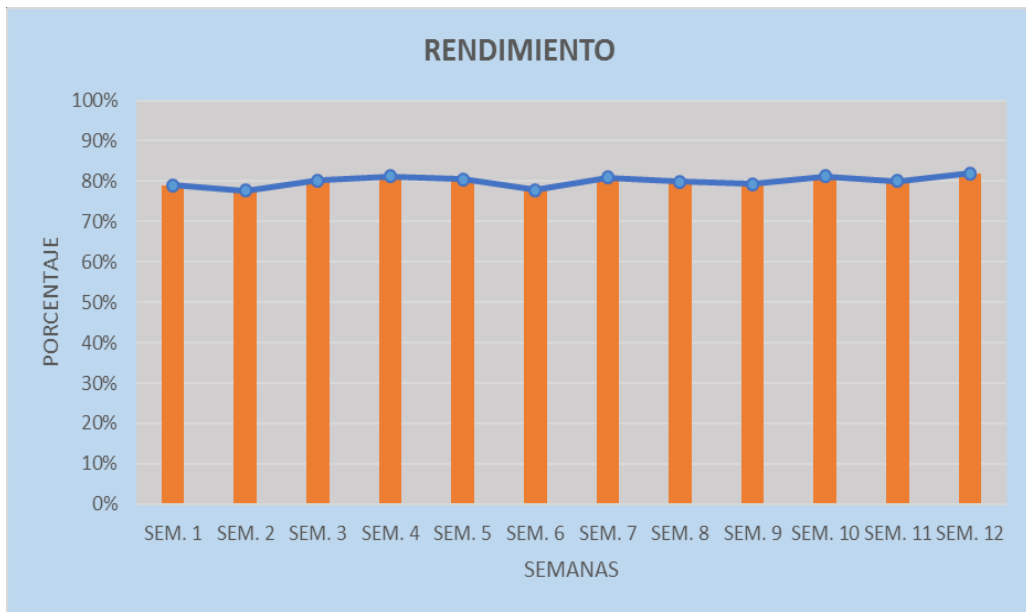
En consecuencia, los promedios reales se analizan y se presentan a continuación gráficamente mediante indicadores para el estudio de 12 semanas.

. Gráfico 6. Disponibilidad de las máquinas de termofusión – antes



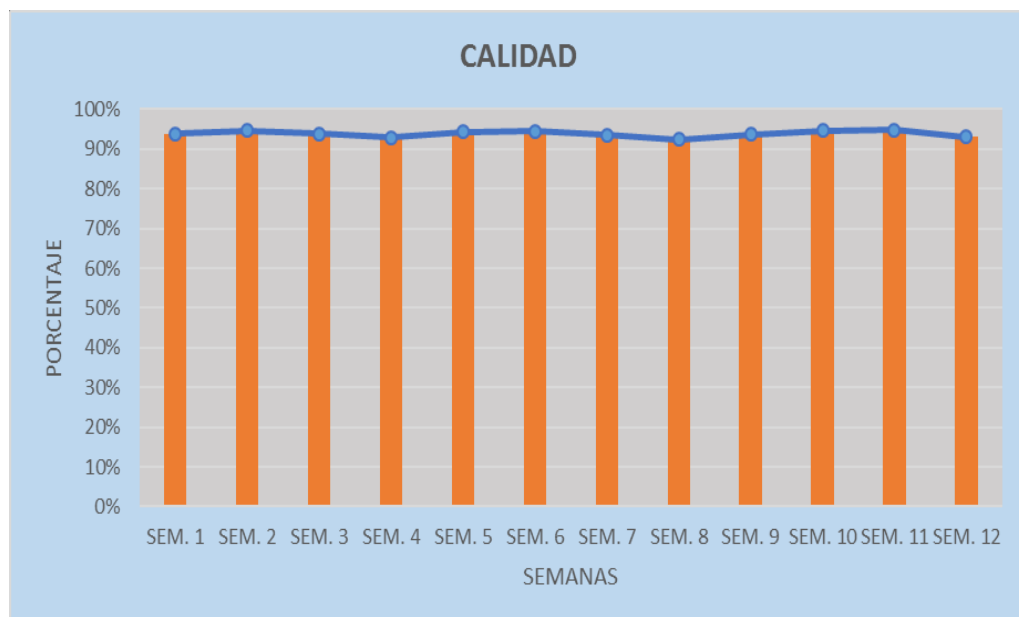
Observamos en la imagen, Examinamos el cambio porcentual en el cambio de la capacidad de sellado a un promedio de 65,30 % durante las 12 semanas del estudio.

Gráfico 7. Rendimiento de las máquinas de termofusión – antes



En la figura anterior, visualizamos el cambio porcentual en la eficiencia de la máquina eólica con un promedio de 79,97 % durante las 12 semanas del estudio.

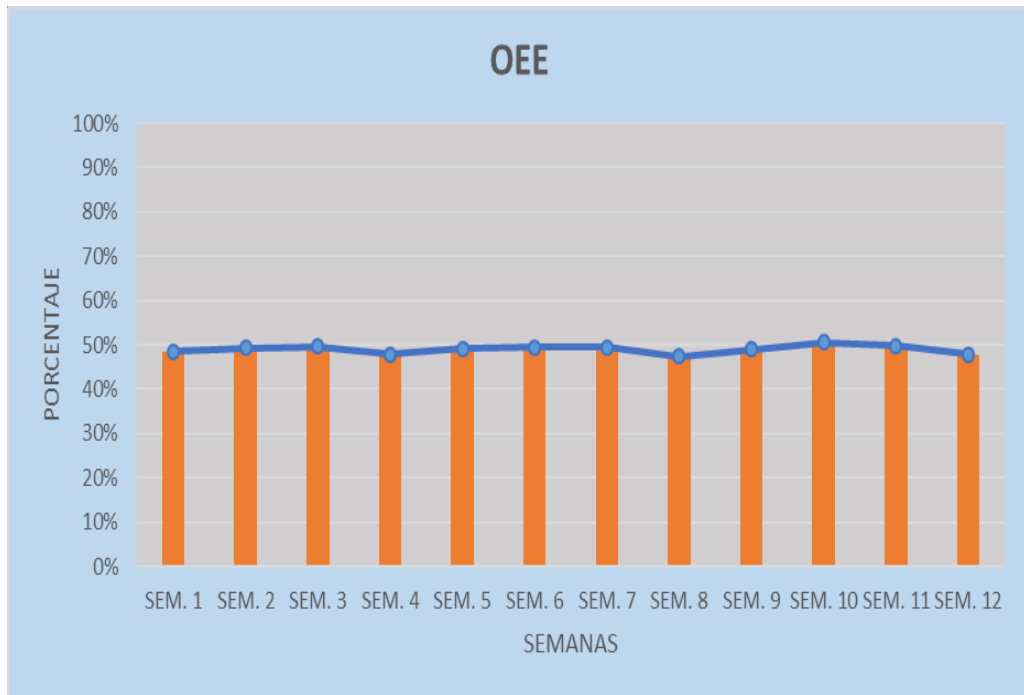
Gráfico 8. Calidad de las máquinas de termofusión – antes



En la figura anterior, visualizamos el cambio porcentual en la calidad del scroll con un promedio de 93,85 % durante las 12 semanas del estudio.

Gráfico 9. OEE de las máquinas de termofusión – antes





En la figura anterior se determinó que el porcentaje de cambio en el tipo de termofusión fue de 48.99% en promedio durante las 12 semanas del estudio.

#### Explicación de la propuesta de mejora

Explicación de la propuesta de mejora Dada la variedad de soluciones alternativas a los problemas de investigación, esta propuesta se enfoca en lograr los objetivos de investigación y es claro que se necesita implementar un TPM. Se presta especial atención a los planes de mantenimiento autónomo.



Figura 2. Cartel de promoción del TPM

- **Crear organizaciones o comités para promover el TPM**

Consiste en definir responsabilidades en pequeños grupos e involucra a personas de todas las áreas y jerarquías de la empresa para realizar tareas como el mantenimiento y seguimiento de las actividades de cumplimiento.

Este grupo está formado por cuatro empleados, así, por ejemplo: Gerente General, Gerente de Área, Asistente Administrativo, Operario.

- **Establecer políticas y metas u objetivos.** Se refiere a establecer estas políticas y objetivos, conociendo las circunstancias en las que encontramos a la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl.
- **Lanzamiento del TPM.** Ve lanzar información a través de reuniones que recuerdan a los miembros de la empresa sus compromisos y planes.
- **Mejorar la efectividad del equipo.** Esto se refiere a la presentación de soluciones para medir el rendimiento de las máquinas, y como estas son importantes, también analizamos si el operador entiende la metodología.
- **Implantar un plan de mantenimiento autónomo para los trabajadores**
  - ✓ Cursos especializados semanales de aproximadamente 45 minutos por día, manejados por los gerentes de mantenimiento y producción. Los cursos de especialización deben ser impartidos por técnicos especialistas en mantenimiento propiedad de todas las empresas.
  - ✓ Llevar a Entre semana, entrenaremos al enrollador en orden por expertos y conocimiento de unos 30 minutos entre semana. Las siguientes son las actividades que subyacen a la capacitación (tenga en cuenta que algunas actividades tienen un formato que el gerente de implementación ingresa para su evaluación):

Tabla 6. *Programas de actividades del 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.

- ✓ Finalización de la evaluación por parte de expertos y supervisores de máquinas de fusión por calor para determinar la capacidad del operador para determinar si las actividades anteriores ya se pueden realizar.
- **Establecer un plan de mantenimiento programado.** Crear un plan de intervención de acuerdo a la cantidad que presenta la máquina y la falla continua. Las actividades preventivas deben incluir el reemplazo de repuestos para inspección, limpieza, lubricación y falla, así como la fecha y responsabilidad asociadas en un solo formulario
- **Consolidación del TPM.** Es dotar de robustez a la implementación, además de todo lo establecido en forma de manuales o archivos, es decir lograr el propósito propuesto de mejorar el rendimiento de las máquinas y por ende mejorar la producción.
- **Establecer el horario de presentación maestro del dispositivo.** Se realiza la formulación de actividades a realizar en la empresa.

Tabla 7. Cronograma de la ejecución de la propuesta

<b>PLAN MAESTRO PARA LA ACTIVACIÓN DEL TPM</b>		
<b>ID</b>	<b>NOMBRE DE TAREA</b>	<b>DURACIÓN</b>
1	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>	<b>50 días</b>
2	<b>Inicio de la implementación</b>	<b>1 día</b>
3	<b>Anuncio de implementación de TPM</b>	<b>2 día</b>
4	Charla por parte de gerencia anunciando la implementación	1 día
5	Comunicación a todo el personal del área de servicios	1 día
6	<b>Lanzamiento de la campaña sobre TPM</b>	<b>2 días</b>
7	Curso sobre el Mantenimiento Productivo Total	1 día
8	Publicación de afiches en las instalaciones, referente al TPM	1 día
10	<b>Establecimiento de comité para promover el TPM</b>	<b>4 día</b>
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	<b>Definición de política y objetivo para el TPM</b>	<b>4 días</b>
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	<b>Realizar el Plan Maestro</b>	<b>5 días</b>
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	<b>Lanzamiento formal de la implementación del TPM</b>	<b>1 día</b>
23	Reunión con todo el personal de la empresa	1 día
24	<b>Inicio de la implementación</b>	<b>1 días</b>
25	Evaluación escrita a los operarios cerca del TPM	1 día
26	<b>Desarrollo el programa de mantenimiento autónomo</b>	<b>27 días</b>
27	Charla de sensibilización por parte del líder del área	1 día
28	Capacitación especializada sobre las máquinas del área de servicios.	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	<b>Desarrollo del programa de Mantenimiento planificado</b>	<b>6 días</b>
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	<b>Consolidación del TPM</b>	<b>1 días</b>
39	Difundir el desarrollo del mantenimiento	1 días



Tabla 9. Actividades de mantenimiento preventivo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
<b>AREA:</b>	MANTENIMIENTO		
<b>MÁQUINA:</b>	TERMOFUSION	<b>MARCA:</b>	RITMO
ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO DE DURACIÓN	
Limpieza general de la máquina	Diario	15 min.	
Revisar nivel de aceite	Diario	5 min.	
Revisar los pernos y tuercas de la central hidráulica	Diario	5 min.	
Lubricar las partes móviles	Interdiario	10 min.	
Revisar la manija y resortes	Mensual	10 min.	
Revisar el manómetro de presión	Mensual	15 min.	
Revisar el termostato	Diario	10 min.	
Cambio de aceite hidráulico	Anual	1 hrs.	
Cambiar el rodamiento del motor, entre otros	Anual	1 hrs.	

Tabla 10. Procedimiento de limpieza general

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA	
LIMPIEZA GENERAL	
<b>PRECAUCIÓN</b>	<p>*Asegurar el bloqueo de la máquina.</p> <p>*Se requiere el uso de sus EPPs, la limpieza se efectúa por encima y al interior de la máquina.</p> <p>*Si notas problemas de seguridad que pueda causar daños, NO OPERE e informe inmediatamente al jefe o supervisor.</p>
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO:</b> Autónomo <b>ACTIVIDAD:</b> Limpieza General <b>DURACIÓN:</b> 30 <del>min</del>	<b>FECHA:</b> <b>HORA:</b>
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar los materiales para realizar la limpieza de la máquina (trapos, solventes, etc.).</li> <li>2. Retirar el polvo, grasa y desperdicio de toda el área con el uso de un trapo seco.</li> <li>3. Retirar el polvo y desperdicios de la superficie e interior de la máquina.</li> <li>4. Extraer la grasa solidificada de las piezas y limpiar el aceite de la superficie e interiores.</li> <li>5. Retirar el óxido de las superficies, utilizar solventes que no afecten la lubricación.</li> <li>6. Limpiar los circuitos del sistema eléctrico con limpia contactos y aire.</li> <li>7. Limpiar cuidadosamente</li> <li>8. Verificar que el área esté despejada y limpia.</li> <li>9. Guardar los materiales utilizados en el lugar establecido.</li> <li>10. Informar al supervisor para la verificación.</li> </ol>	
<b>APROBADO POR:</b>	
<b>OBSERVACIÓN:</b>	
<b>NOTA:</b> Este procedimiento se realizará diariamente y será supervisado. No olvidar registrar alguna falla en el formato establecido.	



Tabla 11. Procedimiento de lubricación

PROCEDIMIENTO DE AJUSTES	
AJUSTES DE PERNOS Y TUERCAS	
<b>PRECAUSION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Asegurar el bloqueo de la máquina.</li> <li>*se requiere utilizar sus EPPs y las herramientas adecuadas.</li> <li>*Si notas problemas de seguridad que pueda causar daños, NO OPERE e informe inmediatamente al jefe o supervisor.</li> </ul>
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO:</b> Autónomo	<b>FECHA:</b>
<b>ACTIVIDAD:</b> AJUSTES	<b>HORA:</b>
<b>DURACIÓN:</b> 10 - 20 MINUTOS	
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	
1. Apretar y asegurar los pernos y tuercas flojos.	
2. Cambiar los pernos y tuercas con fallas.	
3. Cambiar los pernos y tuercas irregulares.	
4. Cambiar 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.	
<b>APROBADO POR:</b>	
<b>OBSERVACIÓN:</b>	

## Análisis Evaluación de la aplicación de restauración

Utilizar prácticas de desarrollo en el campo de los logros. Los cambios que han ocurrido en la confiabilidad y seguridad del equipo y por lo tanto los cambios en la disponibilidad, rendimiento y tipo de parámetros OEE del equipo disponible en la posición razonable de la empresa se muestran a continuación. Si estos defectos se deben al uso y al funcionamiento, recibirá:

Tabla 12. *Datos de registro de las máquinas de termofusión – después*

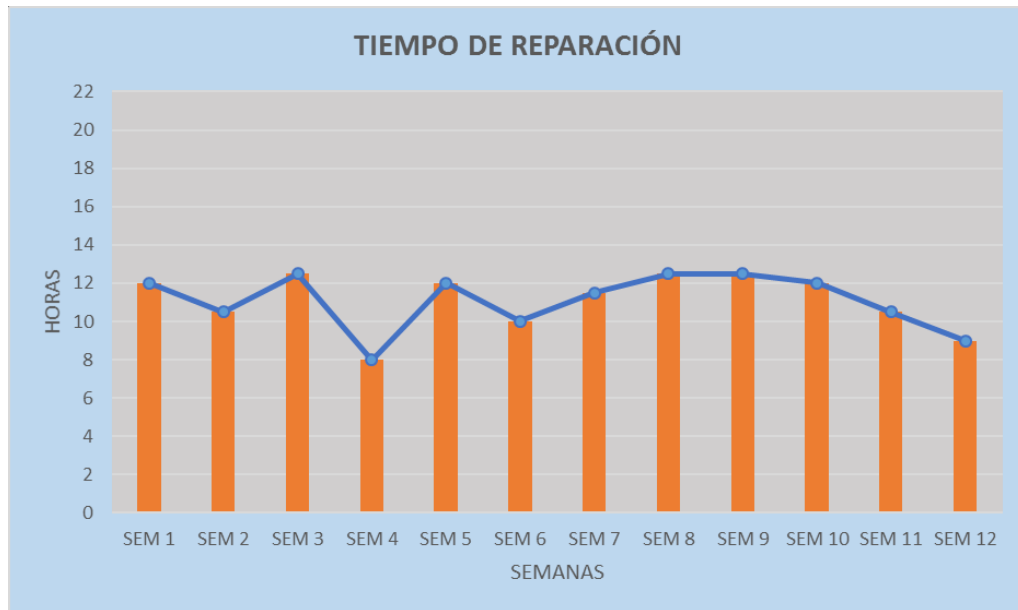
N° SEMANAS	To	Tr	N° Fallas	MTBF	MTTR	CONFIABILIDAD	MANTENIBILIDAD
SEM 1	114.5	12	7	16.4	1.7	91%	76%
SEM 2	103	10.5	6	17.2	1.8	91%	77%
SEM 3	117	12.5	6	19.5	2.1	90%	82%
SEM 4	101	8	5	20.2	1.6	93%	74%
SEM 5	115	12	7	16.4	1.7	91%	76%
SEM 6	115.5	10	6	19.3	1.7	92%	75%
SEM 7	118.5	11.5	7	16.9	1.6	91%	75%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

La tabla anterior brinda una estimación del tiempo de actividad total mejorado, las reparaciones y el tiempo de inactividad total de la máquina bobinadora en febrero y, lo que es más importante, el nivel de confiabilidad y capacidad de mantenimiento de esta máquina.

Aparte de eso, dependiendo de la fecha lograda o la fecha de producción real (que representa el aumento) y la fecha planificada, y la fecha para asociarlos a la tabla de pre-sugerencia, puede ver que uno cambia, gracias también.

Cuando se hacen los cálculos, podemos ver el tiempo de recuperación en 12 semanas (que es muy poco) en el gráfico.

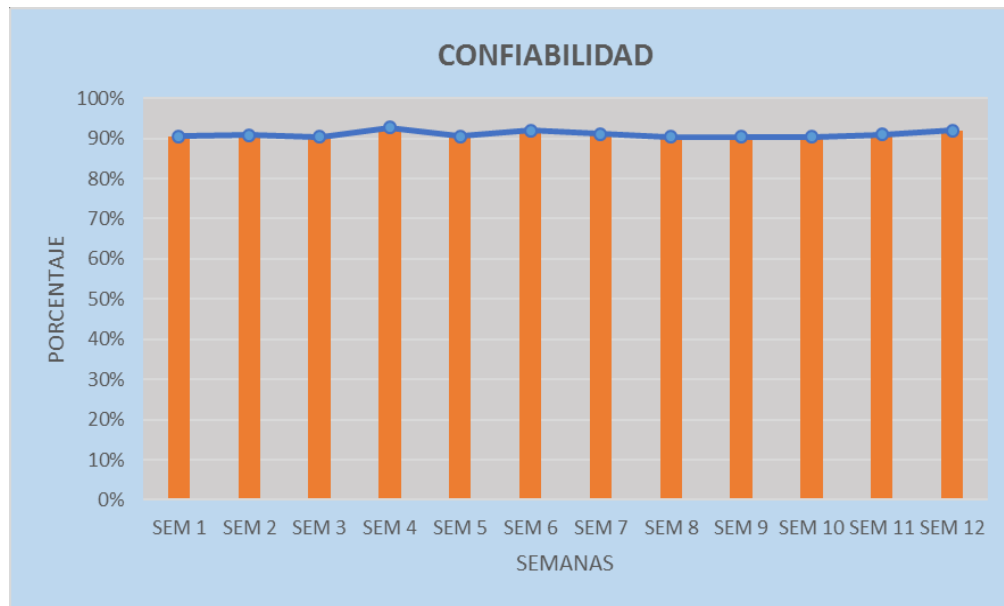
Gráfico 10. Tiempo de reparación – después



En la figura anterior, podemos ver que el tiempo de negociación semanal varía de 8 a 12,5 horas, con un promedio de 11,1 horas y una desviación estándar de 1,49.

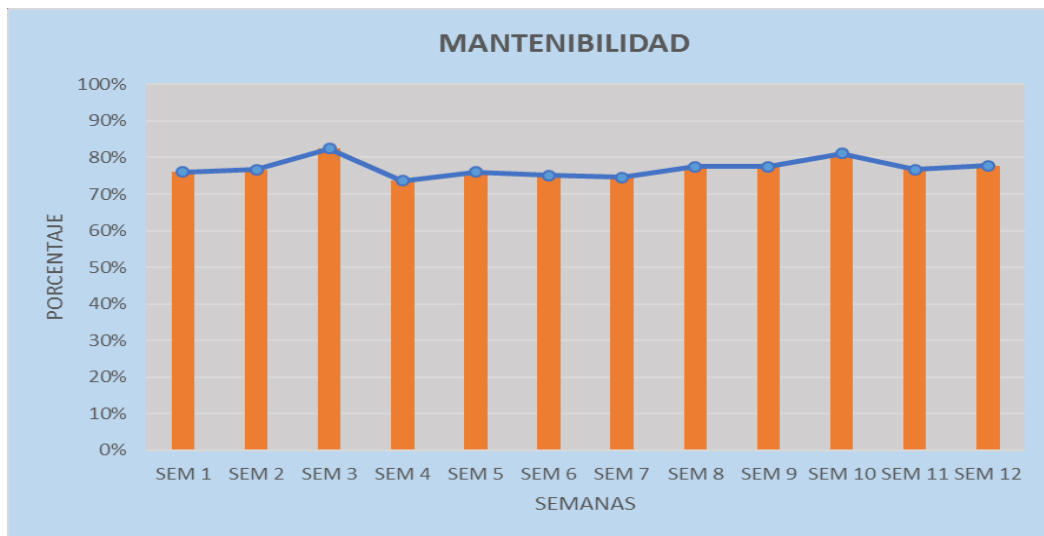
Asimismo, en el siguiente diagrama se aprecia que se mejora la conversión térmica de la energía utilizada (OEE y restricciones de fiabilidad, seguridad, usabilidad, rendimiento y calidad). Por lo tanto, a continuación, evaluaremos y presentaremos los mejores términos en la práctica, utilizando gráficos contra indicadores sugeridos para el análisis de la investigación.

Gráfico 11. Confiabilidad de la máquina – después



En la figura anterior podemos ver el cambio en la confiabilidad de la máquina de termofusión a lo largo de 12 semanas con una media de 91% y una desviación estándar de 0.80.

Gráfico 12. Mantenibilidad de la máquina – después



Mostramos el cambio en la seguridad de la máquina de termofusión con un promedio de 77% y una desviación estándar de 2.51 en el transcurso de 12 semanas de entrenamiento.

Tabla 13. Estado mejorado de medición de la máquina – después

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
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 Maq	7	6	6	5	5	4.5	6	7	6	4.5	6.5

- Calcular el OEE total del mes.

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

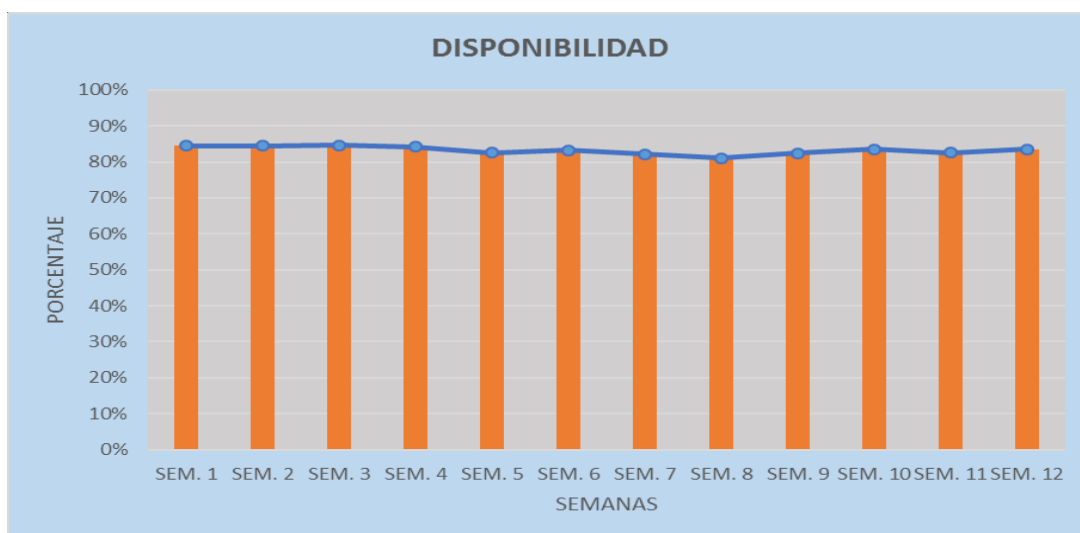
	SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12
<b>Tiempo Teórico de</b>	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
T. perdido por Paradas progra.	2.25	2.25	2.25	2.5	6	5	5.5	6.5	6	5	5.5	5.5
Tiempo perdido por Reprocesos	1	1.5	0.75	2.5	2	1.83	1.66	2.5	1	1.5	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	7	6	6	5	5	4.5	6	7	6	4.5	6.5	5
<b>Tiempo perdido total</b>	26	26	25.75	26.5	29.25	28.08	29.91	31.75	29.5	27.75	29.25	27.75
<b>Tiempo real de trabajo</b>	142	142	142.25	141.5	138.75	139.92	138.09	136.25	138.5	140.25	138.75	140.25
<b>DISPONIBILIDAD</b>	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
<b>Producción Teórica</b>	4260	4260	4267.5	4245	4162.5	4197.6	4142.7	4087.5	4155	4207.5	4162.5	4207.5
<b>RENDIMIENTO</b>	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	
<b>Producción Buena</b>	3450	3405	3390.5	3410.5	3450.5	3475	3520	3535.5	3542	3480.5	3450.5	3565
<b>CALIDAD</b>	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	
<b>OEE</b>	68.45%	67.56%	67.27%	67.67%	68.46%	68.95%	69.84%	70.15%	70.28%	69.06%	68.46%	70.73%
SEM. 1	SEM. 2	SEM. 3	SEM. 4	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	
<b>DISPONIBILIDAD</b>	84.52%	84.52%	84.67%	84.23%	82.59%	83.29%	82.20%	81.10%	82.44%	83.48%	82.59%	83.48%
<b>RENDIMIENTO</b>	82.16%	81.46%	80.86%	81.99%	83.86%	83.86%	86.18%	88.09%	86.16%	84.15%	83.98%	85.80%
<b>CALIDAD</b>	98.57%	98.13%	98.26%	97.99%	98.85%	98.72%	98.60%	98.19%	98.94%	98.31%	98.71%	98.75%
<b>OEE</b>	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 14. Estado de las máquinas de termofusión

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%

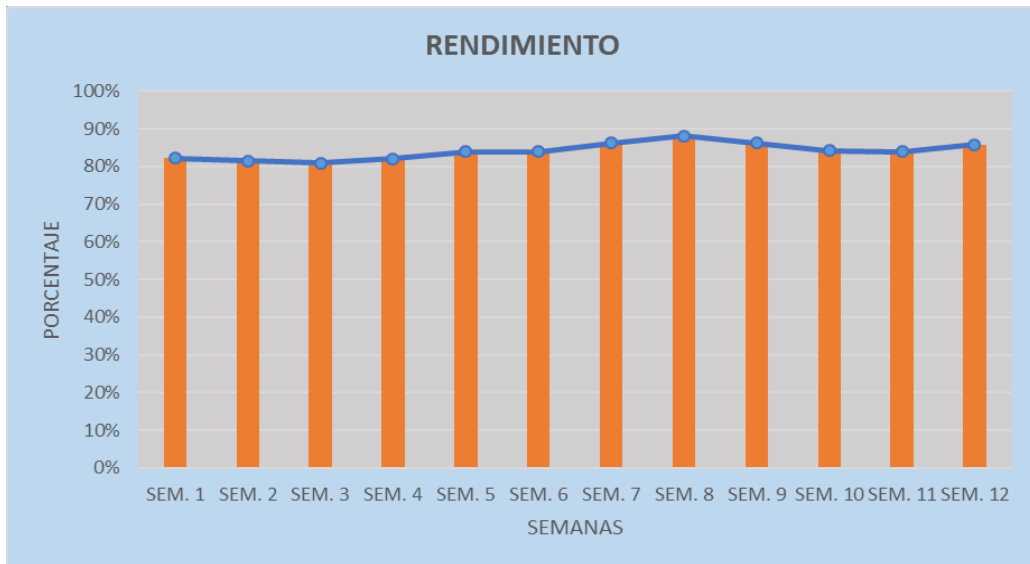
En la tabla anterior se puede observar el proceso de desarrollo en la operación global de cálculos matemáticos de las máquinas de termofusión, conocidas como OEE, durante 12 semanas, a través de las cuales también podemos determinar el número de sus parámetros. rendimiento y calidad.

Gráfico 13. Disponibilidad de la máquina – después



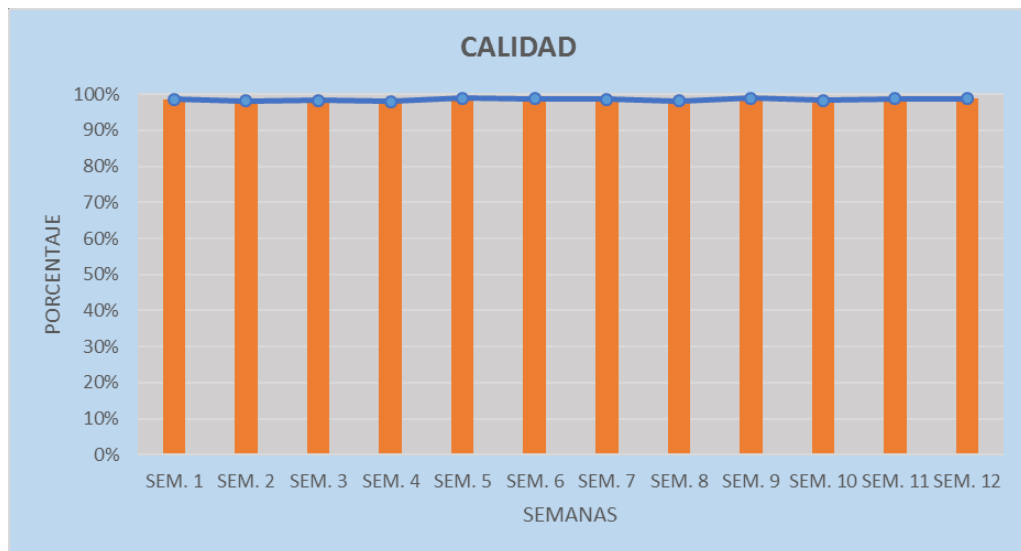
En la imagen anterior podemos ver la evolución del cambio en la disponibilidad de las máquinas de fusión con una media del 83,26% durante las 12 semanas.

Gráfico 14. Rendimiento de la máquina – después



En la imagen anterior observamos un desarrollo en varianza en la eficiencia de las máquinas de fusión con una media de 84.04% durante las 12 semanas de investigación.

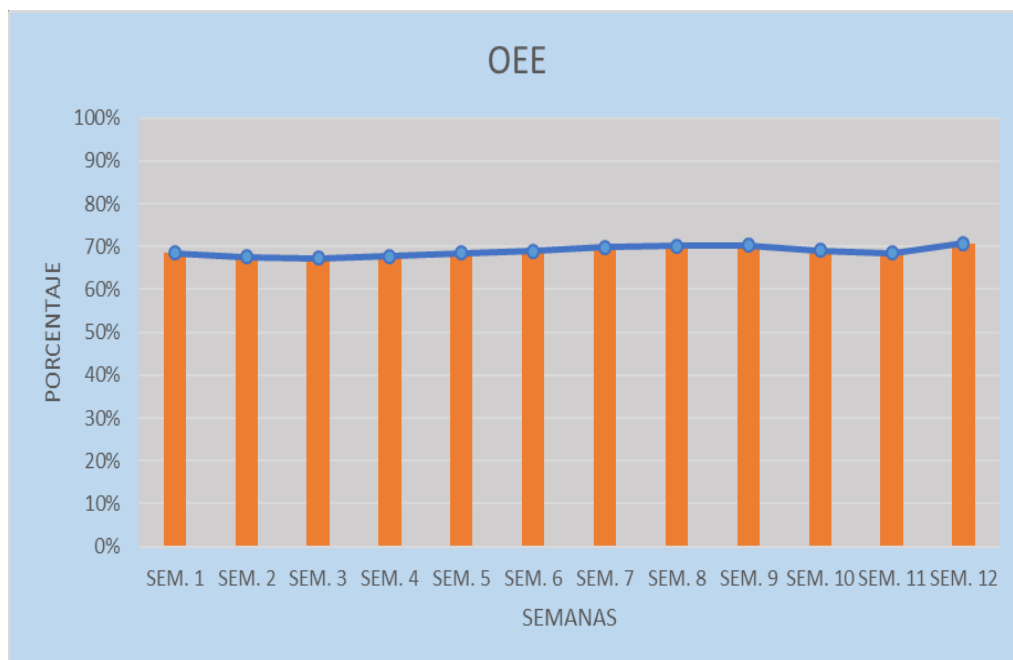
Gráfico 15. Calidad de la máquina – después



En la figura anterior, el cambio de tipo de un termofusible en la prueba de 12 semanas es del 98,50 %.



Gráfico 16. OEE de la máquina – después



En la imagen anterior los cambios en la diversidad OEE de las máquinas de tratamiento térmico con un promedio de 68.91% durante la evaluación de 12 semanas. La media, según la calificación OEE, se evalúa periódicamente, lo que significa que es aceptable, y por tanto en proceso de mejora.

## **IV. RESULTADOS**

## Análisis descriptivo

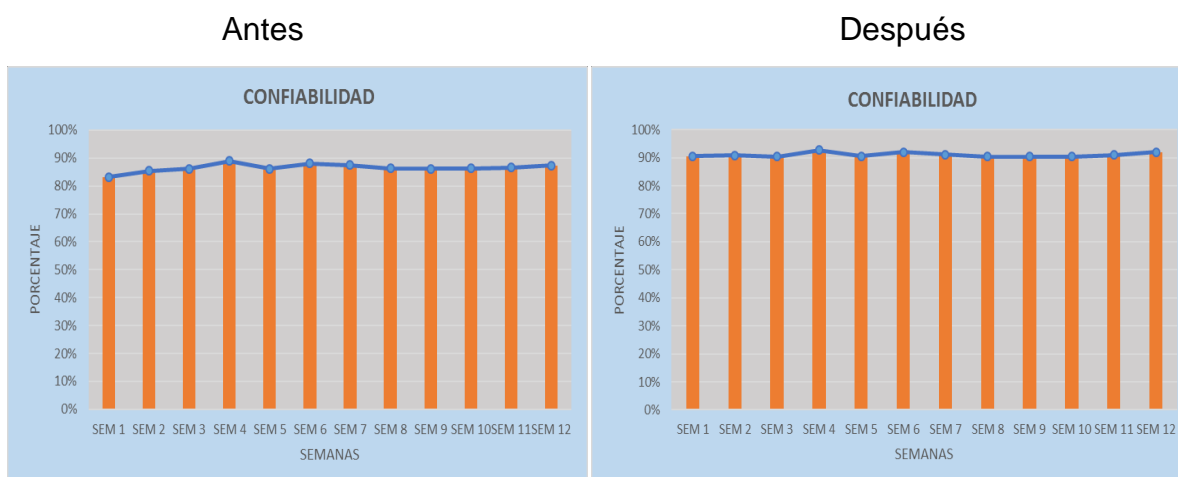
A continuación, presentaremos un análisis descriptivo comparativo de variables según la situación actual (antes) y con la situación involucrada en la propuesta de mejora utilizando la herramienta mencionada en este estudio (después).

Gráfico 17.



En el promedio anterior se puede observar el tiempo de adherencia con una disminución significativa de 16,2 horas semanales antes y después de la aplicación, con una desviación estándar de 2,17, seguido de un promedio de 11,1 horas con una desviación estándar de 1,49.

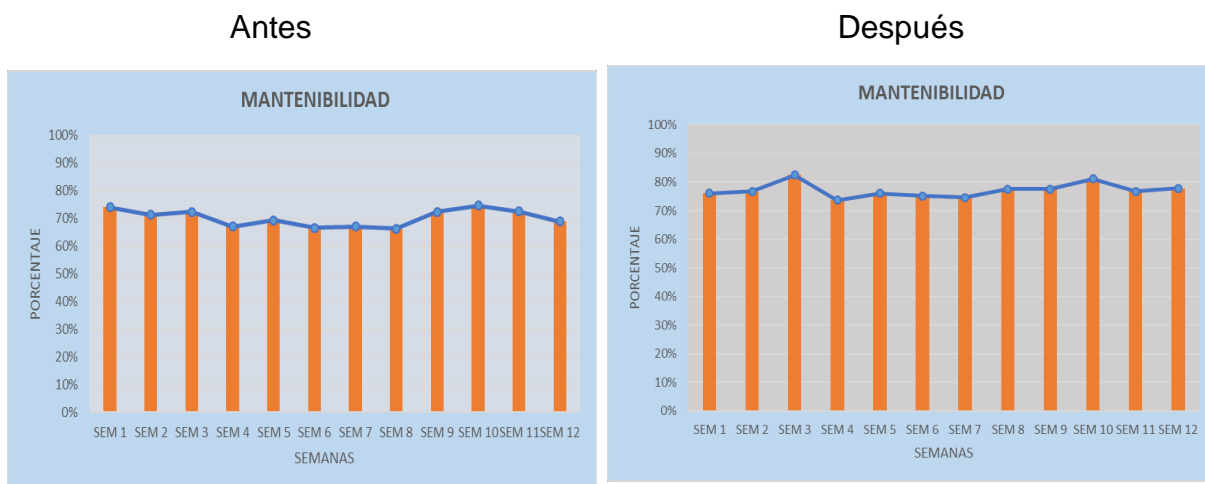
Gráfico 18.



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

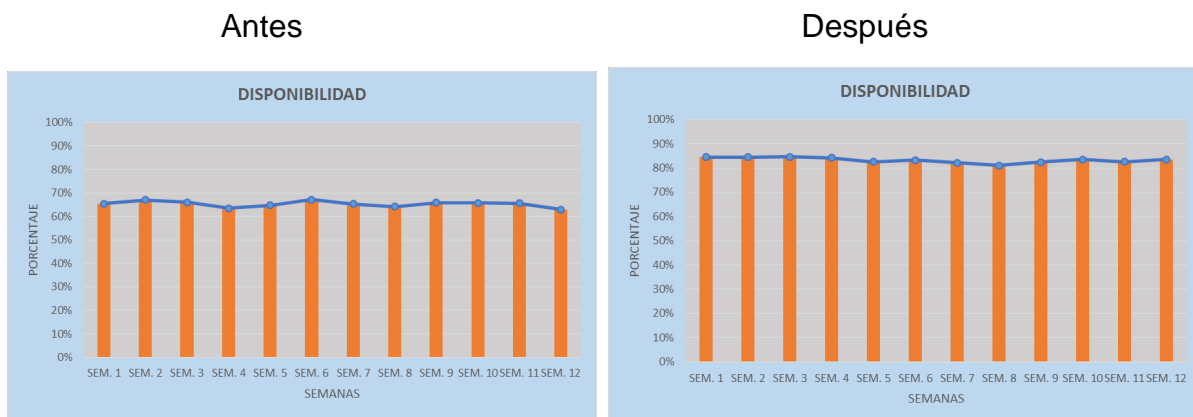
una desviación estándar de 1.47, y después un promedio de 91% con desviación estándar de 0.80.

Gráfico 19.



Como hemos visto en las cifras anteriores, hay una diferencia en el cuidado antes y después de la aplicación, antes era del 69% con una desviación estándar de 3,02, y luego un promedio del 77% con una desviación estándar de 2,51.

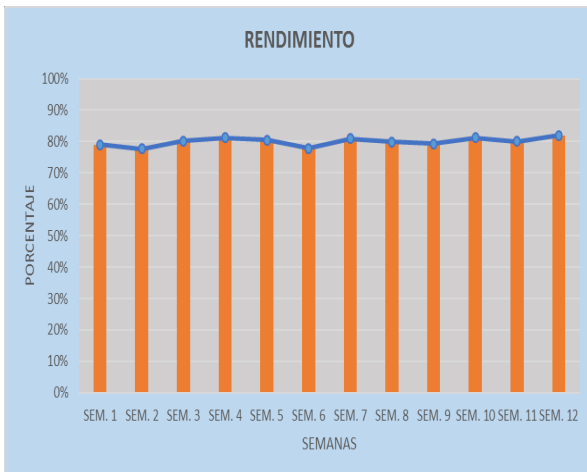
Gráfico 20.



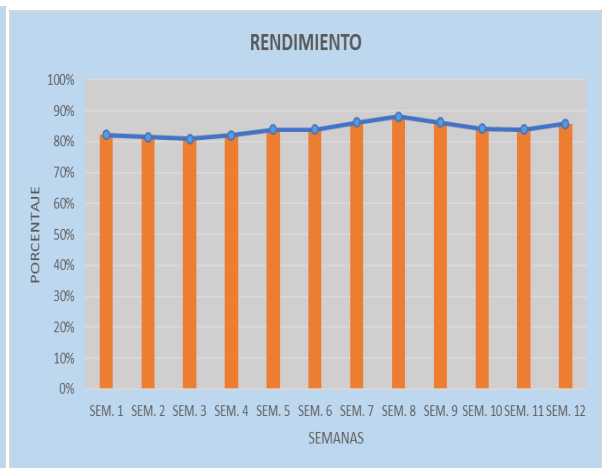
Como vimos en la figura anterior, hay un promedio de 65,30% de diferencia entre la usabilidad antes y después del programa, y 83,26% antes y después.

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

Antes



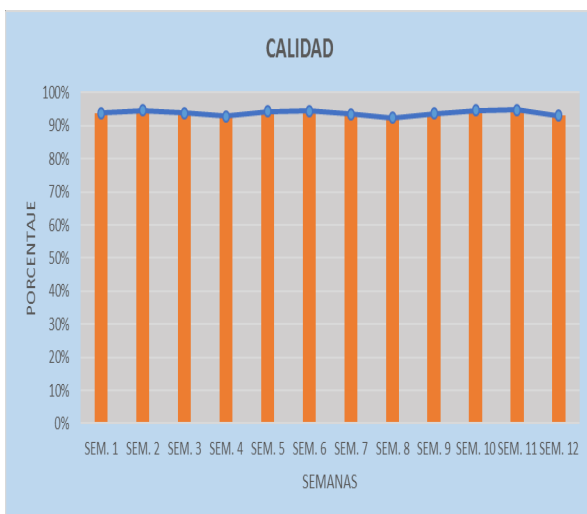
Después



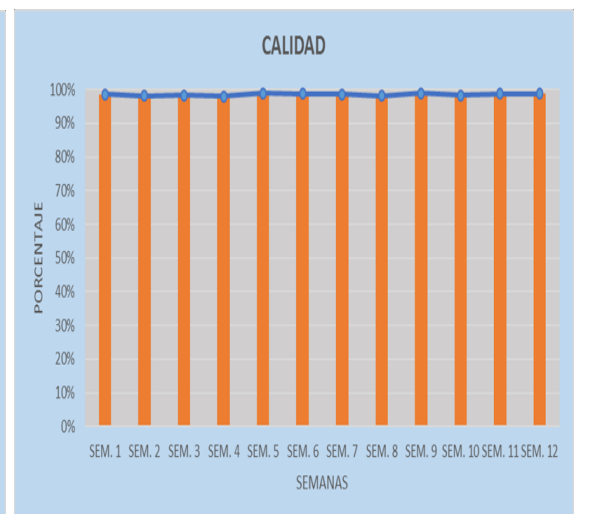
Como vimos en la figura anterior, la diferencia de rendimiento antes y después del programa es del 79,97% y del 84,04% después.

Gráfico 22.

Antes



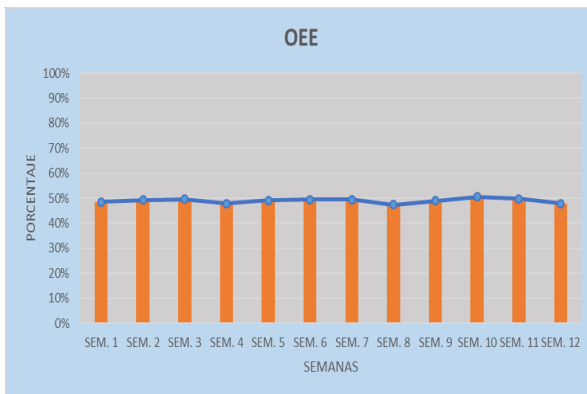
Después



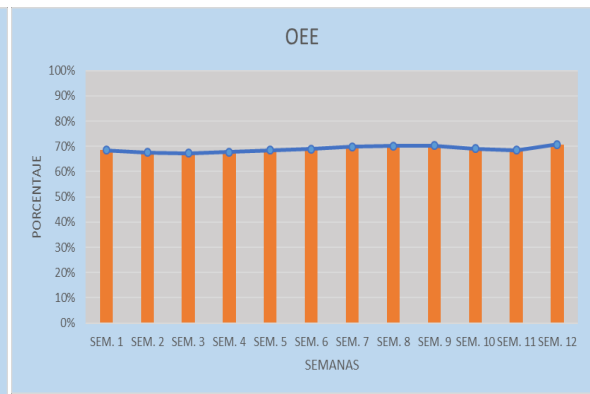
Como vimos en la figura anterior, hay un promedio de 93,85% de diferencia de calidad antes y después de la aplicación, y un promedio de 98,50% después de la aplicación.

Gráfico 23.

Antes



Después



Como vimos en el caso anterior, hubo una diferencia en el OEE antes y después del programa (lo cual es deseable), con un resultado OEE previo de 48.99% y un resultado post-OEE de 68.91%.

Tabla 15. Disponibilidad

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

Observamos en la tabla la mejora, el incremento de la disponibilidad de los equipos en un 18 % en un periodo de tiempo de 12 semanas previsto en la investigación.

Tabla 16. *Rendimiento de las máquinas de termofusión – análisis descriptivo*

<b>Estadísticos descriptivos</b>					
	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 las máquinas de termofusión en un 18 % en un periodo de tiempo de 12 semanas previsto en la investigación.

Tabla 17. *Calidad de las máquinas de termofusión – análisis descriptivo*

<b>Estadísticos descriptivos</b>					
	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 las máquinas de termofusión en un 4.66 % en un periodo de tiempo de 12 semanas previstos en la investigación.

Tabla 18. *Análisis descriptivo antes y después de la mejora*

<b>Resumen de procesamiento de casos</b>						
	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%

Visualizamos en la tabla anterior el resumen del análisis estadístico del resultado obtenido de la disponibilidad en la tabla 18.

Tabla 19. *OEE – análisis descriptivo*

<b>Estadísticos descriptivos</b>					
	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 las máquinas de termofusión (OEE) en un 19.83 % en un periodo de tiempo de 12 semanas previstos 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
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%

### Análisis inferencial

Corroborar lo descriptivo si es significativa o no.

### Prueba de normalidad

Todos los datos que obtengamos entonces, daremos una prueba de la naturaleza de la variable dependiente, en base a la situación actual que encontramos (anteriormente) y con la condición de inclusión del sujeto a partir de un parámetro o el orden habitual con nivel de significancia  $> \alpha = 0,5$  o si se trata de un orden de significación no paramétrico  $< \alpha = 0,5$ ; En este caso se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk debido a que nuestra muestra era 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 21. *Disponibilidad*

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			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

Tabla 22. *Rendimiento*

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Rendimiento de la máquina - Antes	,193	12	,200 <sup>+</sup>	,934	12	,421
Rendimiento de la máquina - Después	,167	12	,200 <sup>+</sup>	,925	12	,333

Tabla 23. *Calidad – análisis de prueba de normalidad*

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			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

Tabla 24. *OEE – análisis de prueba de normalidad*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GI	Sig.	Estadístico	GI	Sig.
OEE de la máquina - Antes	,250	12	,037	,921	12	,292
OEE de la máquina - Después	,257	12	,027	,905	12	,182

Al analizar los datos tuvieron un comportamiento paramétrico o normal debido a que su comunicación fue  $>\alpha = 0.5$  en la prueba de Shapiro-Wilk, y concluyeron que existe evidencia estadística de que la herramienta utilizada en esta investigación, TPM aumenta el rendimiento general del dispositivo a través de parámetros relevantes. de disponibilidad y rendimiento y calidad.

#### Contrastación de Hipótesis

Para validar la hipótesis, utilizaremos la prueba "T Student", que nos permite ver las estadísticas para muestras pareadas. Llegamos a la conclusión de que el diagnóstico es correcto, haremos el diagnóstico en sig(bilateral)r y aplicaremos los resultados de la prueba de Wilcoxon a los dos resultados generales de rendimiento del dispositivo.

Hipótesis general (Ha).

Mediante la aplicación del TPM mejora la eficiencia global de las máquinas de termofusión en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate, 2022.

Hipótesis nula (Ho).

Mediante la aplicación del TPM no mejora la eficiencia global de las máquinas de termofusión en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate, 2022.

Regla de decisión:

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

Tabla 25. Hipótesis general (Ha) – análisis estadístico de muestras emparejadas

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

Mostramos en la tabla anterior que existe una diferencia significativa en el significado de los indicadores OBE antes y después de la mejora, también se puede demostrar que el nivel de su valor es  $\alpha = .05$ , lo que nos permite rechazar el cero. hipótesis. H0) y obtener la hipótesis alternativa (Ha). Como resultado, OEE se ha incrementado usando TPM. Hipótesis específica (H1)

El uso de TPM mejora la disponibilidad global de equipos de termofusión en Volcotech Engineering and Services Eirl, Ate, 2022. hipótesis nula (H0)

El uso de TPM no excluye la disponibilidad mundial de equipos de termofusión en Volcotech Engineering and Services Eirl.

Tabla 26. *Hipótesis específica (H1) – análisis estadístico de muestras emparejadas*

Estadísticas de muestras emparejadas									
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 a la tabla anterior, donde existen diferencias significativas en la escala de adquisición del instrumento antes y después de la actualización en los ejemplos de la prueba T de Student, también podemos mostrar que el nivel del valor es  $\alpha = .05$ , es decir, lo permitimos. Él. confirme la hipótesis nula (H0) y acepte la hipótesis alternativa (H1). Se puede concluir que la disponibilidad de la máquina aumenta con el uso de TPM.

#### Hipótesis específica (H2)

La aplicación del TPM mejora el rendimiento global de las máquinas de termofusión en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl.

#### Hipótesis nula (H0)

La aplicación del TPM no mejora el rendimiento global de las máquinas de termofusión en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl

Tabla 27. Hipótesis específica (H2) – análisis estadístico de muestras emparejadas

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 -	-4,083	2,151	,621	-5,450	-2,716	-6,575	11	,000

Observamos en los ejemplos de la prueba T de Student, mostramos en la tabla anterior que existen diferencias significativas al medir el rendimiento del automóvil antes y después de la actualización, también podemos ver que el nivel de valor es  $\alpha = .05$ , lo que nos permite rechazar eso. aceptar la hipótesis nula (H0) y la hipótesis alternativa (H2). . Como resultado, el rendimiento de la máquina mejora con el uso de TPM. Hipótesis específica (H3)

El uso de TPM en Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate, 2022 mejora la calidad del producto final de los equipos de termofusión. hipótesis nula (H0)

El uso de TPM mejora la calidad del producto final

Tabla 28. Hipótesis específica (H3) – análisis estadístico de muestras emparejadas

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

En la tabla anterior, podemos ver que hay una diferencia significativa entre la prueba T y las muestras repetidas de los tipos de parámetros antes y después de la actualización. Nuevamente, el estándar de valor es el seguimiento.  $\alpha = .05$  nos permite rechazar la hipótesis nula (H0) y aceptar la hipótesis alternativa (H3). El resultado es que el tipo se potencia con el TPM.

## **V. DISCUSIONES**



Referente a la hipótesis anterior brinda una estimación del tiempo de actividad total mejorado, la eficiencia global incremento 48.99% a 68.91%, mediante la herramienta TPM de las reparaciones y el tiempo de inactividad total de las máquinas de termofusión en febrero y, lo que es más importante, el nivel de confiabilidad y capacidad de mantenimiento de esta máquina. Aparte de eso, dependiendo de la fecha lograda o la fecha de producción real (que representa el aumento) y la fecha planificada, y la fecha para asociarlos a la tabla de sugerencia, puede ver que uno cambia, gracias también. Por lo tanto, la introducción de TPM afectará en gran medida la mejora de OEE de la máquina de fusión por calor porque elimina la posibilidad de fabricar productos defectuosos, acorta significativamente el tiempo de falla y reparación y permite la normalización del desarrollo. Todas sus fases. Desde la perspectiva anterior, se puede concluir que la empresa se beneficia más de este estudio porque puede mejorar la eficiencia general de la máquina y, como resultado, el operador también puede mejorar la calidad del espacio de trabajo.

Se ha mejorado el mantenimiento de las máquinas, como muestran los resultados obtenidos al aplicar el Mantenimiento Productivo Total, y la disponibilidad para el tiempo total de todas las máquinas involucradas en el estudio, incluyendo en este caso las bobinadoras. El horario comercial, los planes de gestión de pronósticos y los operadores capacitados son responsables de las reparaciones capacitados para resolver problemas directamente relacionados con la máquina.

Con referente a la hipótesis específica (H2), los resultados obtenidos a través del Mantenimiento Productivo Total establecen un plan de acción para la máquina y mejoran el rendimiento general de las máquinas, especialmente para el mantenimiento planificado o planeado. En resumen, todo lo anterior es el desempeño general de la máquina, considerando que el resultado final de la implementación es que la máquina trabaja mejor, es completamente funcional y recibe el producto en mayor cantidad y en óptimas condiciones. Con respecto a la hipótesis específica (H3),

Como conclusión se demuestra que se mejora la calidad final del producto porque se sabe que la eficiencia global de la máquina aumenta lo que originalmente se pretendía y se lograba, y además a estos mencionados anteriormente, enfatizar

que las empresas involucradas son empresas que las respaldan. , al comparar sus resultados, son de productos muy diferentes, y por lo mismo, en kilogramos, como en nuestro caso, O resulta que las unidades producidas por cada organización y producto difieren en su producción.

Finalmente, reconocemos que, en relación con la discusión de las hipótesis generales y específicas de nuestro estudio, y en comparación con estos resultados, todo lo anterior ha mejorado la eficiencia general de la máquina. a los porcentajes obtenidos en los resultados. Esto está a favor de la empresa.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Como resultado, se determinó que la empresa ha mejorado la tecnología OEE en un 19,92 por ciento, usando TPM específicamente con ambas piernas, para proteger la independencia y seguridad de Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl, Ate, 2022.
2. También se concluyó que con el uso de este TPM, se mejora la disponibilidad de mejores equipos de termofusión que permita a cada médico recibir capacitación en el autoconocimiento y control de sus equipos. . limpiar y arreglar las partes principales del dispositivo, cada una de las cuales ayuda a reducir las fallas mecánicas.
3. Así mismo se llegó a la conclusión que el TPM incremento el rendimiento de las máquinas de termofusión, por las capacitaciones de los operarios en la efectividad de los equipos y mejoras de las normas de tareas. Gracias a ello se logró optimizar el correcto funcionamiento de las máquinas 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, encontramos que TPM mejora el nivel de calidad de la bobinadora. Por ello, nos referimos a la calidad y volumen de producción del producto final que se corresponde con 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. Realizar el mantenimiento utilizando los indicadores ya propuestos en la encuesta para seguir mejorando en el tiempo y reflejar la posibilidad de implementar algunas tácticas para incentivar a todos los empleados. Es recomendable realizar inspecciones periódicas del proceso a través de la valoración por la duración del puesto y la cantidad correspondiente de incentivos.
2. También te recomendamos que utilices un plan de formación que tenga en cuenta los cursos de reeducación que requieren los trabajadores con experiencia. Por tanto, a medida que otros procesos de la planta se normalicen con el tiempo.
3. De igual manera, es recomendable ejecutar aplicaciones detalladas sobre los temas 5s en todas las áreas de la empresa. Esto se debe a que hemos cambiado un poco el espíritu de nuestros miembros y entendemos que es un área muy importante para nuestros miembros. Es el mejor desarrollo de la empresa y también se puede aplicar en casa.
4. Finalmente, es recomendable aplicar esta mejora a todas las áreas directamente relacionadas con el proceso de fabricación del hilo para mejorar la eficiencia global de todas las máquinas.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

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](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. NAMA KFOROOSH, 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/Ulzb5T>  
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 Agustiniense, 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.

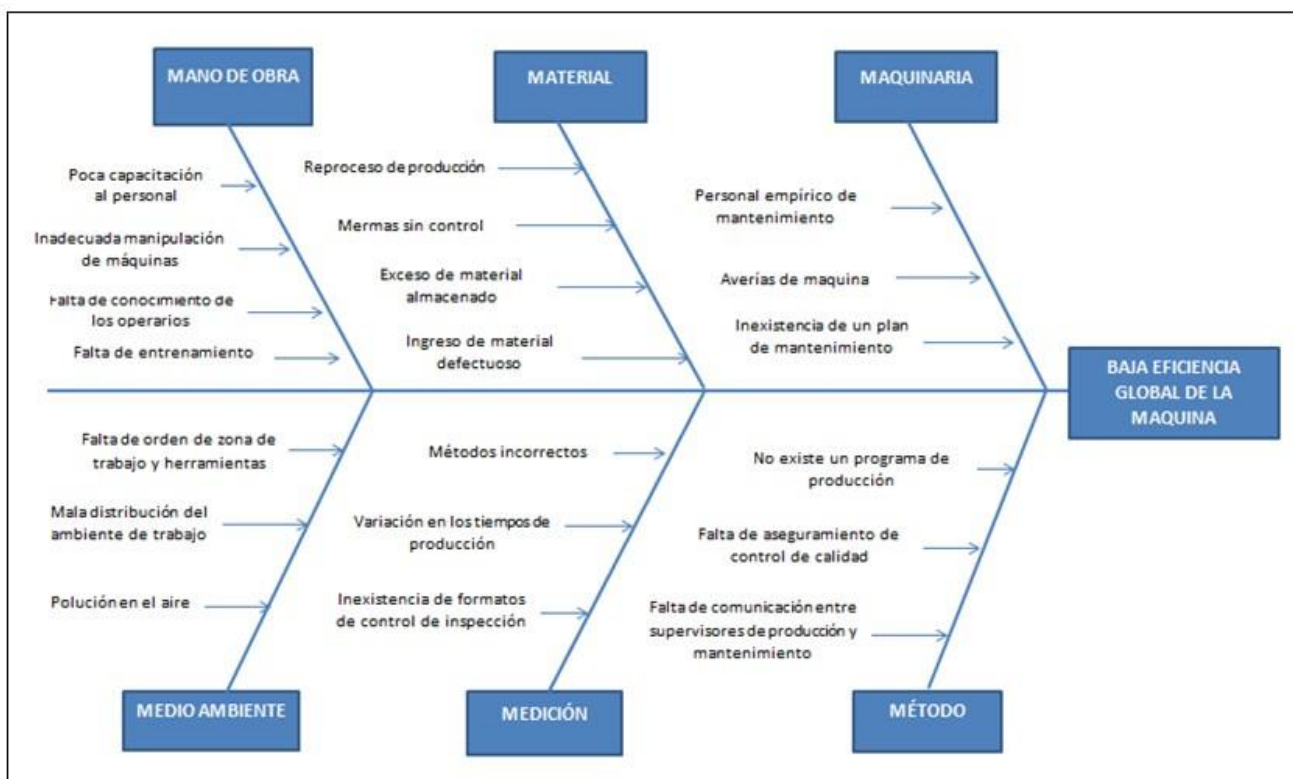
ISBN: 9786123028787

33. Wikoff, D. (2007). Improve all the M's in TPM system. Plant Engineering 61 (12): 21-22.

## **ANEXOS**

## Anexo 1

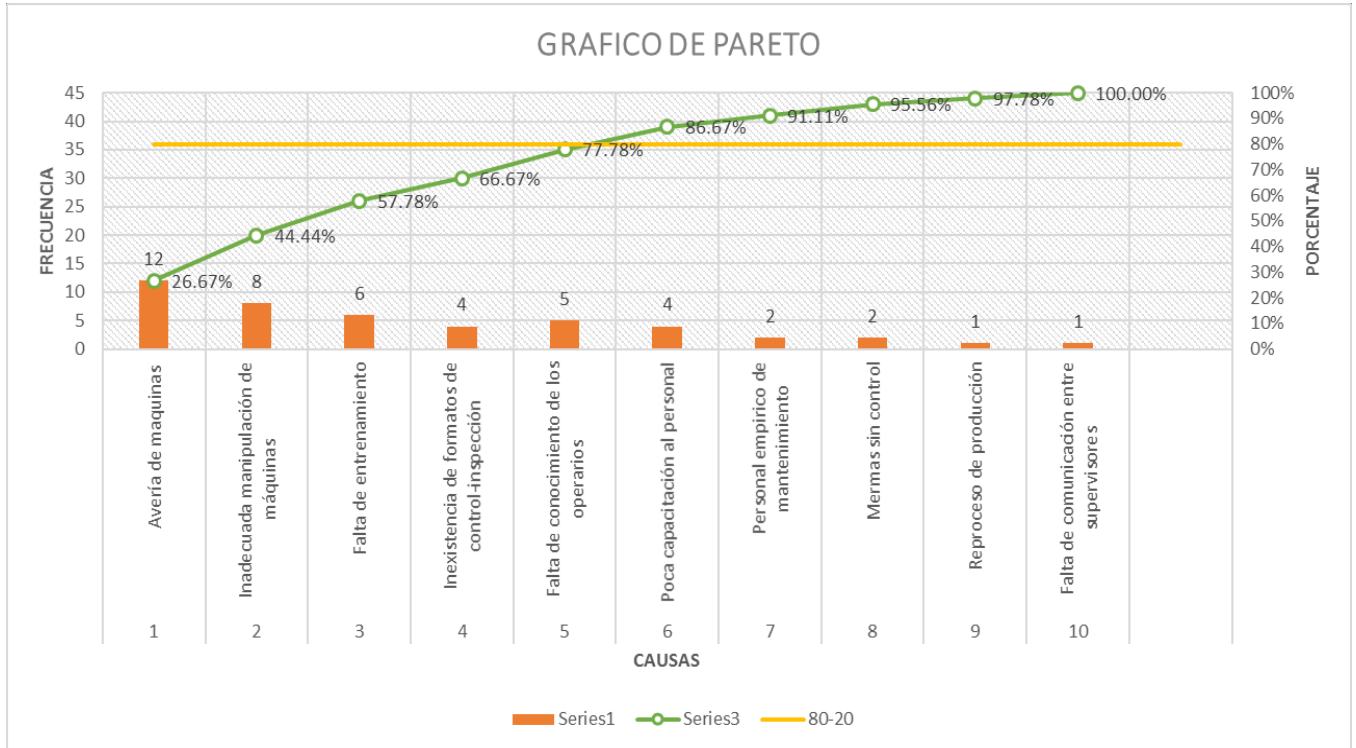
### Baja eficiencia global de las máquinas de termofusión -Diagrama de Ishikawa



## Anexo 2. Causas del Problema de Investigación-Diagrama de Pareto

N°	CAUSA	FRECUENCIA	%	% ACUMULADO
1	Avería de máquinas	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 empírico 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 3. Causas con mayor frecuencia - Diagrama de Pareto



#### Anexo 4. Matriz de consistencia

Título	Pregunta de investigación			Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala medición
	Problemas	Objetivos	Hipótesis					
“APLICACIÓN DEL TPM PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS EN LA EMPRESA VOLCOTECH INGENIERIA Y SERVICIOS EIRL, ATE, 2022”	<p>Problema general</p> <p>¿Cómo mejorará la eficiencia global de las maquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el mejoramiento de la eficiencia global de las maquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Mediante la aplicación del TPM mejorará la eficiencia global de las maquinas en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Mantenimiento productivo total (TPM)</p>	<p>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).</p>	<p>Es necesario la aplicación de esta herramienta TPM para mejorar la productividad y su análisis se dará mediante sus dimensiones e indicadores que son nivel de confiabilidad y disponibilidad.</p>	Indicador 1. Confiabilidad	Razón
	<p>Problema específico</p> <p>a) ¿Cómo mejorará la disponibilidad global de las maquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl?</p>	<p>Objetivo específico</p> <p>a) Determinar la mejora de la disponibilidad global de las maquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl?</p> <p>b) Determinar la mejora del rendimiento global de las</p>	<p>Hipótesis específica</p> <p>H1: La aplicación del TPM mejorará la disponibilidad global de las maquinas en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl.</p> <p>H2: La aplicación del TPM mejorará el rendimiento global de las maquinas en la empresa</p>				<p>Indicador 2. Mantenibilidad</p>	
				<p>Variable dependiente:</p> <p>Eficiencia global de maquina</p>	<p>Nos permite conocer la eficiencia global de toda máquina o equipo. Para ello, es necesario principalmente conocer los parámetros primordiales que son la</p>	<p>Para realizar esta investigación, es necesaria la medición de la eficiencia global de la máquina por medio de tres factores que son</p>	Indicador 3. Disponibilidad	



	<p>b) ¿Cómo mejorará el rendimiento global de las maquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl?</p> <p>c) ¿Cómo mejorará la calidad del producto final de las maquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl?</p>	<p>maquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl?</p> <p>c) Determinar la mejora de la calidad del producto final de las maquinas mediante la aplicación del TPM en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl?</p>	<p>Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl.</p> <p>H3: La aplicación del TPM mejorará la calidad del producto final de las maquinas en la empresa Volcotech Ingeniería y Servicios Eirl.</p>	<p>Eficiencia global de la maquina</p>	<p>calidad cada uno de ellos especificados también en porcentaje (Cruelles, 2013, p.74).</p>	<p>disponibilidad, rendimiento y calidad, ya que mediante recolección de datos se hará una evaluación para lograr una mejora.</p>	<p>Indicador 4. Rendimiento</p>	<p>Indicador 5 Calidad</p>	<p>Razón</p>
--	---	---	--	--	--	---	-------------------------------------	--------------------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Juicios de expertos

<b>EXPERTOS</b>	<b>CRITERIOS</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>PERTINENCIA</b>	<b>RELEVANCIA</b>	<b>CLARIDAD</b>
José Salomón Quiroz calle	SI	SI	SI
Jorge Ernesto Cáceres Trigoso	SI	SI	SI
Hernán Gonzalo Almonte Ucañan	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Cronograma de ejecución de la propuesta

<b>PLAN MAESTRO PARA LA ACTIVACIÓN DEL TPM</b>		
<b>ID</b>	<b>NOMBRE DE TAREA</b>	<b>DURACIÓN</b>
1	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</b>	<b>50 días</b>
2	<b>Inicio de la implementación</b>	<b>1 día</b>
3	<b>Anuncio de implementación de TPM</b>	<b>2 día</b>
4	Charla por parte de gerencia anunciando la implementación	1 día
5	Comunicación a todo el personal del área de devanado	1 día
6	<b>Lanzamiento de la campaña sobre TPM</b>	<b>2 días</b>
7	Curso sobre el Mantenimiento Productivo Total	1 día
8	Publicación de afiches en las instalaciones, referente al TPM	1 día
10	<b>Establecimiento de comité para promover el TPM</b>	<b>4 día</b>
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	<b>Definición de política y objetivo para el TPM</b>	<b>4 días</b>
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	<b>Realizar el Plan Maestro</b>	<b>5 días</b>
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	<b>Lanzamiento formal de la implementación del TPM</b>	<b>1 día</b>
23	Reunión con todo el personal de la empresa	1 día
24	<b>Inicio de la implementación</b>	<b>1 días</b>
25	Evaluación escrita a los operarios cerca del TPM	1 día
26	<b>Desarrollo el programa de mantenimiento autónomo</b>	<b>27 días</b>
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	<b>Desarrollo del programa de Mantenimiento planificado</b>	<b>6 días</b>
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 preventivas a toda el área	1 días
38	<b>Consolidación del TPM</b>	<b>1 días</b>
39	Difundir el desarrollo del mantenimiento	1 días

Fuente: Elaboración propia.



## Anexo 8. Actividades de mantenimiento preventivo



MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
<b>AREA:</b>	MANTENIMIENTO		
<b>MÁQUINA:</b>	TERMOFUSION	<b>MARCA:</b>	RITMO
ACTIVIDADES	FRECUENCIA	TIEMPO DE DURACIÓN	
Limpieza general de la máquina	Diario	15 min.	
Revisar nivel de aceite	Diario	5 min.	
Revisar los pernos y tuercas de la central hidráulica	Diario	5 min.	
Lubricar las partes móviles	Interdiario	10 min.	
Revisar la manija y resortes	Mensual	10 min.	
Revisar el manómetro de presión	Mensual	15 min.	
Revisar el termostato	Diario	10 min.	
Cambio de aceite hidráulico	Anual	1 hrs.	
Cambiar el rodamiento del motor, entre otros	Anual	1 hrs.	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Procedimiento de limpieza general  
Fuente: Elaboración propia.

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA	
LIMPIEZA GENERAL	
<b>PRECAUCION</b>	<p>*Asegurar el bloqueo de la maquina.</p> <p>*Se requiere el uso de sus EPPs, la limpieza se efectúa por encima y al interior de la maquina.</p> <p>*Si notas problemas de seguridad que pueda causar daños, NO OPERE e informe inmediatamente al jefe o supervisor.</p>
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO:</b> Autónimo	<b>FECHA:</b>
<b>ACTIVIDAD:</b> Limpieza General	<b>HORA:</b>
<b>DURACIÓN:</b> 25 minutos	
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.	
<b>APROBADO POR:</b>	
<b>OBSERVACIÓN:</b>	
<b>NOTA:</b> Este procedimiento se realizará diariamente y será supervisado. No olvidar registrar alguna falla en el formato establecido.	

# Anexo10. Procedimiento de inspección general

Fuente: Elaboración propia.

PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN		
<b>PRECAUCIÓN</b>	*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.	
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO:</b> Autónomo	<b>FECHA:</b>	
<b>ACTIVIDAD:</b> Inspección general	<b>HORA:</b>	
<b>DURACIÓN:</b> 3horas		
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.
<b>Observaciones:</b>		<b>Nombre:</b>
		<b>Firma:</b>

Anexo11. Procedimiento de lubricación  
Fuente: Elaboración propia.

## 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

**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.



## Anexo 12. Procedimiento de ajustes

PROCEDIMIENTO DE AJUSTES	
AJUSTES DE PERNOS Y TUERCAS	
<b>PRECAUCION</b>	*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.
<b>TIPO DE MANTENIMIENTO:</b> Autónomo <b>ACTIVIDAD:</b> AJUSTES <b>DURACIÓN:</b> 15 - 25 MINUTOS	<b>FECHA:</b> <b>HORA:</b>
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.	
<b>APROBADO POR:</b>	
<b>OBSERVACIÓN:</b>	
<b>NOTA:</b> Este procedimiento se realizará a diario y será supervisado.	

Fuente: Elaboración propia.